COURS

D'AGRICULTURE

PAR

LE Cte DE GASPARIN

ANCIEN MINISTRE DE L'AGRICULTURE ET DE L'INTÉRIEUR

Membre de l'Académie des sciences, de la Société centrale d'agriculture, etc.

TROISIÈME ÉDITION.

TOME PREMIER

SOCIÉTÉS

PARIS,

LIBRAIRIE AGRICOLE DE LA MAISON RUSTIQUE,

RUE JACOB, 26.

Et chez tous les libraires de la France et de l'Étranger.

PARIS. — IMPRIMERIE D'E. DUVERGER

RUE DE VERNEUIL, N° 6.

COURS

D'AGRICULTURE

PAR

LE Cte DE GASPARIN

PAIR DE FRANCE,

Membre de l'Académie des Sciences, de la Société centrale d'Agriculture, etc

TROISIÈME ÉDITION

BIBLIOTHÈQUE PUBLIQUE MONTPELLIER

TOME PREMIER.

BIBLIOTHEQUE NATIONALE
CENTRE DE PRÊT
Réf. Postale 1101
78011 VERSAILLES CEDEX

PARIS

DUSACQ, LIBRAIRIE AGRICOLE DE LA MAISON RUSTIQUE

RUE JACOB, N° 26

Et chez tous les Libraires de la France et de l'Etranger.

8° 70672 (1)

BIBLIOTHÈQUE NATIONALE
CENTRE DE PRÊT
PARIS

INTRODUCTION

DE L'ÉTENDUE ET DES LIMITES DE LA SCIENCE DE L'AGRICULTURE [1].

En me rendant à vos désirs et en consentant à vous faire un cours d'agriculture, j'ai dû d'abord examiner ce que vous attendiez de moi et le genre d'instruction qui pouvait convenir à votre position. Vous avez tous parcouru le cercle des études universitaires, ainsi vous possédez les principes des sciences physiques et naturelles; propriétaires, vous désirez connaître non-seulement les procédés de l'art, mais encore les causes des modifications qu'ils apportent à la vie des végétaux, pour pouvoir vous rendre compte de la convenance de ces procédés et arriver à les perfectionner. L'enseignement qui vous convient n'est donc pas celui que l'on pourrait adresser à des jeunes gens qui, dépourvus de connaissances préliminaires assez fortes, voudraient se consacrer à la pratique de l'art. Il faudrait pour ceux-ci insister davantage sur les détails de la culture, et élaguer les explications théoriques qu'ils ne seraient pas en état de comprendre. Mais, avec vous, je puis exposer l'ensemble de nos connaissances agricoles, comme constituant un

(1) Ce discours est la leçon d'ouverture d'un cours d'études agricoles fait à de jeunes propriétaires qui se destinaient à diriger et à surveiller l'exploitation de leurs terres. Ces jeunes gens avaient parcouru le cercle entier des études universitaires, et quelques-uns même se distinguent déjà dans les sciences physiques et naturelles.

Nous avons cru devoir lui conserver sa première forme : elle avait été écrite *in extenso*, et il n'existait du reste du cours qu'un programme que nous remplissons aujourd'hui.

corps de doctrines scientifiques. L'agriculture n'est pas seulement pour vous une tâche dont vous êtes appelés à remplir une partie importante, ce n'est pas même seulement une occupation honorable qui porte avec elle la satisfaction de l'esprit et la santé du corps, c'est encore une source de développement pour l'intelligence, un des exercices les plus utiles et les plus variés que vous puissiez lui trouver, un sujet d'études qui présente à chaque pas une foule de problèmes où votre sagacité peut s'exercer et appliquer les connaissances que vous avez acquises dans votre éducation première. Enfin, c'est aussi la route qui peut vous conduire dans le sanctuaire de la science, si vous n'abandonnez jamais, dans le cours de votre carrière, cette voie de l'expérience et de l'observation éclairées et soutenues par les lumières des autres branches des sciences humaines. En m'admettant dans son sein, l'Académie a sans doute voulu présenter ce noble prix à l'émulation des jeunes gens qui, après avoir suivi les enseignements de ses savants professeurs, les appliqueront au perfectionnement de l'agriculture; elle a voulu ainsi encourager à la fois les bonnes études et l'art qui nourrit la France, bien plus que récompenser mes faibles efforts.

Pour bien définir une science aussi nouvelle que l'agriculture, il faut d'abord déterminer sa place dans l'ensemble de nos connaissances. Jusque-là on ne peut assigner exactement ses limites. En effet, il lui est arrivé ce qu'éprouvent toutes les sciences qui se forment; longtemps isolées, sans rapports avec les autres, elles vivent quelque temps de leur vie propre, et, comme ces peuples ignorants qui placent le centre du monde au milieu de leur pays, elles se croient le centre auquel toutes les connaissances aboutissent. Ce n'est qu'après avoir fait de grands progrès qu'elles finissent par reconnaître les droits et la fraternité des scien-

ces rivales qui s'élèvent à leurs côtés. La science qui nous occupe est donc loin d'être la première dans l'ordre chronologique, si elle l'est dans l'ordre logique de nos idées. De même que dans l'histoire d'une découverte, on la voit souvent prendre naissance dans un phénomène compliqué et n'arriver que plus tard au phénomène simple et primitif qui lui sert de base; de même, dans l'histoire des sciences, on voit qu'elles n'arrivent à s'interroger sur leurs rapports, leurs degrés d'affinité et leurs véritables limites qu'après avoir poussé de larges découvertes en avant, dans plusieurs directions excentriques, où, rencontrant les traces des sciences collatérales, elles doivent enfin régler entre elles l'étendue de leurs domaines respectifs et fixer la ligne de leurs frontières.

L'agriculture a suivi aussi cette marche, et elle semble arrivée aujourd'hui à ce point où, déjà en possession d'une assez grande masse de faits, elle cherche à se connaître elle-même, à se faire reconnaître des autres, à leur rendre ce qu'elle leur a pris et à réclamer ce qui lui appartient, à limiter exactement son étendue et à chercher la place qu'elle doit occuper dans la société des sciences.

Que l'on ne croie pas en effet que tout soit convenu à cet égard, que les nombreux auteurs qui ont écrit sur l'agriculture aient tous attaché à ce mot le même sens et la même étendue. Les anciens faisaient de l'agriculture une véritable encyclopédie; ils y comprenaient tout ce qui peut être utile à l'homme des champs, à l'homme privé de communication fréquente avec les villes et leurs arts, et qui devait se suffire à lui-même. Lisez Varron, Columelle, Palladius, et vous trouverez dans leurs traités, non-seulement les connaissances réellement agricoles, mais aussi l'arpentage, la pêche, la chasse, la cuisine, l'art vétérinaire. Ceux qui leur ont succédé jusque dans les temps plus modernes, Olivier

de Serre, les anciennes Maisons rustiques, le Dictionnaire d'agriculture de Rozier lui-même, ont suivi la même marche; la botanique et la médecine domestique entrent dans le vaste cadre de leurs travaux.

Depuis cette époque la philosophie des sciences a été mieux comprise; chacune d'elles a été l'objet de travaux spéciaux, et, sans avoir cherché à se rendre compte par l'analyse de la véritable nature de la science agricole, elle est à peu près rentrée dans ses véritables limites, par l'effet tout simple du développement des sciences qui lui étaient étrangères et qu'on lui avait réunies mal à propos. Arthur Young s'élève[1] contre le savoir excentrique de l'abbé Rozier, et, de son côté, il restreint outre mesure le champ de la science et semble ne plus connaître que son côté économique; toute sa partie phytologique lui devient pour ainsi dire étrangère. Soit que Thaër ait fait réellement pour son compte l'analyse dont nous allons nous occuper, soit que son instinct y ait suppléé, il se renferme assez exactement dans les bornes qui en sont le résultat. Ainsi, on peut dire que partout on les a pressenties, et qu'il s'agit bien moins aujourd'hui de distinguer ce qui appartient réellement au domaine de la science agricole que de le régulariser.

Mais, en vous parlant de science agricole, ne serai-je pas accusé de me servir d'un terme trop ambitieux par ceux qui ne veulent y voir qu'un art purement pratique? Que devons-nous entendre par une science? quel est le caractère qui la distingue d'un art? « Cette distinction est fondée, dit Ampère[2], sur ce que dans les sciences l'homme *connaît* seulement, et que dans les arts il *connaît* et *exécute*. Mais si le physicien connaît les propriétés de l'or, telles que sa

(1) *Voyage en France*, t. II, p. 98.
(2) *Essai sur la philosophie des sciences*, p. 5.

flexibilité, sa malléabilité, etc., il faut bien que l'orfévre de son côté *connaisse* les moyens à employer pour le fondre, le battre en feuilles, le tirer en fil, etc., et dans les deux cas il y a également *connaissance*. Il n'y a donc réellement, quand il s'agit de classer toutes les vérités accessibles à l'esprit humain, aucune distinction à faire entre les arts et les sciences. Les premiers comme les secondes doivent entrer dans les classifications ; seulement les arts n'y entrent que relativement à la connaissance des procédés et des moyens qu'ils emploient, abstraction faite de l'exécution pratique qui dépend de l'artiste, et non de l'instruction plus ou moins complète qu'il a acquise, suivant qu'il est plus ou moins *savant* dans son art. »

En effet, tous les corps naturels peuvent être étudiés en partant de deux points de vue : les connaître en eux-mêmes, les connaître dans leurs rapports d'utilité avec l'homme, d'où viennent deux grands embranchements dans l'arbre encyclopédique : les sciences naturelles et les sciences technologiques, ayant chacune leurs vérités propres, quoiqu'elles s'occupent des mêmes objets ; les unes se proposant pour but de satisfaire la curiosité philosophique de l'homme, les autres de pourvoir à ses besoins, en mettant à sa disposition les forces et les corps organiques et inorganiques de la nature, en recherchant les moyens de les lui présenter sous les formes qui lui conviennent. Ainsi, d'un côté, il s'agit seulement de *connaître :* c'est le but des sciences pures ; de l'autre, il s'agit aussi de *connaître :* c'est le but des sciences technologiques, mais aussi d'appliquer ces connaissances : c'est le but de l'art.

Prenons pour exémple la minéralogie, comme l'a fait plus haut M. Ampère. Elle nous apprend les propriétés que possède le fer en lui-même, ses caractères extérieurs, sa pesanteur spécifique, les substances auxquelles il est uni

dans la nature, les formes sous lesquelles il se présente, ses gisements, ses analogies avec les autres minéraux, le manganèse, par exemple ; enfin ses propriétés physiques, entre autres celle d'être attirable à l'aimant. Voilà ce que nous apprend la science naturelle que nous appelons minéralogie. Elle se propose de connaître seulement, elle s'adresse à l'intelligence, aux besoins de l'esprit ; son but, élevé au-dessus des intérêts matériels, n'a aucun besoin de savoir si plus tard on s'emparera de ces données pour en faire la base d'une exploitation. Son caractère propre, comme celui de toutes les sciences pures, c'est le désintéressement.

Puis vient la science technologique, la métallurgie. Celle-ci recherche, parmi ces minerais de richesse et de composition différentes, quels sont ceux que l'on doit employer de préférence pour la fabrication du fer ; quelle sera, non-seulement la quantité, mais aussi la qualité du métal que l'on en extraira, les difficultés que chacun des minerais offre au traitement, et les moyens de les vaincre. Elle examine les procédés divers que l'on peut mettre en usage pour extraire le fer du minerai, la forme des fourneaux, la manière d'organiser l'action du feu, de le diriger, de l'exciter ; et, ne se bornant pas à obtenir des solutions absolues, il faut qu'elle les mette en rapport avec la possibilité économique de livrer le métal ainsi fabriqué à la consommation. Elle doit donc rejeter quelquefois la méthode qui serait physiquement la meilleure, pour s'en tenir à celle qui présente des avantages économiques relativement plus grands. Jusque-là le métallurgiste n'a obtenu que des connaissances ; il a créé des principes scientifiques ; comme le minéralogiste, il a appelé à son aide la physique, la chimie, pour leur demander des solutions que la minéralogie pure ne pouvait lui fournir, mais qui devenaient indispensables au point de vue de l'utilité. Supposons maintenant que la

métallurgie ainsi formée ne soit jamais appliquée ; il n'en existe pas moins une nouvelle somme de connaissances qui se sont ajoutées à celles que la minéralogie nous avait données sur le fer. C'est une branche entière de notions qui sont encore presque entièrement minéralogiques, mais qui n'auront pour but que la pratique d'un art. Déniera-t-on le nom de science à cette nouvelle collection de vérités obtenues par les mêmes procédés que celle qui constitue la minéralogie, parce que, plus tard, il arrivera que, s'emparant de ces études préliminaires, quelqu'un construira des hauts-fourneaux et produira du fer à l'aide de ces connaissances scientifiques. On pourrait en dire autant d'une foule de sciences secondaires qui ne sont qu'un appendice, un développement devenu nécessaire pour le but d'application. Et demandez à mon excellent ami M. Chevreul si ses travaux pour régénérer l'art de la teinture n'ont pas un carectère aussi scientifique et n'exigent pas des recherches tout aussi difficiles que celles par lesquelles il a porté tant de lumières sur la chimie organique?

Si nous appliquons à l'agriculture ce que nous venons de dire, ne trouvons-nous pas une parfaite similitude? La physiologie végétale, qui est une branche de la phytologie, nous a appris que les plantes, pour se développer, ont besoin d'eau, de chaleur, de lumière, de carbone, d'oxygène, d'azote, et d'une base pour fixer et étendre leurs racines. La phytologie nous indique les conditions dans lesquelles chaque plante se présente sous tous ces rapports dans la nature. Voilà la science naturelle pure.

Mais l'agriculture, la science technologique des végétaux, a d'autres connaissances à ajouter à ces premières données. Quelles sont, parmi ces espèces végétales, celles qui peuvent être utilisées au profit de l'homme? Parmi ces espèces, quelles sont les variétés qui sont les plus utiles?

Quel est le moyen de se procurer, de créer, de propager ces variétés? Quels sont les moyens de faire croître ces plantes loin de leurs stations naturelles? Quel terrain doit-on choisir pour les y placer? Quelle préparation faut-il donner à ce terrain pour qu'elles y prennent tout leur développement, pour qu'elles y soient plus grandes, plus fortes, meilleures que dans la nature même? Comment se procurer la quantité d'eau qu'elles exigent, en les préservant de la surabondance de ce liquide? Quel abri leur devient nécessaire pour leur procurer artificiellement le degré de chaleur qui manque ou qui surabonde dans le climat où on les transporte? Comment les préserver d'une trop forte lumière et suppléer à celle qui leur manque à certaines époques de leur croissance? Enfin, par quel moyen leur procurer les sucs nutritifs contenant les matériaux de leur accroissement? Toutes ces questions, qui ne sont qu'un développement de la phytologie elle-même, mais qui n'ont pu être posées qu'à l'occasion d'un but spécial et pour un nombre limité de plantes, forment un appendice particulier de cette science et constituent une collection de vérités qui pourrait aussi exister sans jamais recevoir d'application.

Mais l'artiste succède au savant; il s'empare de ces vérités, et par leur secours féconde et enrichit nos campagnes.

Je pense qu'il est inutile d'entrer dans de plus grands développements de ces idées; elles indiquent suffisamment le rang que l'agriculture doit tenir dans l'arbre encyclopédique. C'est une science technologique, dépendant de la science qui traite des végétaux, et dont l'ensemble prend le nom de phytologie. Celle-ci fait partie du grand embranchement des sciences cosmologiques, qui comprend toutes celles qui s'occupent des grandeurs, des forces et des objets matériels, par opposition aux sciences noologiques, qui ont dans leur ressort tous les faits de l'intelligence ; et dans ce

premier embranchement, divisé en quatre ordres : 1° les sciences mathématiques, 2° les sciences physiques, 3° les sciences naturelles, 4° les sciences médicales. La phytologie fait évidemment partie de la subdivision des sciences naturelles.

Après ce que nous venons de dire, la définition de l'agriculture, telle qu'elle résulte de cette analyse, se présente d'elle-même : c'est *la science qui recherche les moyens d'obtenir les produits des végétaux de la manière la plus parfaite et la plus économique.*

M. Cuvier [1], en disant que l'agriculture n'était que l'art de faire en sorte qu'il y eût toujours, dans un espace donné, la plus grande quantité possible d'éléments combinés à la fois en substances vivantes, faisait trop évidemment abstraction de la partie économique de la science.

Ces limites, données à la science agricole par les déductions auxquelles nous nous sommes livrés, sont bien éloignées, comme vous voyez, d'être aussi étendues que l'imaginaient les anciens. Ceux-ci y comprenaient, outre la production des produits végétaux immédiats, les connaissances relatives à l'élève des animaux qui s'en nourrissent; ils donnaient à ces produits diverses préparations, de manière à ce qu'ils pussent être consommés en sortant des mains de l'agriculteur; ils s'occupaient même du moyen d'utiliser et de rendre agréables les loisirs de la campagne. C'était l'état de l'industrie et les convenances de l'agriculture qui réglaient le champ de la science, et non pas un principe philosophique.

Or, conçue de cette manière, la science avait une étendue nécessairement variable ; d'abord, quant aux préparations des matières premières, elle devait se restreindre chaque jour, à mesure que les industries diverses, dérivées

(1) *Éloge de Gilbert.*

d'autres sciences principales, prenaient de l'extension. Ainsi, s'agissait-il du blé, elle devait renoncer à la mouture et à la boulangerie, quand ces deux arts, appartenant à la mécanique et à la chimie, formèrent deux branches distinctes d'exploitation. On associait à la culture de la vigne, non-seulement la fabrication du vin, mais encore celle des vinaigres et la distillation de l'alcool; mais aujourd'hui ces deux dernières industries, appartenant aux sciences chimiques et physiques, sont livrées à des arts distincts; on a même commencé dans plusieurs pays, dans le mien, par exemple, à vendre le raisin à des personnes qui entreprennent pour leur compte la fabrication du vin, et l'on conçoit très bien un état de l'industrie où cette coutume deviendrait générale. Ainsi voilà la viniculture dépouillée de ses fabrications accessoires et réduite à la production de ses fruits.

La culture du mûrier suit la même marche. D'abord le planteur de mûriers étendait son industrie à toute la fabrication de la soie; peu à peu, le dévidage, puis la filature se sont détachés des attributions du cultivateur; enfin l'éducation des vers à soie en sort tous les jours, et presque partout dans le midi, l'homme qui cultive les mûriers est distinct de celui qui en achète les feuilles et élève les vers à soie. La culture de la betterave présente les mêmes faits, et dans les pays de fabriques de sucre, le cultivateur se distingue souvent du manufacturier. Ainsi, partout et dans toutes les branches de la culture, le progrès de l'industrie, en favorisant la division du travail, en spécialisant chacune de ses opérations, tend à introduire dans la pratique cette distinction que la logique nous avait fait trouver pour la science, et renferme le cultivateur dans le cercle de la production immédiate.

Il est donc évident que les convenances passagères de

celui-ci ne peuvent pas servir à fixer les limites permanentes de la science. Que dans un temps où la civilisation est peu avancée, un seul homme se voie forcé d'exercer plusieurs arts, c'est ce que nous voyons encore loin des grands centres de population; mais parce qu'un maître d'école y est à la fois sacristain, secrétaire de mairie, arpenteur, organiste et marchand, en conclura-t-on l'identité de ces professions? Ainsi, que le cultivateur, privé de tout moyen facile d'échange, soigne son troupeau, en tonde la laine, la lave, la file et la tisse lui-même, qu'il fasse de la bière avec son orge, de l'eau-de-vie avec son raisin, de la soie dévidée avec ses feuilles de mûrier, de la fécule avec ses pommes de terre, pour rendre ses produits d'un transport plus facile, tandis que dans d'autres temps il pourra vendre directement et à son plus grand avantage sa laine surge, son orge, son raisin, ses feuilles de mûrier et ses pommes de terre, que faut-il en conclure? Ces variations dans son industrie, subordonnées aux diversités des positions et des circonstances, démontrent évidemment que l'étendue variable de cette industrie ne peut devenir la base d'une distribution logique et nécessairement invariable des connaissances humaines, dont les données doivent être indépendantes des temps, des lieux, et partir d'une base toute rationnelle.

Sans doute, dans chacune de ces circonstances particulières on peut faire, pour le besoin de ceux qui s'y trouvent, un manuel de conduite renfermant la théorie et la pratique de plusieurs arts; on peut y comprendre des fragments de géométrie, de mécanique applicables à l'arpentage et aux forces diverses que l'on peut employer et à la forme des instruments aratoires, de chimie applicables à différents arts, comme la fabrication du sucre, la préparation des engrais, etc., sans que l'on soit en droit de dire que, par

cela même que toutes ces connaissances sont utiles à l'agriculteur placé dans une position particulière, elles constituent une seule et même science.

Mais non-seulement le procédé par lequel on limiterait le champ des sciences par les associations de ces sciences dans la pratique serait éminemment transitoire, de siècle en siècle, d'année en année, de pays à pays; non-seulement il serait semblable aux divisions politiques qui changent sans cesse sur la carte immuable de la géographie physique, mais encore il détruirait toute unité d'exposition dans la science que l'on constituerait de la sorte.

Un des caractères principaux qui font reconnaître la légitimité du domaine assigné à chaque science, qui prouve qu'elle est composée d'éléments homogènes, c'est la possibilité de la parcourir tout entière en partant des principes établis dès le début et suivant les mêmes méthodes d'exposition et de recherches; mais une science formée comme l'agriculture l'a été jusqu'ici manquerait entièrement de ce caractère d'unité et de simplicité. Ainsi, reprenant un des exemples que nous avons cités, l'art de cultiver la vigne a pour point de départ la phytologie qui l'accompagne jusqu'à la fructification; mais dès que le fruit est séparé de la plante, il cesse d'être sous l'empire des forces vitales et il entre sous celui des affinités chimiques qui régissent l'art de faire le vin, ou l'œnologie. Le vin étant produit, si l'on veut en séparer les divers principes et faire de l'alcool au moyen de la chaleur, c'est la physique qui servira de guide. A chaque nouveau pas que nous faisons, nous laissons derrière nous, nous abandonnons toutes les théories précédentes, nous avons recours à de nouveaux principes distincts de ceux que nous avons dû employer jusque-là. Il n'y a donc pas d'identité, il n'y a pas même de parenté entre les divers ordres de vérités que nous parcourons de la sorte, pas plus

qu'entre les spéculations du minéralogiste qui examine et classe le marbre et celles du sculpteur qui en fait une statue, quoique tous deux aient opéré sur une même substance.

Il sera plus facile maintenant de déterminer le point précis où s'arrête la science agricole. La culture des plantes reconnaît pour base la phytologie; tant que nous ne suivons dans nos déductions que des principes phytologiques, tant que nous nous occupons d'une plante pendant sa vie végétale, nous pourrons enchaîner toutes les vérités qui se présenteront sur notre route, parce qu'elles découleront toutes d'une théorie unique et qu'elles tendront toutes au même but. Mais, en sa qualité de science technologique, l'agriculture devra dès le début associer au principe phytologique le principe économique, celui de la production d'une richesse. Celui-ci ne rompt pas l'unité de l'exposition, car il juge les résultats obtenus par les moyens phytologiques, mais ne sert pas à les trouver; c'est le *criterium* entre plusieurs méthodes qui existent indépendamment de lui. Mais dès que la substance est privée de vie, dès que, cessant d'appartenir aux sciences naturelles, elle entre dans le domaine des sciences physiques, ce sont d'autres doctrines, d'autres principes tirés d'un autre système de connaissances, un autre ordre de vérités qui n'ont plus de rapport direct avec la science de la vie. Alors l'œuvre de l'agriculture, sinon celle des cultivateurs, est terminée, un autre art commence. Cet art aura beau être exécuté par les mêmes mains, il ne procédera pas des mêmes doctrines; celui qui l'accomplira pourra sans inconvénient ignorer si la substance qu'il traite est un produit de la culture, il lui suffira d'en connaître les propriétés en tant que substance morte, il sera encore technologue, il ne sera plus agriculteur.

J'ai réservé pour la dernière une difficulté qui se résout par les mêmes raisonnements, mais qui, ayant pour elle de nombreux préjugés et la force d'une habitude invétérée, exige quelques nouveaux développements. Il s'agit de résoudre cette question : L'éducation des animaux domestiques doit-elle être regardée comme une partie intégrante de la science agricole? On peut voir dans l'ouvrage de M. Ampère[1] que cet excellent esprit hésita longtemps avant d'adopter mes idées, mais que, pleinement éclairé par nos discussions, il finit par les admettre complétement.

A prendre à la rigueur les principes que nous venons d'établir, il semble que la séparation de ces deux branches de connaissances ne puisse être douteuse. En effet, quelque grands que soient les rapports qui unissent les corps organisés, on n'est point encore parvenu à ce degré de généralisation qui permet de traiter à la fois de la physiologie animale et de la physiologie végétale. La zoologie et la phytologie font bien partie du même groupe de sciences, mais elles forment deux sciences distinctes qui ont chacune leurs méthodes et leurs vérités à part; et quant aux sciences technologiques qui en dérivent, qui ne sent qu'il serait impossible de fondre ensemble l'exposition des principes concernant la culture des plantes et des principes relatifs aux soins à donner aux animaux, de manière à les faire découler les uns des autres? J'en appelle à tout homme habitué aux procédés scientifiques; chargé d'un tel enseignement, quel parti prendrait-il? Il s'occuperait d'abord des végétaux, décrirait leur mode de vivre, les circonstances naturelles qui favorisent leur croissance, les moyens de les faire naître ou d'y suppléer; puis, ayant accompli cette partie de sa tâche, il commencerait sur nouveaux frais, en partant de nouveaux principes et en suivant de nouvelles

(1) *Essai sur la philosophie des sciences*, p. xxxiij et 126.

déductions, ce qui concerne la vie des animaux, leur nourriture, leur croissance, et les moyens de les diriger de la manière la plus favorable et la plus économique. On aurait donc réellement deux enseignements, deux cours réunis sous un seul nom, dont les vérités ne seraient liées que par une transition artificielle qui consisterait à dire que les animaux consomment les produits de l'agriculture et leur fournissent des engrais. Examinez, en effet, si ce n'est pas ainsi que Thaër, cet excellent esprit, a disposé son cours. Le traité des animaux n'est réellement que l'appendice de son ouvrage, appendice tout à fait indépendant du traité d'agriculture; de sorte que l'on pourrait indifféremment commencer l'étude de son livre par l'un ou par l'autre, et arriver par cette seule considération à se convaincre que l'on se trouve en présence de deux sciences distinctes, l'*agriculture* et la *zootechnie*.

Nous admettons, me dira-t-on, que, quoique la pratique unisse et lie intimement l'agriculture et la zootechnie, ce ne soit pas un motif suffisant pour en réunir les théories; un homme peut en effet exercer deux arts différents, découlant de deux sources distinctes; ces deux arts peuvent avoir un besoin mutuel l'un de l'autre, se servir d'instrument l'un à l'autre, sans qu'il en résulte nécessairement l'union des deux sciences. Ainsi, l'optique est distincte de l'astronomie, quoique celle-ci en fasse un usage continuel et qu'on ne puisse guère être astronome accompli sans être bon opticien; mais quand il y a union intime, association forcée, pénétration, pour ainsi dire, de deux arts, quand il est impossible de les concevoir l'un sans l'autre, la science ne saurait les séparer. Or, comment concevoir l'agriculture sans les animaux qui fournissent les forces et l'engrais? Il faut bien, dans ce cas, admettre une science double, ayant deux parties, l'une qui s'occupe des végétaux et l'autre des

animaux. Voilà l'objection dans toute sa force. En l'analysant, elle se réduit à deux points : 1° impossibilité de concevoir l'agriculture sans animaux ; 2° pénétration intime de la partie végétale et de la partie animale de l'agriculture, même sous les rapports scientifiques.

I. Quant au premier point, quoique l'agriculture d'une partie de l'Europe soit en ce moment indissolublement liée à l'existence des animaux, il n'est pas vrai que l'on ne puisse concevoir un état agricole où ces deux notions soient complétement séparées et distinctes. Il en est ainsi dans l'enfance de l'art. Allez examiner la culture des nègres du Sénégal, celle même de la plupart de nos colonies ; vous trouverez des cultures riches, soignées même, et conduites absolument sans le secours des animaux. On retrouve ces faits encore dans les pays où l'art est le plus perfectionné ; à la Chine, par exemple, dans les provinces les plus populeuses, on ne nourrit pas d'animaux. Il en est de même dans plusieurs contrées du midi de l'Europe ; on trouvera en Provence un grand nombre de fermes où les bras de l'homme et des engrais achetés pourvoient à la culture la plus intelligente et la plus productive ; et, sans aller si loin, les jardins maraîchers des environs de Paris présentent le même phénomène. Dans une foule de situations les herbagers sont complétement distincts des nourrisseurs ; les uns fournissent le foin et les autres l'engrais. L'union n'est donc pas si intime qu'on ne puisse la trouver naturellement rompue, et qu'une très légère abstraction de l'esprit ne puisse ainsi faire concevoir la séparation, non-seulement des deux sciences, mais des deux arts. Ainsi l'analyse nous montre d'un côté l'éleveur de bestiaux qui dispose de leurs forces et de leurs engrais et achète les produits végétaux qui forment leur nourriture, et de l'autre le cultivateur qui vend ses produits végétaux, loue les forces et achète les engrais.

Or, qui ne voit reparaître ici la relation signalée plus haut entre l'optique et l'astronomie? qui ne voit que les produits animaux ne sont ici que les instruments, qui pourraient être suppléés par les forces de l'homme et celles de la nature (le vent, la vapeur), et par des engrais enlevés à l'atmosphère par les végétaux eux-mêmes, de même que la lunette serait imparfaitement suppléée par l'œil humain? Il y a de part et d'autre utilité, mais non pas nécessité. Constituer une science sur ces bases, c'est n'avoir fait qu'une science artificielle, de variable étendue selon les lieux et le temps, et non une science véritable, ayant des fondements logiques à l'épreuve de toutes les circonstances.

II. On voit déjà par ce que je viens de dire qu'il me serait tout aussi facile de séparer les deux sciences que les deux arts; qu'en agriculture, en empruntant à la mécanique les notions des forces utiles, je puis faire abstraction de la source qui les produit; qu'ensuite, à l'égard des engrais et en prenant à la science chimique ses combinaisons toutes formées, je n'aurai à m'occuper que de leurs effets, de leur valeur relative, sans avoir à tenir compte des matières premières qui les composent et que lui fournit la zootechnie. Cette dernière s'enquerra à son tour de la manière de produire ces machines, des bénéfices et des pertes de cette production combinée à celle des bestiaux, du lait, de la laine; mais l'agriculture n'aura à balancer que la valeur de l'engrais avec le prix de ses avoines, de ses foins, de ses forces. Et chaque cultivateur soigneux, tenant ses livres en partie double, n'établit-il pas chaque jour cette distinction entre ces élémcnts divers? La logique d'une comptabilité inflexible a précédé pour lui mon analyse; en examinant ses livres, il sait fort bien distinguer ce qu'il gagne comme cultivateur et comme éleveur de bestiaux, et pour lui ces notions sont tout aussi séparées dans l'art que dans la science.

Si l'on ajoute à toutes ces raisons l'intérêt des bonnes études agricoles et de l'exposition scientifique, on n'hésitera plus à séparer définitivement l'agriculture de la zootechnie, si faciles à distinguer, soit dans la théorie, soit dans la pratique.

Après avoir circonscrit aussi rigoureusement la science en elle-même, il est juste de dire que l'on serait un agriculteur fort incomplet si l'on ne possédait que la science de l'agriculture, de même que l'on serait un mauvais médecin si l'on n'empruntait à l'anatomie et à la physiologie, qui sont des sciences naturelles, les lumières nécessaires pour éclairer les sciences médicales proprement dites. Ainsi le cours des études agricoles devra comprendre plusieurs sciences accessoires que nous avons séparées de la science de l'agriculture, et comme c'est précisément ce cours d'études que vous exigez de moi, je ne dois pas terminer cette première leçon sans vous en tracer rapidement le tableau.

Rappelons-nous d'abord que l'agriculture est une science technologique dérivant de la phytologie et ayant, comme toutes les sciences technologiques, deux parties distinctes : celle qui tient à la phytologie et celle qui tient à l'économie sociale.

Considérée sous le premier rapport, nous avons dit que la vie de la plante exige une base qui ordinairement est la terre, plusieurs éléments minéraux et en outre de l'eau, de la chaleur, de la lumière, du carbone, de l'oxygène et de l'azote, à quoi il faudrait joindre l'électricité. En parcourant ces différents chefs, nous allons retrouver les sciences que leur parenté avec l'agriculture nous fait un devoir de faire entrer dans notre plan d'études.

1° *La terre.*—Nous avons à examiner sa nature en rapport avec ses produits : c'est l'objet d'une science technolo-

gique dérivée de la minéralogie, et à laquelle nous donnerons le nom d'*agrologie*.

On a observé que les végétaux se plaisent dans une terre ameublie, c'est-à-dire rendue moins compacte par les labours; que, dans la nature, une très grande quantité de semences se perdent faute de pouvoir s'introduire dans le sein de la terre, dont la surface est durcie par une foule de causes; qu'enfin les plantes prospèrent d'autant mieux qu'elles sont plus isolées de leurs voisines et que la terre qui recouvre leurs racines est tenue dans un état de division qui permet l'accès à l'air et aux météores. Pour remplir ces différents buts d'une bonne culture, il faut : 1° des instruments pour ouvrir et diviser la terre; 2° des forces pour les mettre en mouvement. C'est la *mécanique agricole* qui nous fera connaître les moyens que nous devons employer.

2° *L'eau.* — L'humidité que le sol contient, soit qu'elle provienne de la pluie, soit que, par l'effet de sa capillarité, il l'ait extraite des couches inférieures, ne suffit pas toujours aux plantes; il faut alors, si cela est possible, leur en procurer un supplément au moyen des irrigations entretenues soit par l'eau courante amenée par des canaux, soit par des machines qui en élèvent le niveau. D'autres fois il s'agira, au contraire, de délivrer la terre d'une humidité surabondante. Dans l'un et l'autre cas, c'est encore à la mécanique et à l'hydraulique que nous nous adressons pour remplir le but que nous nous proposons.

3° *Chaleur, lumière.* — Procurer aux plantes une quantité de chaleur et de lumière plus grande ou plus faible que celle qui est propre au climat où on les cultive, c'est le moyen de pouvoir en étendre la culture, en les transportant dans des pays plus chauds ou plus froids que leur patrie originaire; c'est aussi le moyen de hâter et de prolonger

par l'art la durée des différentes périodes de leur existence, et de varier la saison de leur maturité. C'est ce que l'on obtient en créant des abris contre les impressions de l'air, contre la lumière ou la chaleur solaire, ou pour arrêter et réfléchir ou absorber cette lumière et cette chaleur. Ces procédés sont usités en grand dans certaines circonstances, mais en général ils appartiennent plutôt à cette branche de l'agriculture qui s'occupe des jardins et que l'on nomme *horticulture.*

4° *Météores.* — Les plantes vivent dans deux milieux : la terre et l'atmosphère. Il faut donc aussi étudier la constitution de l'air, ses propriétés, les effets que leurs modifications produisent sur les plantes, la distribution des météores dans les années, les mois, les jours, pour connaître les époques de la végétation, pour choisir le genre de cultures qui s'adaptent à ces diverses circonstances, pour prévoir et prévenir, s'il est possible, les fâcheux effets qu'elles pourraient avoir. C'est l'objet d'une science qui dépend de la physique et que l'on désigne sous le nom de *météorologie agricole.*

Les moyens de préserver les plantes, les récoltes et les forces agricoles contre les intempéries de l'air conduisent à étudier une branche spéciale de l'architecture que l'on désigne sous le nom d'*architecture rurale.*

5° *Carbone, oxygène, hydrogène, azote, etc.* — Les plantes puisent une partie de ces substances nutritives dans l'atmosphère; mais cette alimentation aérienne ne leur suffirait pas pour se développer et fructifier, si elles ne recevaient aussi par leurs racines des solutions des corps qui contiennent ces gaz, soit que ces corps existent déjà à l'état soluble dans le terrain, soit qu'y étant à l'état insoluble on leur applique certains autres agents qui changent cet état et les rendent susceptibles d'être dissous dans l'eau, soit qu'on

les fournisse au terrain par l'addition des engrais. L'étude de ces substances supplémentaires propres à servir de nourriture aux végétaux et celle de leurs préparations constituent une science technologique qui tient à la chimie, et à laquelle on a donné le nom de *science des engrais*.

6° L'étude de l'économie sociale et de quelques parties de la législation éclairera ensuite ce qui touche à la partie économique de nos études agricoles.

Telles sont les connaissances spéciales qui sont indispensables à celui qui veut approfondir ce qui tient à la culture des champs. Vos études vous ont préparés à ces travaux, et vous avez assez réfléchi sur la position du propriétaire pour comprendre qu'il ne peut se borner au rôle de simple créancier envers la terre constituée son débiteur, mais que son rôle est réellement celui d'un chef de manufacture, et que de son intelligence dépend, en partie, le succès plus ou moins heureux de l'entreprise. Vous ne vous bornerez pas longtemps à ces rapports matériels avec l'agriculture; vous ne pourrez contempler sans une vive curiosité et une sincère admiration ce foyer de transformations, de compositions, de décompositions, cette chimie vivante, ce vaste champ des plus curieuses expériences qui renferme tant de vérités ignorées qui n'attendent qu'un peu d'observation pour être mises au jour. Ces connaissances variées que vous allez acquérir sont autant de points de départ pour observer sous toutes ses faces la végétation artificielle de nos champs.

Il n'y a pas une seule des circonstances agricoles, un seul des procédés de l'art qui ne puisse devenir l'objet de recherches aussi curieuses qu'utiles, pas un où des efforts heureux ne puissent changer la face de l'industrie. Voyez ce qui s'est déjà opéré autour de nous par l'application de

la science à l'agriculture et aux sciences technologiques accessoires! A-t-on trouvé le moyen d'extraire le sucre de la betterave, nos colonies ont été mises en péril, et, ne se bornant pas à l'appui de la fiscalité, elles ont dû se hâter de rechercher les moyens d'extraire plus complétement le sucre de leurs cannes; leur capital va peut-être doubler par l'effet de cette terreur salutaire. L'extraction de la fécule de pomme de terre et ses applications, en rendant possible la conservation et le commerce de ce produit, a propagé la culture de cette plante et a rassuré nos populations contre la crainte des disettes. Le marnage, mieux connu et plus employé, a augmenté l'étendue des cultures de froment et réduit celle des grains inférieurs; il a amélioré la nourriture de la nation. L'usage de la chaux appliquée aux terres a eu un effet analogue; appliqué aux semences, il en fait disparaître le végétal parasite qui dévorait leur substance. L'étude des effets des fumiers a fait connaître la perte immense que cause le retard de leur emploi; un grand nombre d'engrais, mettant à profit des substances jusqu'alors dédaignées, sont venus en aide à l'agriculture et ont considérablement augmenté la production. L'observation attentive des insectes nuisibles aux plantes nous met sur la voie des moyens de défense à opposer aux armées innombrables de ces ennemis. En un mot, aucun de nos procédés agricoles, aucune des circonstances de la végétation n'est interrogée sans qu'il en jaillisse un perfectionnement ou une découverte utile. Le temps de la moisson est venu; hâtez-vous pendant qu'il en est temps encore, d'autres glaneront plus tard.

Je dépasserais de beaucoup les limites que j'ai dû m'imposer si j'énumérais ici toutes les questions importantes qui demandent une prompte solution; ainsi, l'étude attentive des variétés de plantes peut en doubler le produit.

Plusieurs espèces de blé sont plus fécondes en grains et plus riches en substances nutritives ; ne faut-il pas les étudier, les connaître, savoir à quels terrains, à quels climats elles sont propres? A-t-on constaté la convenance des variétés de vigne sur chaque terrain, sous chaque climat? Sait-on celles qui produisent le plus d'alcool, celles qui donnent un goût plus agréable? N'est-il pas possible qu'une telle étude conduise inopinément à trouver telle variété de vigne qui produise le double en alcool, le triple, le quadruple, le centuple en valeur commerciale provenant du développement du bouquet? A-t-on suffisamment étudié les plantes propres à donner un engrais végétal? Sait-on celles qui renferment les plus grandes quantités de cet azote que nous recherchons dans les engrais animaux, etc., etc.? Je termine ici cette nomenclature qu'il serait si facile d'étendre.

Ce n'est donc pas une vaine étude que nous vous proposons de faire. L'agriculture, élevée au niveau des autres connaissances humaines, est une science sérieuse, réservée à de hautes destinées, et qui, commençant à peine à s'organiser, répand déjà ses lumières et sa vie sur le monde, qui attend d'elle la subsistance de cette population nouvelle que la paix et la civilisation font pulluler de toutes parts. Ce n'est plus cette science purement descriptive et historique, se bornant à raconter les procédés en usage parmi les cultivateurs les plus soigneux ; elle a aujourd'hui la juste ambition de les devancer, de leur expliquer leurs propres opérations, de les réduire à des valeurs numériques, d'en faire la critique, de les perfectionner, de leur en indiquer de nouvelles. Voilà sous quel point de vue je voudrais vous faire envisager l'étude que nous allons faire ; voilà la carrière que je voudrais vous ouvrir.

En vous la présentant dans toute l'étendue de ses vastes

proportions, je sais que ce n'est pas ainsi qu'elle doit être enseignée aux simples cultivateurs. Je vous l'ai dit en commençant : c'est aux savants et non aux artistes que je m'adresse aujourd'hui. A ceux-ci les déductions de la science, à ceux-là le manuel de l'art. Ces deux genres d'enseignement sont nécessaires à la fois, car l'agriculture pratique ne peut être le résultat d'une longue éducation scientifique, mais bien plutôt d'une pratique éclairée par les principes de la science, sans doute, mais où les résultats prennent la forme d'axiomes admis par la confiance de l'élève, et aussi par son adhésion intuitive. C'est ainsi que procèdent sir J. Sinclair et Schwerz. Thaër et Bürger sont déjà bien plus près de la science. En examinant plus tard le catalogue de notre richesse ou plutôt de notre pauvreté bibliographique, vous verrez que ce n'est que depuis peu de temps que des savants ont consenti à être agriculteurs et que des agriculteurs ont voulu être savants. Ceux qui sont étrangers à cette grande transformation arrivée de nos jours, ceux qui sont encore sous l'empire des préjugés et qui n'ont ouvert que les livres les plus futiles et malheureusement les plus répandus de notre littérature agricole, se font difficilement une idée des progrès qu'a faits l'esprit scientifique appliqué à cette science depuis une trentaine d'années. Le temps n'est pas loin où l'élan qu'elle prend partout en Europe, par le concours de plusieurs physiciens et chimistes qui sont à la tête de la science, et par celui des agriculteurs éclairés qui marchent devant eux en tenant la sonde et en signalant la route et les écueils, fixera définitivement la place qu'elle doit occuper.

Il ne me reste, pour terminer cette leçon, qu'à vous tracer le tableau du cours d'études agricoles, tel qu'il résulte de ce que je viens de vous dire et tel que nous chercherons à le parcourir ensemble.

TABLEAU DES ÉTUDES AGRICOLES.

A. Sciences accessoires.

Objets d'étude.		Nom de la science technologique.	Dérivant de la science pure dont le nom se trouve ci-dessous.
		1° Sciences cosmologiques.	
La terre. . . .	Ses propriétés relativement à la culture.	Agrologie.	Minéralogie.
	Forces et instruments pour la travailler.	Mécanique appliquée à l'agriculture. . . .	Mécanique.
Moyens de suppléer aux substances qui manquent à la terre pour la complète nutrition des végétaux.	Leur choix, leur combinaison, leur préparation, leur valeur relative, etc.	Science des engrais. .	Chimie.
L'eau.	Les moyens de la mettre à portée des plantes pour suppléer à l'humidité naturelle ; les moyens de se débarrasser de l'humidité superflue.	Hydraulique appliquée à l'agriculture. . .	Hydraulique.
Météores, chaleur, lumière, humidité des différents pays. . .	Leur étude en rapport avec la végétation.	Météorologie agricole.	Physique.
	Moyens de soustraire les végétaux et les récoltes à leur action. . .	Architecture rurale. .	Architecture.
Les animaux dans leurs rapports avec l'agriculture.	Animaux utiles et nuisibles aux plantes.	Zoologie agricole. . .	Zoologie.
	Animaux domestiques ; leur élève, leur éducation, leur usage. . .	Zootechnie.	Zoologie.
		2° Sciences noologiques.	
Lois de la production, de la répartition, de la consommation des produits agricoles.	Economie sociale appliquée à l'agriculture.		Economie sociale.
Rapport de l'agriculture avec la société. . . .	Droit civil appliqué à l'agriculture.		Droit civil.
			Physiologie.

B. Agriculture.

1° Les plantes considérées isolément.

1. Préparations mécaniques du sol.	Procédés généraux de culture considérés sous le double rapport de la bonne exécution et de l'économie.	
	Amendement ou application de substances qui modifient les propriétés physiques du sol.	
2. Application des substances nutritives au sol. .	Engrais divers ; leur qualité et leur valeur relativement au sol.	
3. Consommation d'eau.	Irrigations.	
4. Histoire agricole des espèces et des variétés des plantes cultivées.	Botanique agricole qui considérerait.	1. Les caractères distincts des plantes ; 2. Leurs conditions climatériques ; 3. Leur consommation d'eau ; 4. Le sol qu'elles exigent ; 5. La culture qui rapproche le plus le sol de ces conditions : 6. Leur consommation d'engrais ; 7. Leur valeur économique.

2° Les plantes dans leurs rapports entre elles.

5. Influence des cultures successives des mêmes plantes et des plantes différentes. Assolements	Théorie des assolements.	
	Assolements relativement au climat et au sol.	
	Economie des assolements.	

TECHNIQUE DE L'AGRICULTURE.

3° *Entreprises agricoles considérées dans leurs rapports avec les hommes.*

ADMINISTRATION DE L'AGRICULTEUR.

6. Direction de l'entreprise agricole.
7. Moyens de se procurer le terrain. . . . . { Louage. / Acquisition.
8. Choix du sujet qui dirigera l'entreprise.
9. Choix du système de culture à adopter, selon le terrain, le climat, les forces dont on dispose, les débouchés
10. Choix des forces à employer.
11. Proportion entre les capitaux et les travaux.
12. Balancement des travaux entre les diverses saisons.
13. Moyen de se rendre compte du résultat économique des travaux. Comptabilité agricole, dérivant des sciences mathématiques.

COURS

D'AGRICULTURE

AGROLOGIE

GÉNÉRALITÉS.

L'étude de la physiologie végétale fait connaître les substances dont les plantes sont formées. C'est dans l'atmosphère et dans le sol qu'elles puisent ces substances, c'est donc là qu'il faut en rechercher l'existence.

Dans l'atmosphère, les plantes trouvent l'acide carbonique qu'elles décomposent en s'emparant de son carbone et dégageant son oxygène, l'eau à laquelle elles prennent son hydrogène, l'azote pur ou sous forme d'ammoniaque et d'acide nitrique. C'est par leurs parties vertes que les plantes s'assimilent les éléments de l'atmosphère.

Les racines des plantes absorbent de leur côté des éléments semblables dissous dans l'eau mêlée au terrain, et d'autres éléments fixes qui ne se trouvent que dans le sol. La variété de ces combinaisons, leur état complexe exigent une étude spéciale qui est une des principales bases de toute science agricole.

Dès que les hommes se furent livrés à la culture, il ne leur fallut pas longtemps pour s'apercevoir que les terres n'avaient pas toutes la même fertilité, que toutes n'étaient pas aptes à produire les mêmes espèces de plantes[1]; ils voulurent en chercher la cause, et alors naquit l'étude des terrains agricoles.

Elle se borna longtemps à l'observation des caractères extérieurs que présentait la terre; elle fut ce qu'elle est encore aujourd'hui pour nos ouvriers, toute locale, toute bornée à un cercle aussi peu étendu que leurs communications journalières. Ici l'on mettait au premier rang les terres noires, ailleurs les terres rougeâtres; ici les terres fortes, là les terres légères. Les objets de comparaison étaient trop peu nombreux pour que des caractères plus généraux, plus invariables pussent être reconnus. Aussi, dans les auteurs de l'antiquité qui avaient cherché à réunir ces observations et à les traduire en système, trouve-t-on le vague qui résultait de l'imperfection de ces connaissances. Columelle personnifie la terre et disculpe cette mère de l'infécondité dont on l'accuse. Elle ne vient, dit-il, que de ce que son sein n'est plus ouvert par le soc couronné des lauriers du triomphateur; et, rappelant ainsi les temps où les dictateurs retournaient à leur charrue à la fin de leur magistrature, il cache la raison d'économie politique sous une métaphore poétique. Dans les temps modernes et après la renaissance des sciences, on a cherché à expliquer le problème de la fertilité du sol par des hypothèses nombreuses; les sels, les savons ont joué un grand rôle; puis le terreau (humus) a été regardé comme la seule substance qui fût assimilée par les plantes. Les progrès de la chimie et une observation plus exacte ont renversé tous ces systèmes, et l'on procède aujourd'hui sur des bases plus solides et avec plus de circonspection. Pour connaître les éléments de la terre qui passent dans la composition des plantes, il fallait analyser complétement celles-ci. Or, pendant

(1) *Nec verò terræ ferre omnes omnia possunt.*

longtemps, et les archives de l'Académie des Sciences en font foi, on s'était livré à d'immenses travaux qui se bornaient à distiller les plantes ; cette méthode imparfaite d'analyse reproduisait pour toutes les mêmes résultats : une huile empyreumatique et du charbon. Les gaz n'étaient pas recueillis. Quand la chimie pneumatique fut introduite, de nouvelles recherches faites par deux de nos plus habiles chimistes, MM. Gay-Lussac et Thénard, n'eurent pour objet que de constater les proportions d'hydrogène et d'oxygène des plantes. Depuis peu de temps seulement et par l'introduction de méthodes plus parfaites dues à l'un d'eux, M. Gay-Lussac, l'emploi des oxydes de cuivre, la présence de l'azote dans les différentes parties des végétaux a été constatée. Il y a peu de temps encore que la présence de ce gaz était considérée comme un caractère de l'animalité, et les végétaux passaient pour ne le contenir que par exception, et seulement dans quelques organes spéciaux.

Mais c'était peu de connaître les parties élémentaires gazeuses des plantes, il fallait encore déterminer leurs éléments fixes. Th. de Saussure commença ce travail en incinérant un certain nombre de végétaux ; Sprengel, Schübler, M. Berthier ont analysé un grand nombre de cendres végétales ; M. Boussingault vient d'y ajouter des travaux d'autant plus précieux qu'ils embrassent un grand nombre de plantes cultivées. Cette étude demande à être complétée par la comparaison des cendres des mêmes espèces crues sur différents terrains, afin de constater quels sont les éléments essentiels de ces espèces et ceux qui peuvent leur être substitués avec plus ou moins d'avantages. MM. Wiegmann et Polstorf ont publié des recherches intéressantes dans cette direction.

Quoi qu'il en soit, ces travaux ont déjà constaté que, parmi les substances faisant partie du sol et regardées comme inertes et indifférentes, il en est bien peu qui ne soient nécessaires à l'organisation des plantes et susceptibles d'entrer dans leur

composition. La découverte de ces nouveaux rapports changeait la face de la science; elle rendait plus utile encore la connaissance des terrains, elle indiquait les nouvelles voies dans lesquelles il fallait marcher désormais, et avec le zèle et le talent de nos savants ces voies ne tardèrent pas à être parcourues. C'est donc d'une science nouvelle et encore en marche que nous allons traiter ; il était nécessaire de bien préciser le point de départ et d'indiquer au début de ce cours les principes qui doivent y présider.

On a donné différents noms à la science qui s'occupe des terrains agricoles. Brard [1] la désigne sous celui de *géonomie*. Ce titre nous semble trop ambitieux ; il semble indiquer une généralité dans l'étude des terrains qui ne s'applique pas purement au point de vue agricole. Thaër l'a appelée *agronomie* (loi des champs) ; mais outre que ce mot, usité depuis longtemps pour désigner la connaissance raisonnée de l'agriculture, a l'inconvénient de le détourner de sa signification reçue, il a aussi celui d'exprimer par son étymologie au delà de ce qu'on voudrait lui faire dire. Nous adopterons un mot nouveau qui, quoique ses racines grecques soient moins précises, peut renfermer notre sujet et ne renferme que lui, c'est le mot *agrologie* (discours sur les champs, sur les terrains agricoles), et nous la définissons : *la science qui a pour objet la connaissance des terrains dans leurs rapports avec l'agriculture*. Pour déterminer les limites de cette science, il ne faudra donc que se demander sous quels rapports l'agriculture a besoin de connaître les terrains.

Les terres remplissent deux fonctions par rapport aux plantes. Elles leur servent de point d'appui, de milieu dans lequel se développent et s'attachent leurs racines; elles servent de réservoir à l'humidité nécessaire pour la végétation, et à différentes substances propres à leur nutrition, à laquelle elles par-

(1) *Minéralogie appliquée aux arts*, t. I, p. 1.

ticipent elles-mêmes par leurs propres éléments : d'où naissent deux points de vue différents. Le premier, tout mécanique, puisqu'il a pour objet de reconnaître le plus ou moins de facilité que les racines trouvent à s'étendre dans le sol, le plus ou moins de résistance que la terre présente aux instruments par le moyen desquels l'homme la pénètre, la divise, la prépare, en un mot pour que la plante puisse s'y développer dans les conditions les plus favorables ; le second point de vue se rapporte à la nutrition des plantes qui doivent tirer du sol une partie des éléments qui entrent dans leur composition, soit que la terre les reçoive et les aménage dans son sein, soit qu'ils fassent partie intégrante de sa constitution. L'on n'aura une connaissance parfaite des terrains qu'autant que, par leur étude approfondie, on aura reconnu et décrit les caractères auxquels ces différentes propriétés peuvent se reconnaître. Ainsi, il nous faudra rechercher par quels signes se manifestent la tenacité des sols, leur faculté de retenir l'eau et les substances qui y sont mêlées ; d'absorber, de conserver les gaz de l'atmosphère ; la manière dont elles se comportent avec la chaleur lumineuse et la chaleur diffuse ; leur rayonnement, les transformations qu'elles font subir dans leur sein, par l'effet des affinités chimiques, aux substances qu'elles renferment, et la nature de ces substances. C'est seulement de la solution de ces nombreux et difficiles problèmes que peut résulter celle du problème final que se pose l'agrologie : l'appropriation et l'appréciation des terrains ; l'appropriation, c'est-à-dire la désignation précise des cultures auxquelles ils sont les plus propres sous un climat donné ; l'appréciation, c'est-à-dire leur valeur relative dans les diverses circonstances climatériques et économiques où l'on se trouve.

Mais que l'on ne croie pas trouver à la fin de ce traité la solution si désirée de ces grandes questions que l'on s'adresse depuis que l'on s'occupe d'agriculture. Quels que soient les

progrès de la science, nous sommes bien éloignés de la croire assez avancée pour que, par son moyen, on puisse déterminer *à priori* la valeur d'un terrain. Nous avons cherché à indiquer la marche à suivre pour arriver à ce résultat, mais on s'abuserait si on pensait qu'on y est parvenu. Il faudra encore de bien longues recherches pour éclaircir tous les points douteux de nos solutions; et quand tous les principes de l'agrologie seraient aussi certains qu'ils sont encore douteux sur un grand nombre de points, la complication de ces solutions, prise dans ce sens absolu en y faisant entrer les éléments du climat, nous mettrait toujours en garde contre les résultats d'un calcul qui pourrait être affecté de graves erreurs. Aussi nos essais pour résoudre la question seront-ils moins ambitieux, et, tout en les recommandant comme un objet d'étude plutôt que de pratique, n'avons-nous pensé qu'à arriver à des valeurs relatives et jamais à une valeur absolue. C'est par cette tentative d'application des principes renfermés dans ce cours que nous le terminerons, en demandant que l'on soit indulgent pour un premier essai et que l'on n'y ait que le degré de confiance attaché à l'incertitude d'un grand nombre de ces principes eux-mêmes.

Que penser donc de la prétention de quelques auteurs allemands et italiens qui ont cru pouvoir baser sur des données théoriques l'importante opération de la confection d'un cadastre, surtout quand on considère le petit nombre et l'isolement des principes dont ils se servent, et l'état de la science quand ils ont publié leurs ouvrages? Pendant longtemps les indications d'un expert local, ou les données historiques recueillies dans le pays sur les produits des terrains, seront préférables à ces solutions abstraites; mais on conçoit cependant un état de la science où ses principes, contrôlés par l'expérience et ramenés par elle au degré de certitude qu'ils n'acquièrent jamais dans les sciences d'application que par cette utile cri-

tique, pourraient finir par offrir des solutions précises. C'est à cette perfection idéale qu'il faut tendre, et il serait peu philosophique d'abandonner la culture de la science elle-même parce qu'elle est encore éloignée de la perfection. Cherchons à connaître le point où elle est parvenue, faisons des efforts pour lui faire faire de nouveaux progrès, mais ne désespérons pas d'elle, et que ses progrès récents soient d'un heureux augure pour l'avenir.

D'ailleurs, dès à présent l'agrologie est loin d'être une étude sans application. Si nous ne pouvons pas encore résoudre son problème final, elle nous donnera cependant les lumières les plus précieuses sur un grand nombre de points où la pratique hésite et ne se décide qu'après des expériences longues et coûteuses. Déjà elle peut prononcer sur l'appropriation de certaines cultures à certains sols, sur les résultats que l'on peut s'en promettre; elle nous apprend les engrais qui peuvent convenir à certains terrains; les sols qu'il faut amender par la chaux, les cendres, le plâtre, les os pulvérisés; ceux où ces amendements seraient dépensés en pure perte; elle nous fournit des méthodes pour évaluer les forces nécessaires à la culture, et sert ainsi d'introduction aux principes d'agriculture proprement dite; enfin, elle nous conduit à une classification rationnelle des terrains, et nous permet ainsi de juger et d'apprécier les résultats des opérations agricoles. Les cultivateurs dont la pratique s'est renfermée dans l'étroite enceinte de leur territoire n'ont pas senti cette nécessité. Les qualités de leur sol, ils les connaissent par les récoltes qu'ils portent, par les travaux qu'ils exigent, par les effets qu'ils éprouvent des saisons et des intempéries; un petit nombre de différences bien tranchées leur suffit pour caractériser les terrains qui les entourent; ils ont leurs terres fortes et légères, leurs terres humides et sèches, leurs terres à blé et à seigle. Les mêmes expériences leur apprennent la valeur relative de ces terres. L'intuition a

tout comparé et tout compensé. Ainsi les grands problèmes de l'agrologie se trouvent résolus pour eux.

Mais ils ne le sont que d'une manière relative au cercle borné où s'est exercée leur observation. Les hommes qui veulent étudier la science agricole dans toute sa généralité ont d'autres besoins. Las d'un empirisme repoussé par tous les arts et qui ne peut plus suffire à l'agriculture, pensant que, si le hasard conduit quelquefois la routine à d'heureuses inventions, c'est la science seule qui les perfectionne et leur donne tout leur développement, ils sentent qu'ils ne peuvent s'expliquer les phénomènes agricoles qu'en se faisant une juste idée du milieu où ils se passent, qu'en ayant les moyens de comparer entre eux non-seulement les cultures et leurs résultats, mais encore les terrains divers où elles ont eu lieu; que tant que les agriculteurs n'auront pas une langue commune dans laquelle ils puissent traduire leurs perceptions, chacun d'eux sera réduit à son expérience individuelle, et que les Arthur Young, les Schwerz, les Lullin de Châteauvieux, les Bürger, voyageront avec moins de fruit, si leurs descriptions agricoles ne sont pas rigoureusement comparables entre elles et ne peuvent pas s'appuyer sur la solide connaissance des terrains qu'ils parcourent et dont ils décrivent les cultures.

Ainsi l'étude de l'agrologie est non-seulement utile à la pratique agricole, elle promet pour l'avenir de nouveaux progrès à la théorie. Mais, pour atteindre le but que nous nous proposons, ce n'est pas trop que d'employer tous les moyens d'investigation qui nous sont offerts par les progrès des sciences.

L'agrologie n'est qu'un point de vue particulier de la minéralogie. Elle doit d'abord mettre en usage les procédés de la science dont elle dérive. Comme elle, elle cherche à connaître : 1° les parties constituantes du sol ; 2° leur mode d'agrégation, leurs mélanges ; 3° les espèces minérales dont elles dérivent, et

le mode de désagrégation qui les a réduites à l'état pulvérulent; 4° elle cherchera à distinguer ensuite les différentes formations terreuses qui se succèdent à la surface des roches fondamentales des terrains : c'est une petite géologie spéciale dont on a trop souvent fait abstraction dans la géologie géographique, et dont MM. Élie de Beaumont et Dufrénoy ont senti l'importance et indiqué souvent les résultats dans leur belle description de la carte géologique de la France.

Après avoir étudié les terres en elles-mêmes, et avoir fait ainsi un supplément indispensable aux connaissances minéralogiques et géologiques, considérées sous le point de vue agricole, l'agrologie sentira le besoin de chercher dans les différents terrains qu'elle aura examinés et classés, les propriétés principales qui se rattachent à l'agriculture. Enfin, elle n'oubliera pas qu'elle est une science technologique, et que son but final est de chercher dans les notions diverses qu'elle aura rassemblées, les résultats économiques qui constituent son but d'utilité ; elle essaiera alors de les appliquer à l'appropriation et à l'appréciation des terrains.

Telle est l'idée que nous nous sommes faite de ce que doit être en ce moment un cours d'agrologie. Avant d'oser en tenter l'exécution, nous devons réclamer beaucoup d'indulgence. Malgré tout ce que l'on a écrit jusqu'à présent sur cette matière, la tâche est nouvelle autant qu'épineuse. Nous avons à proposer plus de problèmes que de solutions; nous exposerons des doutes nombreux bien plus que des certitudes. Un pareil travail ne peut être encore, pour parler exactement, qu'un simple programme. Quand nous tenterons de résoudre quelques difficultés, nous ne le ferons qu'en hésitant et en appelant tous les amis de la science à vérifier, à contrôler des résultats qui auront pour principale utilité d'appeler la contradiction et le débat sur des points encore mal éclairés et négligés. Sous ce rapport, nous espérons faire une œuvre utile. Quelques

années de retard auraient sans doute contribué à la perfectionner et à nous mettre à l'abri de reproches que nous sentons bien devoir souvent mériter ; mais nous avons pensé que ce désir de perfection, cette sollicitude de l'amour-propre devait céder à l'intérêt de la science elle-même, qui, dans ce moment, réclame surtout que l'attention soit appelée sur ses besoins et qu'une discussion sérieuse s'établisse sur ses principes. Nous avons cru devoir céder à ces considérations.

PREMIÈRE PARTIE

DES PARTIES CONSTITUANTES DES TERRAINS AGRICOLES.

INTRODUCTION.

Formés de débris des roches qui constituent la masse du globe, les terrains agricoles qui les recouvrent sont composés des mêmes matériaux ; on peut les y trouver tous. Mais de même que certaines de ces roches sont plus abondantes et se rencontrent plus fréquemment que d'autres, de même aussi elles ont fourni un plus grand contingent à la formation des terres arables. Ce n'est donc pas toujours par l'étude de la roche qui supporte le terrain, que l'on peut juger de sa nature; le mouvement des eaux à la surface a le plus souvent mélangé et confondu ses éléments avec ceux d'autres roches éloignées; d'autres fois encore la décomposition de la roche n'a pu avoir lieu que par l'effet de changements chimiques dans sa nature et par la disparition de plusieurs de ses éléments constitutifs. Une carte géologique ne serait donc qu'une carte agrologique imparfaite. C'est à l'écorce de la terre elle-même que nous devons nous adresser pour connaître sa composition.

On peut sans doute discerner déjà cette composition par le simple examen de la terre fait à la loupe ou au microscope, et précédé d'une lévigation. On y distingue alors la plupart des minéraux simples ou des débris de roche qui par leur mélange concourent à former la terre; cet examen suffit dans bien des cas aux hommes habitués à voir et à juger les terrains, mais il ne leur indique qu'imparfaitement les proportions de leurs éléments constitutifs, et enfin plusieurs substances importantes

s'y trouvent en trop petites quantités ou dans un état de combinaison trop intime pour qu'on puisse en reconnaître la présence. On ne peut donc parvenir à se former une idée complète d'une terre que par le moyen qu'emploient les minéralogistes, c'est-à-dire par l'analyse chimique.

Il y a peu de temps encore, l'on révoquait en doute l'importance agrologique attribuée à la composition minéralogique des terrains. On remarquait que, quelle que fût leur variété, la plupart des plantes y croissaient par la culture; mais l'on ne faisait pas attention qu'elles n'y acquéraient leur pleine vigueur que par des moyens artificiels et coûteux. Ainsi, dans les terrains siliceux, c'était à l'aide de la marne et de la chaux que l'on obtenait de pleines récoltes de froment ou de trèfle; dans les terrains dépourvus de sulfate de chaux, on n'obtenait de bons résultats des légumineuses qu'au moyen du plâtrage; il fallait aider par des cendres la pousse des prairies fauchées, dans les lieux où manquait la potasse; dans les sols calcaires qui contiennent souvent des sels nitreux et fécondants, l'argile et l'oxyde de fer fixaient l'ammoniaque de l'atmosphère et procuraient ainsi un engrais naturel; si les engrais animaux suppléaient en partie à ces substances, c'est qu'ils les contenaient toutes en dose plus ou moins convenable. Il n'était donc pas indifférent de connaître d'abord si la nature du terrain ne constituerait pas le cultivateur en frais par l'absence de quelques-unes de ces substances, ou si leur présence ne le dispenserait pas de ces frais.

L'importance de bonnes analyses est devenue encore plus évidente quand on a essayé de lier les propriétés physiques du sol à sa composition minérale, comme nous essaierons de le faire. Chaque nouveau progrès a rendu cette analyse plus indispensable, et les travaux des Saussure, des Berthier, des Sprengel, des Boussingault sur les cendres des plantes, en nous y faisant retrouver presque tous les éléments du sol, ont

uni par un lien indissoluble l'étude de ces éléments à celle des éléments végétaux, et doivent nous forcer à rechercher ceux qui manquent aux plantes souffrantes, pour nous assurer s'ils ne manquent pas aussi au sol et si l'on ne doit pas chercher à les lui procurer. Toute la théorie des engrais repose désormais sur cette double base; c'est dire assez qu'on ne peut plus négliger aujourd'hui l'étude des parties constituantes des terrains agricoles.

CHAPITRE Ier.

Analyse des terres.

SECTION I. — *Choix des échantillons de terre a analyser.*

On a fait une autre objection contre la prétention d'analyser une terre arable. Selon la critique, la surface d'un champ présente à chaque pas une composition différente; on aura donc l'analyse du centimètre cube que l'on met dans sa capsule, on n'aura pas celle du centimètre voisin. Un champ n'est pas un minéral cristallisé ayant son individualité propre, attestant son unité de composition par sa forme géométrique; c'est un mélange confus, fait au hasard par des agents comme l'eau, par exemple, qui transporte les matériaux avec un vitesse plus ou moins grande, luttant ici contre un obstacle, entraînée plus loin par une pente, laissant déposer avec inégalité les éléments qu'elle tient en suspension, et n'abandonnant que par l'évaporation ceux qu'elle tient en dissolution. Rien n'est plus vrai que cette critique, mais elle n'est vraie que si l'on voulait atteindre un degré d'exactitude absolue. Elle s'applique aussi à l'analyse des roches, et cependant on a trouvé utile de connaître la composition des feldspaths, des micas, des granits

eux-mêmes. Est-ce à dire, pour cela, que le fragment détaché à droite d'une masse de ces substances soit identiquement le même que celui qui est détaché à gauche? Nullement. On a voulu seulement avoir une idée moyenne de la composition de ces roches, sans prétendre arriver à ce degré de certitude qui n'existe pas.

Il en est de même des terrains agricoles, avec cette différence cependant que cette composition moyenne s'écartera davantage encore des extrêmes, dans les différentes parties des terrains. Après avoir ainsi réduit à sa juste valeur le degré de vérité que nous demandons à l'analyse, après être convenu qu'il sera d'autant moins grand que nous voudrons en appliquer les résultats à un plus vaste espace, nous comprendrons cependant que, s'il existe quelquefois des différences assez considérables dans les rapports de quantité des différentes substances, surtout dans les terrains en pente, cependant l'analyse indique encore leur présence, leur degré de subordination, et que ces différences ne sont pas de nature à influer gravement sur les qualités agricoles du sol, sans quoi l'œil seul aurait averti du point topographique qui limitait l'espace de terrain auquel l'analyse pouvait s'appliquer.

Ces prémisses posées, on procédera au choix des échantillons. On remarquera d'abord que le terrain est formé de plusieurs couches superposées qui ont toutes leur importance agricole : 1° la couche supérieure, celle qui est atteinte par les labours, qui reçoit l'impression de l'atmosphère, et dans laquelle se passent les phénomènes de la végétation; 2° la seconde couche, simple continuation de la couche supérieure, mais qui, n'étant pas entamée par les labours, reste plus compacte et reçoit moins facilement les eaux chargées de sels solubles et les impressions de l'atmosphère; 3° une nouvelle couche plus profonde et d'une composition minérale différente. Dans une autre partie nous traiterons plus au long de cette division

importante. Mais, pour avoir une connaissance complète du sol, il est nécessaire de soumettre ces trois couches à une analyse distincte.

Quand on voyage et qu'on recueille des terres pour s'en former une idée générale et non dans un but de science ou d'utilité définie, il suffit de prendre des échantillons de quelques grammes des terres que l'on rencontre; mais quand on veut connaître complétement un sol, il faut suivre les règles suivantes :

1° Les deux premiers échantillons, surtout celui de la couche arable, doivent être d'environ un kilogramme, pris dans toute la profondeur de cette couche; le troisième, du même poids, sera pris à la surface de la couche profonde.

2° On évitera autant que possible de prendre le premier échantillon dans une partie de terre fraîchement fumée.

3° Les échantillons, séchés autant que possible à l'air, seront enveloppés de plusieurs doubles de papier fort et bien ficelés, avec leurs étiquettes, à moins qu'on n'en veuille faire usage immédiatement.

4° Si l'on ne se propose pas d'examiner un terrain spécial, mais que l'on veuille étudier les terrains en général, on choisira dans chaque pays les sols les mieux caractérisés, ceux qui forment un groupe naturel, reconnu pour tel dans la contrée, et dont les propriétés sont le plus généralement admises. A moins de quelque singularité remarquable, on rejettera ceux qui se présentent par petites masses et dont les propriétés agricoles pourraient être douteuses. On recherchera aussi de préférence les terres dont nous possédons des descriptions agronomiques, celles qui sont le siége de cultures modèles, et par conséquent dont toutes les qualités deviennent la matière d'observations nombreuses et de publications.

5° A chaque échantillon correspondra une note répondant le mieux possible aux indications suivantes : 1° le pays ou la

province (le département, l'arrondissement), le territoire (commune), le nom de la propriété et la situation précise du lieu où l'échantillon a été pris, de manière à ce qu'on puisse en retrouver la place. Ordinairement on déterminera cette place par des alignements pris au loin sur des objets naturels et fixes, et si ces objets saillants manquent, on indique la distance à un village, à un chemin, à une rivière, et la direction où l'on a recueilli l'échantillon ; ou, enfin, on désigne la pièce de terre, quand elle porte un nom, et la partie de cette pièce où il a été pris. 2° Le nom vulgaire de la variété de terre qui compose l'échantillon (marne, glaise, terre forte, causse, ségalas, varenne, boulbène, etc.). 3° Les renseignements que l'on pourra se procurer sur l'effet que cette terre éprouve des météores, des saisons (la gelée brise les mottes ; la terre retient l'eau ; elle est emportée par les vents forts ; elle forme une croûte à sa surface avec les pluies, etc.). 4° La profondeur de la couche végétale, semblable à celle de la surface, sans s'attacher à la profondeur des labours. 5° La profondeur de l'eau dans les fossés et les puits, en été et en hiver. 6° L'inclinaison du sol avec l'horizon. 7° Les abris naturels du terrain. 8° La hauteur approximative du sol au-dessus de la mer (cette donnée, l'*altitude*, se trouve, pour la France, sur les nouvelles cartes publiées par le dépôt de la guerre). 9° La végétation naturelle du sol, les plantes adventices qui souillent les récoltes, la nature des arbres et leur venue. 10° Le genre de culture, d'assolement et de rotation auquel est soumis le terrain.

Enfin on ajoutera beaucoup à l'intérêt que présente cet examen, si l'on peut joindre à cette note les renseignements suivants, relatifs à l'appréciation comparée des terres : 11° Le prix vénal moyen de cette espèce de terre dans le pays. 12° Son prix de fermage, soit en corps de ferme, soit en parcelles. 13° Les mercuriales du prix des grains et des fourrages dans

le pays. 14° Les débouchés des grains et l'éloignement des marchés exprimé en heures de marche pour une voiture chargée. 15° Les impositions. 16° Le salaire des valets de ferme. 17° Le salaire des journaliers. 18° Le prix des charrois. 19° Le taux de l'intérêt de l'argent dans la ville voisine.

Il est rare que l'on puisse avoir une suite complète de réponses à ces questions. Bien peu de cultivateurs sauront y répondre avec certitude. Mais les hommes qui savent voir et interroger à propos n'en laisseront guère d'incomplètes après quelques heures de conversation avec les gens d'une ferme.

SECTION II. — *Procédés d'analyse.*

L'analyse d'une terre peut avoir plusieurs buts différents : 1° ou l'on veut se faire une idée de sa richesse actuelle, et alors le dosage de l'azote suffit, il est inutile de la pousser plus loin; 2° ou bien l'on cherche si la terre contient telle ou telle substance spéciale, par exemple si elle contient de la chaux pour apprécier la convenance d'un marnage, si elle contient du gypse, etc., et nous indiquerons à l'article de chacune de ces substances la méthode la plus courte et la plus directe pour s'assurer de leur présence; 3° ou bien, enfin, on veut connaître l'ensemble des propriétés du sol, et alors il faut se livrer à une analyse complète. Celle-ci seule peut nous éclairer sur les phénomènes que présente la végétation, sur les facilités et les difficultés de la culture, sur les modifications que doivent subir les engrais; mais aussi c'est l'œuvre d'un chimiste habitué aux manipulations; et s'il est toujours possible à un cultivateur éclairé de parvenir à faire assez correctement l'analyse spéciale qui consiste à rechercher telle ou telle substance dans le sol, ce n'est que par un ensemble de connaissances chimiques et l'habitude d'opérer que l'on peut espérer de bien réussir une analyse complète. Car, ne nous le dissimulons

pas, les formules que nous allons donner seront bien suffisantes dans le plus grand nombre des cas; mais il arrive aussi quelquefois qu'un praticien aura occasion de les modifier, de les abréger, de les changer, avec grand profit pour son temps et les résultats qu'il obtiendra; enfin, ces analyses exigent un attirail d'instruments et de réactifs qu'il ne conviendrait pas à un cultivateur de se procurer pour traiter quelques terres seulement dont il veut connaître la composition. Il devra alors s'adresser à quelqu'un qui en ait l'habitude, et le nombre de ces personnes s'accroît chaque jour dans nos départements. Les ingénieurs des mines, les professeurs des facultés et des colléges, beaucoup de pharmaciens, ont à leur disposition des laboratoires où les analyses peuvent se faire, et généralement ils s'empressent de mettre leur science à la disposition de ceux qui veulent l'utiliser.

Mais si ces procédés ne peuvent passer dans la pratique agricole habituelle, ils seront un objet d'instruction et de délassement que nous ne saurions trop recommander à nos jeunes agriculteurs que de bonnes études ont familiarisés avec les sciences naturelles. Ils y trouveront une occasion de les cultiver au profit de leur nouvelle profession, et ils leur fourniront les moyens de se rendre compte des phénomènes si variés et si curieux qui se passent journellement sous leurs yeux, et qui sont muets pour ceux qui ne prennent pas l'habitude d'interroger la nature et de se rendre compte de son action. Nous ne saurions trop les engager à se livrer à des études qui ne nous ont jamais laissé un moment de vide dans la solitude des champs, et qui ne s'appliqueront pas seulement à l'analyse des terres, mais encore à une foule d'autres opérations agricoles.

Nous diviserons en trois parties l'analyse d'une terre : 1° le dosage de l'azote contenu dans la terre; 2° la recherche des principes solubles dans l'eau; 3° celle des principes fixes, insolubles.

§ Ier. — Dosage de l'azote.

Nous verrons dans la suite de ce cours que les principes ammoniacaux que renferme le sol sont une des causes les plus importantes de sa fertilité, et celle qui est le plus sujette à manquer ou à disparaître. La valeur relative des engrais est en grande partie, et sous les modifications dont nous parlerons plus tard, proportionnelle à l'azote qui entre dans leur composition ; la richesse actuelle des terres peut aussi être appréciée par cette proportion. On comprendra donc de quelle importance il est de rechercher d'abord cet élément précieux, un des signes principaux de la fécondité de la terre.

Si l'on veut se borner à connaître cette richesse pour le moment actuel et à l'époque où l'on se trouve d'une rotation, le dosage de l'azote sera un excellent indice de la convenance d'appliquer immédiatement de nouveaux engrais au sol, ou de la possibilité de différer la fumure, d'exiger de lui des récoltes épuisantes, ou de ne lui confier que des plantes moins exigeantes. Mais quand on veut apprécier la valeur intrinsèque du sol, sa faculté de retenir avec tenacité une plus ou moins grande quantité de principes azotés, c'est sur les portions du terrain qui n'ont pas reçu d'engrais depuis longtemps qu'il faut opérer. Cette distinction est importante et nécessiterait peut-être que l'on répétât l'analyse sur le même terrain à ces deux états différents. La première analyse apprendrait l'état actuel de la terre, aidée par les fumiers et la culture, et c'est celle qui doit servir de base à l'appréciation ; la seconde indiquerait jusqu'à quel degré une culture négligée pourrait faire descendre le terrain : ce degré dépend de la composition minérale du sol ; et en faisant cette analyse on s'apercevra qu'il est des terrains très difficiles à épuiser complétement, tandis que

d'autres abandonnent tous leurs principes fertilisants avec une grande facilité. On trouvera plus loin des détails nombreux sur ces phénomènes.

Quand on veut se borner à constater la présence de l'azote dans une substance ou dans une terre sans en déterminer la quantité, on prend un tube de 2 à 3 centimètres de diamètre et de 12 centimètres de longueur ; on fait tomber au fond un petit morceau de *potassium* ayant à peu près la grosseur d'un grain de millet, on le tasse avec une tige de platine, puis on ajoute la matière à essayer. Saisissant alors le tube à l'aide d'une pince, on le chauffe dans la flamme d'une lampe d'alcool à la température du rouge naissant, jusqu'à ce que l'excès de potassium se soit dégagé en vapeurs en passant au travers de la matière organique carbonisée.

Après le refroidissement on coupe en deux le tube au moyen d'une entaille faite d'un coup de lime, on détache la substance charbonneuse, on la fait tomber dans une petite capsule de porcelaine contenant de quatre à six gouttes d'eau ; on verse dans la capsule une goutte de solution de sulfate de fer : alors l'addition d'une goutte d'acide chlorhydrique fait apparaître la coloration bleue, propre aux cyanures de fer, si la substance contient une combinaison azotée. Dans le cas contraire, le précipité verdâtre se redissoudrait sans développer de couleur bleue. Cette couleur est d'autant plus intense que la substance est plus azotée ; mais cette réaction n'a pas lieu par les nitrates.

Cette épreuve facile peut dispenser de l'analyse quantitative quand on reconnaît que la terre ou la substance ne contient pas d'azote ; on fera donc bien de la tenter préalablement à cette analyse.

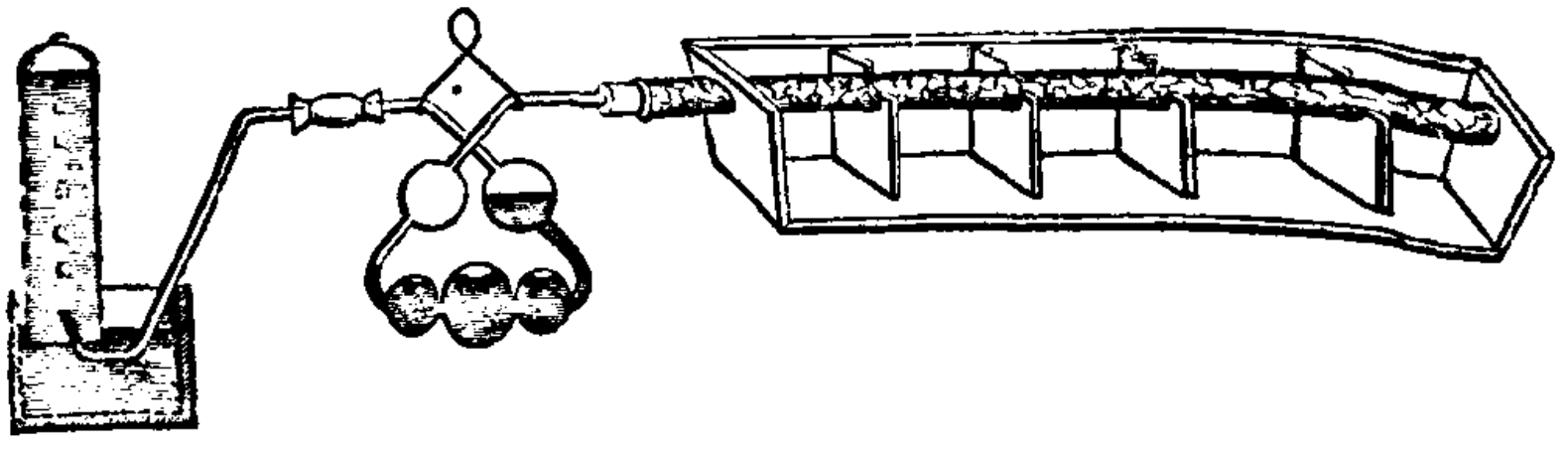
Pour procéder au dosage de l'azote contenu dans le sol, on prend un tube de verre de $0^m,015$ de diamètre et de $0^m,80$ à $0^m,90$ de longueur. Il est fermé et étiré en pointe à une de ses

extrémités. On met au fond de ce tube $0^m,12$ de longueur de bicarbonate de soude, puis $0^m,12$ de bi-oxyde de cuivre; on mêle ensuite bien exactement 10 grammes de la terre à analyser avec du bioxyde de cuivre en quantité suffisante pour que ce mélange occupe environ $0^m,12$ de longueur dans le tube; on le recouvre de $0^m,25$ du même bioxyde de cuivre, sur lequel on met environ $0^m,25$ de cuivre plané et bien exempt d'oxyde en petits morceaux. On recouvre ce tube d'une enveloppe de cuivre laminé, pour éviter sa flexion, dans le cas où le verre chauffé entrerait en fusion ou se ramollirait.

La matière doit être bien desséchée dans le vide sec que l'on fait par le moyen de la pompe pneumatique et le chlorure de chaux, et non avec l'acide sulfurique qui s'empare avec avidité des vapeurs ammoniacales.

On ferme exactement le tube avec un bouchon de liége entrant par force. Ce bouchon est percé d'un trou dans lequel entre à frottement le tube terminal de l'appareil à boules de Liebig, dans lequel on a mis une solution concentrée de potasse caustique; l'autre extrémité de ce petit appareil est mise en communication, à travers un autre bouchon, avec un tube recourbé, dont l'extrémité passe dans la cuve à eau sous une petite cloche destinée à recevoir le gaz qui s'échappe. Telle est la dernière simplification que l'on a donnée à cet appareil, pour lequel on peut ainsi se dispenser d'employer la cuve à mercure sans nuire à la sûreté des résultats.

Fig. 1.



Le tube contenant la matière étant posé sur le fourneau, on

place des charbons ardents seulement sur le fond qui contient le bicarbonate de soude. Il se dégage du gaz acide carbonique qui chasse l'air contenu dans le tube et dans la matière. Quand le bout du tube est bien échauffé, on saisit le moment où il cesse d'arriver de l'air dans la cloche; alors on la retire et on lui substitue une nouvelle cloche graduée. On cesse de chauffer la partie du tube qui contient le carbonate de soude, et l'on commence à chauffer la partie antérieure près du bouchon, en allant progressivement vers l'extrémité fermée et en maintenant toujours une chaleur rouge dans la partie antérieure qui contient le cuivre métallique, mais sans atteindre la partie qui contient le bicarbonate de soude. On continue à chauffer le reste du tube tant qu'il passe des gaz. Quand il ne s'en produit plus, on cesse de chauffer la partie qui contient les oxydes de cuivre, on recommence à chauffer faiblement le carbonate de soude, et quand la partie opposée du tube est refroidie, on dégage le bouchon qui le ferme, et l'on termine ainsi l'opération. On mesure alors, sur l'échelle de graduation de la cloche, le volume de gaz azote recueilli; on observe la température du thermomètre placé dans la cuve et la hauteur du baromètre pour ramener le volume du gaz à 0° de température et à la pression de $0^{m},76$. Pour faire cette réduction, on se sert de la formule $v = \frac{V \times 267}{267 + t}$, où v est le volume réduit, V le volume observé, t la température de la cuve. Ainsi si l'on a mesuré 800 centimètres cubes de gaz à + 22°, on aura

$$v = \frac{800 \times 267}{267 + 22} = 739,1.$$

Le volume du gaz étant en raison inverse des pressions, nous avons la formule $v = \frac{V \times p}{0,76}$, où p représente ici la hauteur barométrique observée ramenée à zéro par une table de réduction; et si cette hauteur a été de 0,755, nous aurons dans ce

cas $v = \frac{739,1 \times 0,755}{0,76} = 734,2$, à quoi se réduit le volume du gaz ramené à zéro de température et à $0^m,76$ de pression.

La plus grande difficulté que puisse présenter cette opération dans les campagnes et les lieux éloignés des laboratoires où l'on prépare en grand le cuivre plané exempt d'oxydation, c'est de conserver ce cuivre dans cet état parfait de pureté, ou de le revivifier en faisant passer sur lui un courant d'hydrogène sec, dans un tube de verre ou de porcelaine chauffé au rouge. Dans cette analyse, le cuivre est nécessaire, parce que dans la combustion des matières azotées par l'oxyde de cuivre, il se forme du bi-oxyde d'azote qui est réduit par le cuivre. Si nous supprimons le cuivre en diminuant de $0^m,25$ la longueur du tube de combustion, ce bi-oxyde d'azote passera dans la cloche avec l'azote, et comme il ne contient que la moitié de son volume d'azote, il altérera les résultats ; mais on parviendra à ne garder que l'azote dans la cloche en laissant le gaz pendant un certain temps en contact avec une dissolution de sulfate de protoxyde de fer.

Cette opération est rendue très simple en employant la potasse et le sulfate de protoxyde de fer, au moyen de l'instrument indiqué par M. Dupasquier [1].

On commence à chauffer la partie du tube qui contient le carbonate de soude, et l'on ne s'arrête que quand on a reçu dans une cloche environ un litre de gaz. Alors l'air atmosphérique étant chassé, on chauffe à partir de la partie antérieure du tube comme dans le procédé déjà décrit. On reçoit les gaz dans une cloche plus grande que dans ce procédé, parce qu'elle reçoit, outre l'azote, le bi-oxyde d'azote et l'acide carbonique : les boules de Liebig sont alors supprimées. Quand l'émission du gaz est arrêtée, on le fait passer dans une éprouvette graduée fermée par le haut. Celle-ci est usée à l'émeri,

(1) *Traité de chimie industrielle*, t. I, p. 183.

dans sa partie inférieure, pour pouvoir pénétrer dans un obturateur ou capsule en verre qui s'y adapte parfaitement. L'obturateur est long de 4 centimètres et profond de 3 centimètres, son diamètre intérieur est égal au diamètre extérieur de l'éprouvette.

On met un morceau de potasse dans l'obturateur, on le passe sous la cloche et on l'y adapte par un mouvement de torsion. On agite ensuite pendant 2 ou 3 minutes ; on plonge dans l'eau l'extrémité du tube, on dégage l'obturateur et l'on note le point où l'eau remonte dans le tube, qui ne contient plus alors de gaz acide carbonique, mais seulement de l'oxyde d'azote et de l'azote. On introduit dans l'obturateur 2 grammes de potasse caustique et 5 grammes de sulfate de protoxyde de fer ; on le plonge dans l'eau pour faire dégager les bulles d'air adhérentes, puis on le fixe au tube ; on retire l'appareil de l'eau, et on l'agite horizontalement pendant une demi-heure qui suffit pour que tout l'oxygène soit absorbé. On le replonge alors dans l'eau ; on retire l'obturateur ; on note le point où remonte l'eau, et l'on a ainsi la quantité d'azote restant.

C'est le dernier degré de simplification auquel soit arrivé le dosage de l'azote.

Cette opération est assez facile quand il ne s'agit que de doser l'azote, sans se préoccuper des autres gaz comme dans notre supposition. Elle est fondamentale pour l'agriculture pratique, puisque c'est encore par son moyen que nous analyserons plus tard les engrais et que nous déterminerons leur valeur relative et leurs équivalents.

La méthode de MM. Warrentrapp et Will qui dosent l'azote par le poids et non par le volume, en transformant ce gaz en ammoniaque par l'action de la potasse et de la chaux, et faisant passer l'ammoniaque à travers l'acide chlorhydrique qui l'absorbe et d'où on le précipite par le chlorure de platine

n'est pas applicable aux terres et aux engrais qui peuvent renfermer des nitrates. D'ailleurs elle est plus longue, plus pénible, plus délicate que celle que nous avons décrite en dernier lieu. M. Peligot, il est vrai, a simplifié la méthode de MM. Will et Warrentrap, en remplaçant l'acide chlorhydrique par un volume connu d'acide sulfurique titré; au moyen d'une liqueur alcaline également titrée, on détermine la quantité d'ammoniaque absorbée par l'acide sulfurique. Cet essai donne la quantité d'azote cherchée. Mais le titrage des réactifs employés ne peut guère être fait ailleurs que dans des laboratoires de chimie bien montés.

§ II. — Analyse des substances solubles dans l'eau.

C'est seulement à l'état de solution que les substances qui se trouvent dans le sol peuvent passer dans la végétation et lui fournir les éléments des parties constituantes des plantes; nos recherches les plus importantes doivent donc tendre à nous faire découvrir la nature et la qualité de ces substances. Ce n'est pas, au reste, qu'on les trouve toujours dans un même sol en égale quantité; elles sont susceptibles de varier par plusieurs causes. Ainsi, l'ammoniaque de l'atmosphère est entraînée sur la surface de la terre par la pluie; les orages fournissent de l'acide nitrique qui, avec les bases alcalines et terreuses, forme des sels solubles; les eaux de pluie et les eaux courantes imprégnées d'acide carbonique sursaturent de cet acide les carbonates de chaux et de magnésie, et les rendent solubles; les débris de la végétation et les engrais apportent de nouveaux principes au sol, et toutes ces substances solubles, provenant de tant de sources différentes, sont ensuite entraînées dans les profondeurs de la terre, ou même, si le terrain est en pente, sur des parties plus basses, par les pluies abondantes ou l'irrigation. Enfin la chaleur du sol permet la

volatilisation de certaines substances solubles, comme les sels ammonicaux.

Les substances solubles des terres arables sont en petite quantité, et il est nécessaire d'agir sur une masse un peu considérable de terre, afin d'en obtenir une quantité suffisante pour pouvoir être analysée. On doit opérer au moins sur 0,5, et quand on le peut, sur 5 ou 6 kilogrammes ; on fait digérer la terre dans de l'eau distillée, en agitant de temps en temps pour mettre toutes les particules en contact avec l'eau. On laisse reposer, on décante, on filtre, et l'on a alors à analyser une véritable eau minérale pour laquelle on emploie les procédés suivants :

1° On fait bouillir une portion de cette eau pour chasser l'acide carbonique en excès qui tient certaines bases en dissolution ; ces bases se précipitent et l'on peut avoir de la chaux, de la magnésie, de l'oxyde de fer, du sulfate de chaux, que l'on sépare par la décantation ; le précipité est lavé jusqu'à épuisement et évaporé à sec.

2° On acidifie le résidu avec l'acide nitrique étendu ; on précipite le fer par l'hydrosulfate d'ammoniaque. Le précipité est filtré, lavé, calciné et pesé.

3° La liqueur évaporée, puis traitée par de l'eau alcoolisée, abandonne le sulfate de chaux que l'on dessèche et pèse.

4° L'eau de l'avage (3°) est mêlée avec un excès d'oxalate d'ammoniaque qui précipite la chaux à l'état d'oxalate de chaux ; on filtre, lave, calcine et pèse ; on a la chaux pure.

5° On traite la liqueur de filtration (4°) par un excès de carbonate de potasse, on évapore à sec et on reprend par l'eau bouillante, qui laisse la magnésie à l'état de carbonate. On calcine vivement et l'on a la magnésie.

6° On prend une portion déterminée des eaux de lavage de la terre, on l'acidifie par l'acide chlorhydrique, on fait évaporer doucement à 100° ; le résidu est ensuite pesé, puis placé

dans une petite capsule de platine, chauffé au rouge faible ; la perte de poids, s'il y en a, est égale à la quantité de chlorhydrate d'ammoniaque existant dans le résidu et qui provient du carbonate d'ammoniaque que contenait l'eau ; d'après cette perte de poids, on a celui de l'ammoniaque de la terre.

7° On procède alors sur l'eau de décantation (1°) à un essai pour s'assurer si elle contient des nitrates. On met au fond d'une éprouvette de l'acide sulfurique pur et concentré ; on verse sur l'acide quelques gouttes de l'eau à éprouver ; on l'agite ; quand le mélange est refroidi, on y verse goutte à goutte une solution concentrée de protosulfate de fer. Si la solution contient des nitrates, il se manifeste alors une couleur rose ou pourpre [1].

8° Quand la solution contient des nitrates, on en évapore une portion à siccité ; on pèse le résidu.

9° On traite ce résidu (8°) à plusieurs reprises par l'alcool chaud, on filtre, lave le filtre avec de l'alcool, et évapore la liqueur alcoolique. Le résidu pesé peut contenir des chlorhydrates et des nitrates de chaux, de magnésie et de soude.

10° On dissout le résidu (9°) dans l'eau, et on verse dans la moitié de cette eau de l'oxalate d'ammoniaque en excès. La chaux se précipite ; on filtre.

11° L'eau de filtration (10°), évaporée à siccité, est calcinée. Il restera dans le creuset du chlorure de sodium et de la magnésie. On traite par l'eau qui dissout le sel et n'a point d'action sur la magnésie qu'on lave, sèche et pèse. Les eaux de lavage abandonnent le chlorure de sodium par l'évaporation.

(1) Pour que ce procédé de M. Desbassyns de Richemont soit concluant, il faut être bien sûr de la pureté de l'acide. On la constate en versant de la solution de protosulfate de fer dans l'acide lui-même, sans autre addition. Il est rare qu'il soit assez pur pour ne pas se colorer un peu, et l'on juge alors de la présence des nitrates dans les solutions essayées quand la coloration s'accroît sensiblement par leur addition.

12° On prend l'autre moitié de l'eau (10°), et précipite par le nitrate d'argent ; on a du chlorure d'argent que l'on sèche, que l'on pèse, et en retranchant du chlore indiqué par la pesée celui qui appartient au chlorure de sodium trouvé (11°), on a celui qui était combiné avec du calcium et du magnésium. Le calcul donne alors facilement, par une différence, le poids de la chaux et de la magnésie qui étaient unies avec l'acide nitrique, et par conséquent celui de ce dernier.

13° On reprend alors par l'eau les matières qui n'ont pu se dissoudre dans l'alcool (9°) ; ce sont les sulfates de chaux, de soude, de fer ; le nitrate de potasse, des chlorures de potassium et de sodium.

14° On partage la solution (13°) en deux parties ; on traite la première par le nitrate de baryte qui précipite l'acide sulfurique, l'autre par le nitrate d'argent qui précipite le chlore des chlorures. On sèche, on lave les précipités, qui indiquent les quantités d'acide sulfurique et de chlore de la solution.

15° La première partie de la solution (13°) nous ayant donné la quantité de chlore par le poids du chlorure d'argent, on rapproche la liqueur de lavage, on y ajoute du chlorure de platine qui précipite la potasse à l'état de chlorure double, qu'on lave avec de l'eau alcoolisée pour éviter sa dissolution, et donne la soude par la différence du poids de la potasse à celui des bases nécessaires pour saturer l'acide sulfurique et le chlore qui existaient dans la solution ; ou bien on précipite la soude par l'antimoniate de potasse d'une moitié de la solution, et la potasse par le chlorhydrate de platine de l'autre moitié.

16° La seconde partie de la solution (13°) nous a donné la quantité d'acide sulfurique par le poids du sulfate de baryte. On traite la liqueur de lavage comme il a été dit 2° et 4° pour avoir la chaux et le fer.

§ III. — Analyse de la partie insoluble dans l'eau.

Quoique cette partie de l'analyse n'ait pas pour la nutrition des plantes une importance aussi directe que celle des gaz et des substances solubles du sol ; quoique ces raisons aient influé sur le jugement défavorable que plusieurs savants agriculteurs avaient porté sur les procédés chimiques appliqués à l'agriculture, quand ces procédés incomplets ne s'attaquaient qu'aux substances minérales les plus fixes du sol, cependant elle a encore une grande valeur pour celui qui réfléchit qu'il se trouve là plusieurs corps susceptibles de se décomposer naturellement et qui fournissent des éléments solubles à la plante ; tels sont, par exemple, les silicates de potasse, les carbonates de chaux et de magnésie, etc. Quand on voit tous ces principes fixes faire partie du squelette des végétaux et témoigner ainsi de leur solubilité, quand enfin on reconnaît l'influence que quelques-uns d'entre eux, l'alumine, par exemple, ont sur les propriétés physiques de la terre, on sent que plus on aura d'analyses exactes et complètes comparées à la végétation du sol et à ses propriétés, et plus ces analyses seront utiles. Parmi les procédés nombreux qui peuvent être employés et que le génie des chimistes habiles variera sans doute, selon les cas et leur inspiration, je vais en décrire un seul qui embrasse les substances qui font habituellement partie des terrains agricoles.

Quand on possède de bonnes balances d'essai, l'on peut opérer l'analyse sur 2 grammes de terre ; mais pour peu que la balance ne trébuche pas au milligramme, on fera bien de porter le poids de la terre à 5 grammes.

Les opérations préalables consistent à cribler une certaine masse de terre à travers un crible dont les trous aient 1 millimètre de diamètre. On pèse séparément la partie qui a passé par le crible et celle qui est restée sur le crible ; cette dernière

est l'élément pierreux et graveleux de la terre, et le rapport des poids donne celui de cet élément à l'élément terreux.

C'est sur ce dernier que l'on opère ensuite, en le desséchant à 100 degrés, puis dans le vide, jusqu'à ce qu'il ne perde plus de son poids. On en pèse alors plusieurs lots de 2 ou de 5 grammes, selon la quantité que l'on veut analyser, et on les porphyrise avec soin.

1re *Opération*. Elle a pour but le dosage du terreau qui se trouve dans la terre. Ce terreau présente des parties à différents états, les unes solubles dans l'eau, les autres dans les alcalis, les autres dans les acides ; d'autres enfin, et ce sont les matières charbonneuses, insolubles dans tous ces agents.

1° Pour obtenir d'un seul coup tout ce qui est soluble, on traite une portion de la terre par l'acide chlorhydrique, une autre par l'eau ; on en met une troisième à digérer, pendant vingt-quatre heures, dans de l'ammoniaque liquide. On filtre, on lave, on dessèche et on pèse les résidus.

2° Si l'on se servait de la chaleur rouge pour brûler la matière charbonneuse du terreau, on risquerait de la confondre avec de l'eau qui s'évaporerait. On obtiendra cette matière en chauffant la terre avec quatre fois son poids de litharge (oxyde de plomb) dans un creuset d'argile luté ; si la terre contient des substances combustibles, il se produit une quantité de plomb métallique dans la proportion de 35 pour 1 de ces matières. On retire le plomb par la lixiviation.

2e *Opération*. Cette opération a pour but de déterminer les parties non combustibles de la terre.

1° On prend un nouveau lot de 2 à 5 grammes de terre que l'on dessèche. On le traite par l'eau bouillante pour dissoudre les matières solubles et le sulfate de chaux. On évapore l'eau filtrée jusqu'à siccité ; on lave le résidu sec avec de l'eau fortement alcoolisée qui reprend les matières solubles, mais laisse le sulfate de chaux que l'on sèche et que l'on pèse.

2° On chasse l'alcool de la dissolution (1°) et on fait bouillir le résidu avec de l'acide acétique qui s'empare des bases des carbonates; on filtre. On précipite la chaux de l'eau de lavage par l'oxalate d'ammoniaque en excès; on filtre, on sèche, on pèse, et l'on a de l'oxalate de chaux que l'on réduit en carbonate par le calcul.

3° On verse dans l'eau de lavage (2°) une solution de phosphate de soude qui précipite la magnésie à l'état de phosphate ammoniaco-magnésien. Ce sel contient 0,367, ou mieux, à cause des pertes, 0,40 de magnésie. On filtre, on sèche, on pèse : on a la magnésie.

4° On mêle bien exactement le résidu (3°) avec quatre fois son poids de carbonate de potasse dans un creuset de platine, assez grand pour que la matière ne déborde pas dans son ébullition. On met ce creuset de platine dans un creuset d'argile, et l'on chauffe à rouge dans un fourneau à réverbère. Quand le creuset est refroidi, on détache le culot qui s'est formé, on le dissout dans l'acide chlorhydrique, on évapore à siccité, on reprend par l'eau, on filtre, on lave, et l'on recueille la silice sur le filtre; on la calcine et on la pèse.

5° On sature l'eau de lavage (4°) par le sulfhydrate d'ammoniaque, et l'on précipite l'alumine, le fer et le manganèse.

6° On enlève du filtre le précipité humide (5°), on le fait bouillir dans la lessive de potasse caustique, on étend d'eau, on lave et on filtre; le fer et le manganèse restent sur le filtre.

7° On précipite l'alumine de la liqueur de filtration (6°) par l'ammoniaque. On lave, on sèche et on pèse.

8° Le résidu (6°) est traité par l'acide oxalique qui dissout le fer. On filtre, on lave le résidu et on a l'oxyde de manganèse.

9° On sature par l'ammoniaque l'eau de lavage (8°), et l'on précipite l'oxyde de fer ; on filtre, on lave et l'on pèse.

3e *Opération.* On a obtenu toute la silice par l'opération précédente, mais il est impossible de distinguer celle qui était

à l'état de quartz et celle qui était combinée. Pour y parvenir, on traite un lot de terre par une dissolution de potasse caustique qui dissout la silice combinée. On précipite l'alumine de la liqueur par l'ammoniaque, puis on acidifie la liqueur de lavage; on réduit le liquide à siccité; on reprend par l'eau; la silice se précipite; on filtre, on lave, on dessèche et on calcine. On a le poids de la silice combinée, et en le soustrayant du poids total de la silice obtenue par la précédente opération, on a aussi celui de la silice libre. On reconnaît aussi par là l'état des matières organiques et leur disposition à se dissoudre par l'intermédiaire des alcalis.

4e *Opération*. Dans les opérations précédentes, on s'était servi de différents réactifs contenant de la potasse qui ne permettait pas de doser les alcalis contenus dans la terre; pour les déterminer, on emploie le procédé suivant :

On place une couche de 12 à 13 millimètres d'épaisseur de fluorure de calcium pulvérisé dans une capsule de plomb; au milieu de cette capsule, une capsule de platine qui contient la terre à analyser est soutenue par un anneau de plomb; on humecte la terre. On verse de l'acide sulfurique sur le fluorure de calcium et l'on couvre la capsule de plomb par un couvercle en plomb; on chauffe à une faible lampe à l'esprit-de-vin ou à un bain de sable. On remue la matière de temps en temps, et on l'humecte avec un peu d'eau; toute la silice se dégage à l'état de fluorure de silicium gazeux. L'opération dure deux heures et doit être faite en plein air. On peut alors obtenir les alcalis en reprenant par l'eau et en traitant comme cela est indiqué précédemment § II, 15°, p. 54.

5e *Opération*. Il s'agit de doser l'acide phosphorique.

1° On mêle un lot de terre avec $\frac{1}{10}$ de son poids de peroxyde de fer. On traite le mélange par l'acide chlorhydrique. On précipite la dissolution par l'ammoniaque, on lave, on sèche. Le précipité contient la totalité de l'acide phosphorique.

2° On lave le précipité (1°) avec de l'acide acétique allongé d'eau qui dissout la chaux, la magnésie, les oxydes de fer et l'alumine en excès. On filtre, et l'on a un résidu qui contient du phosphate de fer, du phosphate d'alumine et peut-être un peu de silice.

3° On redissout le précipité (2°) dans l'acide chlorhydrique, on évapore à siccité et l'on calcine le résidu pour rendre la silice insoluble. On reprend par l'acide chlorhydrique, on lave, on dessèche, on pèse; 100 parties du résidu calciné contiennent 50 parties d'acide phosphorique.

§ IV. — Résumé des résultats de l'analyse.

Dans la série de procédés que nous venons de décrire, nous avons agi par différentes opérations sur différentes doses de terre. Il faut maintenant réduire tous les résultats à un dénominateur commun. A quelque dose que l'on ait opéré sur les substances solubles, on a obtenu séparément les acides et les bases, mais pour la plupart d'entre elles ce n'est que par conjecture que l'on peut assigner les sels que ces bases et ces acides constituent entre eux. Les carbonates que l'on précipite à part par l'ébullition donnent seuls un résultat certain, mais s'il se trouve plusieurs autres acides dans la solution, la manière de les répartir sur les bases devient un problème indéterminé dans lequel le tact de l'analyste supplée au petit nombre de règles positives que l'on peut indiquer. On sait que les sous-carbonates de soude et de potasse excluent les sulfates de magnésie, d'alumine, de fer. On procède donc par tâtonnement, en ayant égard aux probabilités de rencontrer tel ou tel sel dans la solution, et l'on s'arrête ensuite à la composition qui tient le mieux compte de toute la quantité de base et d'acide donnés par l'analyse, d'après les tables de nombres proportionnels. Mais il sera toujours convenable de conserver en tête de

l'analyse les résultats directs, indiquant séparément les acides et les bases, pour servir à la vérification des résultats conjecturaux qui indiquent la composition des sels. Tous ces nombres seront écrits en réduisant à l'unité de kilogramme la quantité de terre sur laquelle on a opéré.

A la suite des substances solubles, on écrit le poids du terreau charbonneux, réduit à la même unité; on en agit de même pour toutes les substances minérales fixes. On obtient ainsi tous les éléments qui constituent le terrain soumis à l'analyse, et c'est seulement sur des opérations aussi certaines que l'on pourra baser des raisonnements agronomiques. L'imperfection des méthodes d'investigation usitées jusqu'à ce jour rend suffisamment compte du mépris des meilleurs esprits pour l'examen chimique des terres, qui ne pouvait conduire qu'à des conclusions sans aucune valeur.

CHAPITRE II.

Histoire des éléments des terrains agricoles.

Après avoir décrit les moyens de constater par l'analyse et de séparer l'un de l'autre les divers éléments qui constituent nos terres arables, il faut examiner les propriétés agricoles de chacun d'eux, et ce ne sera qu'après les avoir ainsi étudiés un à un que nous pourrons nous faire une juste idée de l'effet de leur mélange.

Section Ire. — *De la silice.*

La silice se trouve dans les terres en plusieurs états : 1° sous forme de cristal de roche ou de quartz, insoluble dans l'eau et les acides, et ne pouvant être attaquée par eux qu'après sa

calcination avec un alcali, la potasse, la soude ou la chaux; 2° sous forme d'une poudre blanche, très fine, provenant de la décomposition des silicates, soluble dans les acides forts et dans une solution alcaline, et même, à l'état naissant au moment de sa séparation des bases avec lesquelles elle était combinée, soluble dans l'eau, comme le prouvent les résidus des eaux de certaines fontaines et des eaux minérales, parmi lesquelles on peut citer en première ligne les Geysers en Islande, qui déposent de la silice autour de leur source; 3° enfin, en combinaison avec d'autres substances, formant des sels où elle joue le rôle d'acide, comme avec l'alumine, la potasse, la soude, le fer, la magnésie, etc.

A l'état de quartz, la silice, selon la grosseur de ses particules, modifie différemment les propriétés physiques du sol. Ainsi le sable siliceux à gros grains ne retient que 0,20 d'eau, tandis que le sable très fin en retient 0,30. Le sable grossier ne peut faire corps et manque totalement de tenacité, tandis que le sable fin employé à des moulages parvient à faire corps et acquiert une certaine tenacité. Le sable grossier humide n'a aucune cohésion, mais le sable très fin s'attache aux instruments. Plus le sable a de finesse, et plus il est mobile et sujet à être emporté par le vent. Costaz a constaté que les grains de quartz qui forment le sol des déserts de Libye ont environ 0,7 mill. de diamètre [1]. Ainsi l'abondance de la silice tend à rendre le sol facile à travailler, mais mobile, sujet à être déplacé par les grands vents qui mettent les racines des plantes à nu, et exposé aux sécheresses qui atteignent facilement ces racines; ce sol ne s'emparant pas des substances solubles, mais les laissant filtrer quoique lentement, il lui faut des engrais souvent renouvelés, sans lesquels un terrain purement siliceux est complétement stérile.

Le moyen le plus court de doser le quartz est de faire bouillir

(1) *Mémoire de Costaz sur la descript. de l'Egypte,* t. II, p. 264.

la terre avec de l'acide chlorhydrique, qui dissout les autres substances, mais n'attaque pas le quartz.

La silice soluble provenant de la décomposition des silicates est intimement mêlée à la terre sous forme de poussière très fine. Quand on chauffe fortement cette silice, elle devient inattaquable aux acides et aux dissolutions alcalines.

Au moment de la décomposition des silicates, la silice à l'état naissant est soluble dans l'eau; cela explique comment elle peut passer dans les végétaux par l'absorption de leurs racines; pourquoi sa quantité proportionnelle augmente toujours avec l'âge des végétaux, son peu de solubilité ne permettant pas qu'elle se dissolve de nouveau et soit entraînée après avoir été déposée. Elle s'accumule surtout sur les feuilles et se manifeste ensuite dans le terreau qui résulte de leur décomposition et où elle se trouve en abondance. Elle forme les 0,043 des tiges du froment; les 0,063 de celles du seigle; les 0,069 de celles de l'orge; les 0,004 de celles des pommes de terre; les 0,037 de celles du trèfle, selon les analyses de Bergman et de Ruellert[1]. La silice pure forme des concrétions aux nœuds des graminées; elle compose l'épiderme extérieur et luisant du bambou, et est un des éléments qui donnent aux végétaux leur solidité et constituent en grande partie leur squelette; mais son abondance dans la nature rend son rôle nutritif assez peu important, et elle doit être envisagée surtout sous le rapport mécanique.

La silice contenue dans la terre ne peut se doser que par les moyens analytiques que nous avons décrits dans le chapitre précédent.

Section II. —*Du feldspath.*

Le feldspath est un silicate d'alumine et de potasse, ayant

(1) *Bulletin des sciences agricoles*, t. III, p. 323.

la forme d'un prisme rhomboïdal, une apparence vitreuse qui devient terne à mesure qu'il se décompose. On en trouve des fragments dans toutes les terres qui proviennent des granits, ou dans les terrains d'alluvions venant des montagnes granitiques. Le fedspath ne se dissout pas plus que le quartz dans les acides. Tant qu'il est entier, il agit sur le sol à la manière du gravier et du gros sable. En se décomposant, il se change en argile, qui se dépouille graduellement de la potasse par l'action de l'eau chargée d'acide carbonique. La propriété que possède cette eau de dissoudre les silicates alcalins explique la fertilité du sol arrosé par des sources qui sortent des terrains feldspathiques et qui sont chargées d'alcalis et d'un peu de silice. L'eau de pluie et surtout celle qui est en contact avec le terreau est par cela même très propre à attaquer les débris de feldspath qui sont mêlés aux argiles, à leur enlever la potasse et à la mettre à la disposition des plantes.

SECTION III. — *De l'argile.*

Il règne une si grande confusion sur ce que l'on a désigné sous le nom d'argile, qu'il faut commencer par s'en faire une idée bien nette, si l'on veut bannir définitivement le vague que des termes mal définis ont perpétué dans l'agrologie.

L'argile est une combinaison de 52 parties de silice, de 33 d'alumine et de 15 d'eau. Elle est plastique, c'est-à-dire qu'elle a la propriété de faire une pâte liante avec l'eau, ce qui la rend difficile à travailler dans la culture quand elle est mouillée. Elle durcit beaucoup et oppose une grande résistance aux instruments d'agriculture à l'état sec.

Il est une autre propriété de l'argile qui doit fixer aussi l'attention des agriculteurs, c'est sa faculté de s'emparer des gaz ammoniacaux et de les retenir entre ses particules. Selon

Liebig, il se forme même de véritables sels alumineux dans lesquels l'ammoniaque joue le rôle de base [1]. Si l'on humecte une argile ou une terre argileuse avec une solution de potasse, il s'en élève une vapeur ammoniacale qui fait promptement passer au bleu le papier de tournesol rougi [2]. Ce dégagement dure quelquefois pendant plus de deux jours. Cette propriété coïncide toujours avec une odeur particulière que répandent les terres argileuses, quand elles sont humectées ; et en effet, c'est par son émanation plus ou moins forte que les agriculteurs jugent de la présence et de l'abondance de l'argile dans les terres.

M. Bérard a fait des expériences qui prouvent que l'argile brûlée absorbait avidement les gaz, et devenait ainsi un bon récipient des gaz de l'atmosphère.

Les agriculteurs savent que quand ils mettent en valeur des terres argileuses, depuis longtemps épuisées, la première fumure paraît ne produire aucun effet; l'argile s'en est emparée, elle retient dans son tissu les gaz ammoniacaux, et ce n'est quelquefois qu'après plusieurs fumures que la terre est saturée et paraît se ressentir de nouvelles doses d'engrais; mais alors les terres amenées à cet état sont très fertiles. Si l'on continue à en tirer des récoltes sans les fumer, les produits baissent peu à peu, et quand l'humidité de la saison, en humectant fortement l'argile, met de l'eau surabondante à portée de l'ammoniaque contenue dans les pores de l'argile, cette eau s'empare de ce gaz et le transmet aux racines des plantes; l'argile s'appauvrit ainsi de nouveau.

Il est assez facile à un praticien exercé, ou à un homme qui tient un compte exact de ses opérations, de juger si une terre argileuse se trouve dans cette position moyenne où l'engrais

(1) *Chimie organique*, introduct., p. CIX.

(2) Voir une note de M. Bouis, *Annales de chimie*, t. XXXV, p. 333.

donne exactement des produits proportionnels à sa quantité. Si l'on analyse des terres dans cet état, on trouve qu'avant la fumure elles contiennent environ 0,000015 d'azote pour chaque centième d'argile contenu dans le sol.

Cette donnée est de la plus grande importance : elle nous apprend que toute terre argileuse doit posséder un capital en fumier avant d'être portée à toute sa valeur ; que dans les années de sécheresse où la masse d'argile n'est pas pénétrée d'une humidité surabondante, ce capital reste improductif; qu'il reparaît en partie par l'effet des saisons plus humides ; mais que, dans tous les cas, son existence est nécessaire pour que le fumier ajouté produise tout son effet.

L'argile a encore la propriété de retenir une grande proportion d'eau (70 pour cent de son poids) et de ne la laisser filtrer que difficilement; il en résulte que, dans les saisons sèches, les plantes s'y trouvent mieux, souffrent moins parce qu'elles absorbent alors une partie de l'eau du terrain, mais aussi que, dans les saisons humides, leurs racines, continuellement baignées d'une quantité surabondante d'eau, la transmettent à la plante dont la texture devient lâche et molle, et que même, par la prolongation de leur séjour dans un bain d'eau peu aérée, elles entrent en décomposition.

L'imperméabilité de l'argile quand une fois elle est saturée d'eau, qualité qui la rend si propre à la confection de bassins que l'on veut rendre étanches, empêche aussi les matières solubles contenues dans l'eau qu'elle absorbe de la traverser, de telle sorte que ces matières se déposent entre les molécules de l'argile, quand cette argile vient à se dessécher. C'est ainsi qu'on y rencontre, outre l'ammoniaque, de la potasse et différents autres sels. Ces matières solubles, une fois enfermées dans sa masse, ne peuvent en sortir que par les surfaces de l'argile mise à découvert. L'eau dissout alors la potasse et s'empare de l'ammoniaque. Le labour, en brisant ces particules et exposant

de nouvelles surfaces à l'action des agents extérieurs, met à nu les substances solubles qui peuvent ainsi entrer dans la végétation.

On voit donc quel rôle important remplit l'argile dans la culture, quoique ce rôle soit pour ainsi dire mécanique, car ses principes n'entrent qu'en faible quantité dans la végétation [1]. L'incinération des végétaux y démontre un peu d'alumine; elle forme à peine un centième du poids des cendres. Schrœder l'a trouvée à l'état de pureté dans les grains d'orge et d'avoine et dans la paille de seigle. Y était-elle arrivée sous forme de sel d'alumine et d'ammoniaque?

Section IV. — *Du carbonate de chaux.*

Le carbonate de chaux est une substance très abondante dans la nature. Il forme de grandes masses de montagnes; les courants diluviens et les alluvions l'ont répandu dans presque tous les terrains meubles. Nous n'avons trouvé jusqu'ici aucun sol complétement dépourvu de toute trace de cette substance, mais nous en avons vu quelques-uns qui en étaient presque entièrement composés; tels sont les terrains que l'on a appelés *crayeux*.

Les terrains qui renferment une quantité sensible de calcaire ont des caractères agricoles qui leur sont propres. En les comparant aux terrains purement siliceux ou argileux, on y remarque l'absence de plusieurs plantes impropres à l'alimentation du bétail qui infestent ces derniers terrains, la petite oseille, la matricaire, les oxalis, qui y sont remplacés par le trèfle, les lotiers, la lupuline; les fourrages légumineux y croissent avec facilité; ils sont éminemment propres au froment, et ces qualités sont tellement inhérentes au principe calcaire, qu'il suffit d'en ajouter une très petite quantité aux terres qui n'en contien-

(1) On n'a trouvé jusqu'ici l'alumine en forte quantité que dans le lycopode.

nent pas, un à deux centièmes par exemple, par le chaulage ou le marnage, pour que la végétation des bonnes plantes succède à celle des mauvaises ; pour que le trèfle, la luzerne et le sainfoin y réussissent mieux ; pour que les terres à seigle y deviennent propres à porter le froment, et que celles qui portaient déjà du froment augmentent considérablement leur production; pour que les tiges des plantes deviennent plus fermes et moins sujettes à verser. En même temps appliqué aux terres siliceuses, le principe calcaire leur donne de la consistance; il communique aux terres argileuses la propriété de se déliter par les changements atmosphériques, de se diviser par l'action de l'humidité, de laisser filtrer l'eau surabondante, et prévient son extrême durcissement lors des sécheresses. Toutes ces propriétés du sol calcaire ont été exposées avec habileté par M. Puvis, dans trois ouvrages dont nous recommandons la lecture et l'étude [1].

M. Th. de Saussure décrit d'une manière frappante [2] la différence qui existe entre les sols calcaires et ceux où manque la chaux. « Lorsqu'on passe, dit-il, des montagnes cal-
« caires aux montagnes granitiques, on est frappé des différen-
« tes influences que ces deux sols ont sur la végétation. Le
« sol calcaire paraît l'emporter sur le sol granitique, non-
« seulement par la variété de plantes auxquelles il sert de
« support, mais encore par l'état de vigueur et de prospérité
« où elles s'y trouvent..... Lorsque j'ai dirigé mon attention
« sur les vertus nutritives des végétaux calcaires et des végé-
« taux granitiques, j'ai vu que les animaux qui se nourrissent
« sur les granits étaient plus petits, plus maigres et fournis-
« saient moins de lait que ceux qui se nourrissent sur les ter-
« rains calcaires, quoique les végétaux crus sur les deux sols

(1) *Essai sur la marne; De l'emploi de la chaux; De l'agriculture du Gatinais.*

(2) De l'influence du sol, *Journal de Physique*, 1800, t. II, p. 9.

« fussent les mêmes, et que les quantités de ces végétaux « fournis aux animaux dans ces deux cas fussent égales. J'ai « vu que le lait des montagnes granitiques était moins chargé « de parties butyreuses et caséeuses que celui des montagnes « calcaires. Il n'est point de coureur de montagnes des contrées « que j'habite, qui n'ait pu apercevoir la différence de consis- « tance qu'a la crème sur le Jura, montagne calcaire, et sur « les montagnes granitiques attenantes à la vallée de Cha- « mounix. »

Les analyses auxquelles se livra cet habile chimiste pour reconnaître la composition des végétaux poussés sur ces deux natures de sol lui prouvèrent que les carbonates de chaux et de potasse venaient remplacer en partie la silice dans le squelette des plantes crues sur les terrains calcaires ; serait-ce par l'effet de cette substitution que les organes des plantes seraient mieux disposés à se charger de principes favorables à la nutrition?

Nonobstant les faits que nous venons d'indiquer et que chacun peut constater, les fonctions que remplit la chaux dans la végétation ont été et sont encore le sujet d'opinions fort divergentes.

H. Davy ne considère le carbonate de chaux que comme un amendement propre à améliorer la texture du sol, à augmenter son hygroscopicité ; selon lui, ses effets sont tous mécaniques [1], mais la faiblesse de la dose à laquelle il produit des effets si saillants écarte d'avance toute idée qu'il n'ait pas un autre genre d'action, surtout quand on sait que l'argile et le sable appliqués comme amendement à des terres qui ont des propriétés physiques opposées aux leurs ne produisent quelque effet qu'à des doses énormes, qu'ils ne changent en rien la nature de la végétation et n'en accroissent pas la vigueur. Cette explication ne rend pas compte non plus de la nullité

(1) *Chimie agricole*, t. II, p. 52.

d'action des marnes les plus grasses et les plus hygroscopiques, employées à petite dose sur les terres sablonneuses qui possèdent déjà l'élément calcaire, tandis qu'elles fertilisent ces mêmes sables auxquels manque cet élément. Dans l'un et dans l'autre cas cependant, les propriétés physiques du sol devraient éprouver les mêmes modifications.

D'autres pensent [1] que le principe calcaire de la marne réagit sur le terreau, le rend soluble et propre à passer dans la végétation en neutralisant un principe astringent analogue au tannin et en dégageant l'acide carbonique du carbonate de chaux. On ne peut nier le bon effet de la chaux sur les terrains qui recèlent un principe acide, mais ces terrains sont rares, appartiennent à des sols bien déterminés : les terres de bruyères, les bois défrichés, couverts de terreaux formés de la décomposition de feuilles contenant du tannin; or ce n'est pas seulement sur les terrains de cette espèce que la marne agit avec énergie, et tous les terrains où manque le calcaire, quoique n'offrant pas la moindre apparence d'acidité et d'astringence, éprouvent les mêmes effets.

On ne peut pas non plus admettre d'action directe du carbonate de chaux pour transformer la fibre ligneuse en *géine* (extrait de terreau). Les pièces de bois engagées dans les constructions calcaires ne subissent pas cette altération, et si cette propriété existait, on ne devrait pas trouver trace de terreau dans les terres calcaires, où cependant il existe dans son état d'intégrité, de même que dans les sables et les argiles.

D'autres ont cru que la chaux, rencontrant dans le sol de l'acide ulmique tout formé, se combinait avec lui, produisait de l'ulmate de chaux, qui, quoique très peu soluble dans l'eau (2000 parties d'eau dissolvant seulement une partie de ce sel), ou plutôt à cause de son peu de solubilité, fournit aux végétaux la nourriture qui leur est le plus appropriée et dans la mesure

(1) M. Puvis, *Essai sur la marne*, p. 30.

convenable [1]. Selon Liebig [2], l'existence de cet acide ulmique dans le sol serait une chimère. L'extrait de terreau dont nous parlerons plus loin ne se combine pas chimiquement avec la chaux, et la preuve que cet auteur en donne, c'est l'entière blancheur des stalactites formés par des filtrations, dans des caves surmontées d'un amas énorme de terreau et de terre calcaire.

Enfin, M. Monnier de Nancy a prétendu en dernier lieu [3] qu'un terrain épuisé n'était qu'un terrain rempli des excrétions acides des plantes, se fondant sur l'observation de M. Becquerel, que dans l'acte de la végétation il se produisait toujours de l'acide acétique ; l'embryon agissant comme le pôle négatif d'une pile qui retient les bases et repousse les acides. Selon cet auteur, l'addition de la chaux au sol fournirait la base nécessaire à la neutralisation des acides.

D'après cette hypothèse, qui ne voit que l'action des engrais animaux fournirait par son ammoniaque une base bien plus active encore à l'action des acides? et cependant voit-on qu'ils aient sur les terrains non calcaires les effets de la marne? changent-ils la nature de leur végétation? enfin explique-t-on ainsi le bon effet de la chaux caustique sur les terrains calcaires? Ceux-ci ne contiennent pas de principe acide libre, et cependant la chaux agit avec énergie en plusieurs cas. Ces observations, en détruisant l'absolu de cette hypothèse, ne nous empêchent pas d'admettre l'effet de la chaux sur les acides libres du sol; la présence de plantes acidules les y indique, et les réactifs confirment cette indication. Mais nous ne pouvons rien conclure d'un cas particulier et circonscrit pour établir une théorie générale.

Après avoir éliminé toutes ces explications des effets de la

(1) M. Puvis, *De l'emploi de la chaux*, p. 121 et suiv.
(2) Introduction, p. 122.
(3) *Mémoire sur les engrais.*

chaux dans les terrains, il fallait chercher ce principe d'action. Pour y parvenir, nous avons pris un grand nombre de terres de différentes natures, nous les avons fait digérer dans l'eau distillée, et après la filtration nous avons cherché les substances dissoutes dans les eaux de lavage. Traitées par l'oxalate d'ammoniaque, toutes celles qui contenaient de la chaux ont donné un précipité, dont la quantité allait jusqu'à 1 à 2 millièmes par chaque centième de carbonate de chaux contenu dans les terres. Elles renfermaient donc un sel de chaux soluble.

Nous avons alors recherché si ce sel était un sulfate en essayant les solutions par le nitrate de baryte, et, après avoir mis de côté celles qui donnaient un précipité et qui, par conséquent, contenaient du gypse, nous avons continué nos recherches sur celles qui nous restaient.

Ces mêmes eaux, traitées par le nitrate d'argent, ont donné des précipités de chlorure d'argent pour quelques terres déjà connues comme contenant des chlorures alcalins; elles ont été aussi mises à part. Celles qui ne donnaient pas de précipité ont été traitées par la méthode de M. Desbassyns de Richemont pour s'assurer si elles contenaient des nitrates[1]. Les unes en contenaient, d'autres en étaient exemptes.

Ayant fait bouillir ces dernières eaux pendant quelque temps, il s'est formé un dépôt qui nous a prouvé que le sel calcaire qu'elles tenaient en dissolution était du bi-carbonate.

Reprenant alors toutes les terres calcaires essayées, nous en avons dosé l'azote; elles en contenaient toutes sensiblement; quelques marnes réputées pour leur activité et que l'on emploie en plus petite dose, en contenaient même une quantité assez notable, jusqu'à 0,00164; mais cette quantité était trop petite, comparativement à celle des engrais, pour expliquer l'effet de la chaux.

Ne pouvant trouver la raison de cet effet dans la quantité

(1) Cette méthode est décrite plus haut, p. 53.

de substances solubles contenues dans ces terres, nous avons dû la chercher dans le principe de continuité d'action. Toutes les terres calcaires lessivées ont été exposées à l'air, à l'abri du vent, et humectées de temps en temps pendant six mois. Alors elles ont été soumises à un nouveau traitement, et toutes ont fourni de nouveau un précipité calcaire. Il se formait donc constamment dans ces terres un sel soluble à base de chaux, qui fournissait aux plantes un principe nécessaire, la chaux, et probablement aussi, dans bien des cas, un autre principe plus important encore, l'azote provenant de la décomposition des nitrates ; nitrates qui se reforment aussi constamment dans les terres qui en ont déjà fourni. Ce serait donc en passant à l'état soluble par sa transformation en nitrate et en bicarbonate que la présence de la chaux dans le sol favoriserait l'action de la végétation. Nous reviendrons plus loin et avec plus de détails sur ce sujet.

La terre calcaire pure constitue un terrain froid à cause de sa couleur blanche. Ce terrain retient une grande quantité d'eau (jusqu'à 85 parties pour 100), et quand il est mouillé il se change en une bouillie qui n'offre aucun appui aux plantes ; dans l'état humide, s'il survient une gelée, il se soulève, et au dégel il retombe sur lui-même en déchaussant les racines; il se sèche lentement ; quand il est sec, il laisse trop facilement pénétrer l'air jusqu'aux racines ; il devient pulvérulent et ne leur offre pas non plus un appui convenable ; son manque de ténacité le rend très facile à cultiver, ce qui explique comment un tel sol n'est pas abandonné et comment les cultivateurs suppléent par l'étendue à son peu de produit.

Parmi ces terrains purement calcaires il faut distinguer ceux qui portent le nom de *craies* et qui possèdent, sous le rapport agricole, des qualités particulières, en raison de leur composition et de leur structure, et dont nous parlerons plus loin.

Quand le carbonate de chaux est mêlé au sable siliceux, le

terrain s'égoutte mieux ; il acquiert du liant, offre un meilleur support aux plantes, et est susceptible d'un grand nombre de bonnes cultures s'il peut être arrosé en été ; car pour peu que ce terrain soit coloré, il devient brûlant, et, s'il ne peut être arrosé, il n'est propre qu'aux récoltes qui mûrissent dès la fin du printemps.

Mêlé avec l'argile, le carbonate de chaux forme d'excellents sols qui ont toutes les qualités recherchées par les agriculteurs, surtout s'ils contiennent en outre une portion convenable de sable; il constitue alors les *loams*, un des terrains les meilleurs et les plus recherchés. Les terrains qui contiennent beaucoup de carbonate de chaux mêlé à l'argile, et que l'on pourrait appeler marneux, s'écaillent et se pulvérisent facilement à leur surface par les temps secs ou chauds. Ils perdent ainsi leur ténacité dans les couches supérieures.

Section V. — *De la marne.*

Quoique la marne ne soit qu'un mélange d'argile et de carbonate de chaux auxquels se joignent le plus souvent quelques autres substances, la silice, l'oxyde de fer, etc., etc., nous ne pensons pas faire un double emploi en l'examinant en particulier. En effet, les deux éléments minéraux qui constituent la marne y sont mêlés d'une manière si intime qu'il est impossible de parvenir à imiter la nature par de simples procédés mécaniques, tellement ils sont juxtaposés molécule à molécule. Ainsi, quand on soumet la plus petite particule possible de marne à l'action d'un acide sous l'objectif du microscope, on voit l'attaque se faire par toutes ses faces et par tous ses angles, et l'argile qui reste se trouve composée d'une multitude d'autres particules d'une finesse telle qu'il est presque impossible de l'évaluer.

Quand on a voulu essayer de composer une marne artifi-

ciélle par le mélange le plus exact possible, on a obtenu un produit de l'art ayant des propriétés tout à fait autres que celles de la marne naturelle formée des mêmes éléments. On s'aperçoit d'abord au microscope combien nos moyens mécaniques sont grossiers : même quand nous employons de l'argile le plus finement pulvérisée possible et mélangée avec du carbonate de chaux dans le même état, les particules de chaux sont agglomérées, séparées de celles de l'argile par d'assez grandes distances; l'hygroscopicité, la chaleur spécifique de cette marne artificielle sont tout à fait autres que celles de la marne naturelle, et sa pesanteur spécifique est moindre.

De ce mélange intime et de cette structure de la marne résulte sa faculté de se diviser et de se réduire en poussière quand elle est mouillée ou qu'elle est exposée seulement aux variations hygrométriques de l'atmosphère, à cause du changement considérable de volume qu'acquiert l'argile imbibée d'eau.

On trouve des marnes très compactes, ayant l'aspect extérieur du marbre, et cependant se réduisant à l'air, et assez promptement, en une fine poussière homogène, sans laisser aucun nodus calcaire.

D'autres marnes ont plutôt l'aspect d'un poudingue et sont de véritables mélanges de marne et de nodus de carbonate de chaux, qui ne se délitent pas.

Certaines marnes, ayant éprouvé les effets de l'humidité depuis leur formation, sont déjà délitées dans la minière, se présentent sous un aspect pulvérulent, et sont mêlées quelquefois de plus ou moins de ces noyaux calcaires. Les unes sont grises, d'autres plus ou moins jaunes ou rougeâtres, colorées qu'elles sont par les oxydes de fer. Les variétés des marnes sont infinies, comme les circonstances qui ont pu leur donner naissance.

Le but de l'emploi de la marne est d'ajouter le principe calcaire aux terrains qui manquent de chaux, de le lui fournir sous une forme pulvérulente qui laisse beaucoup de prise aux

influences atmosphériques pour transformer le carbonate calcaire en sels solubles (nitrate et bicarbonate de chaux) ; ses effets sont ceux que nous avons indiqués en signalant la présence de la chaux dans les terrains.

On avait cru longtemps que, pour apprécier les marnes, il suffisait de connaître la quantité de chaux qu'elles contenaient; mais on n'a pas tardé à revenir de cette erreur et à se convaincre qu'il y avait d'autres éléments d'appréciation qu'il fallait rechercher.

M. Lartet, bien connu par ses intéressants travaux de paléontologie, n'avait pas vu sans surprise la différence notable que manifestait l'action de diverses marnes sur la végétation, quoiqu'elles parussent à peu près de même composition minérale, à en juger par les analyses chimiques. Vingt-cinq voitures d'une de ces marnes produisaient un effet égal à celui de deux cents voitures d'autres marnes. Ce savant s'étant adressé à nous pour avoir l'explication de ce phénomène, nous ayant envoyé des échantillons de ces différentes marnes et des terres sur lesquelles il les employait, nous avons été conduit à nous occuper spécialement de cette question.

La meilleure de ces marnes, celle qui produit les grands effets à petites doses, contenait 0,675 de carbonate de chaux, les autres en renfermaient de 0,66 à 0,41. On voit donc que, même dans les plus pauvres de ces dernières, la proportion de chaux n'indiquerait pas la différence énorme des doses que l'on est obligé d'employer.

L'existence de débris fossiles dans les terrains marneux du Gers, d'où proviennent ces échantillons, nous porta à rechercher la quantité d'azote qu'ils contenaient. Traitées à l'appareil de Liebig, les parties superficielles et pulvérulentes nous ont fourni 1 à 1 $\frac{1}{2}$ millième d'azote ; mais les parties compactes et internes de la meilleure marne n'en donnaient plus que des quantités insensibles. Les marnes pulvérulentes offraient de

l'azote ; quelques-unes contenaient de l'acide nitrique rendu sensible, par l'épreuve, avec le protosulfate de fer et l'acide sulfurique ; toutes donnaient du bicarbonate de chaux. Il était évident que c'était par leurs surfaces et leurs efflorescences que les marnes devenaient susceptibles de se charger des éléments de la fertilisation.

L'aspect de ces divers échantillons offrait déjà d'assez grandes différences. La marne de Gaussan, de qualité supérieure, se présentait sous forme de roche homogène, dure, grise, à cassure conchoïde, ayant toute l'apparence et la solidité d'une pierre à bâtir ; les autres ressemblaient plutôt à des poudingues formés d'un mélange imparfait de matières diverses ; les unes rousses et ferrugineuses, les autres grises ; les unes pulvérulentes, les autres dures et en rognons.

Mise à déliter dans l'eau, la marne de Gaussan se réduisit en très peu de temps en une poudre homogène, sans laisser de noyau ; les autres ne se délitèrent qu'en partie, laissant 875 parties sur 1,000 de rognons durs presque entièrement calcaires, et ne présentant par conséquent que 125 parties de matières pulvérulentes, sans qu'un très long séjour dans l'eau parvînt à délayer la partie dure.

Dès lors n'avions-nous pas quelque droit de penser que le mystère était dévoilé? Les agents extérieurs n'agissent sur le carbonate de chaux, pour former les nitrates et les bi-carbonates, que par ses surfaces ; c'était donc la proportion des surfaces et non celle des masses qui devait représenter l'effet qui pouvait être produit par ces marnes.

Pour arriver à un résultat positif, il aurait fallu pouvoir mesurer avec exactitude la dimension des particules ; mais l'entreprise était impossible. Leur grand nombre, la diversité de leur grosseur ne permettaient pas d'y songer. La poudre fine, obtenue par lévigation, se réunissait en petites masses dont on ne pouvait détacher les grains isolés ; en l'humectant, on

parvenait à en séparer quelques grains ; nous en avons trouvé de $\frac{6}{100}$ de millimètre de côté, sans qu'il nous soit possible de dire si ce chiffre était une moyenne ou un minimum.

Ne pouvant ainsi comparer entre eux d'une manière complétement exacte les volumes des particules des deux espèces de marnes, nous avons pris le parti de supposer que les dimensions moyennes de leurs parties pulvérulentes étaient les mêmes. Il restait alors à apprécier celles des noyaux, qui étaient très variables ; mais comme elles pouvaient être exactement mesurées, nous pûmes les réduire à la forme de cubes ayant 4 millimètres de côté, et par conséquent 96 millimètres carrés de surface. Mais un de ces cubes, divisé en petits cubes de $\frac{6}{100}$ de millimètre de côté, en fournirait environ 297,000, ayant ensemble une surface de 6, 415 millimètres carrés. La surface des noyaux (96 millim. carr.) était donc si petite, en comparaison de celle des particules, qu'elle pouvait être négligée, et alors nous avions, pour représenter la puissance de la marne de Gaussan, le nombre 1,000 de ses particules pulvérulentes, et, pour les autres marnes, le nombre 125 qui est pour elles le chiffre de ces mêmes particules; ce qui revient à dire que l'effet immédiat de la marne de Gaussan et celui des autres marnes est dans le rapport de 1,000 à 125 ou de 8 à 1, précisément la proportion dans laquelle s'emploient les deux espèces de marnes.

L'exactitude de ce résultat avait droit de nous surprendre ; mais il était impossible de ne pas l'admettre, ayant répété plusieurs fois l'épreuve des pesées et y ayant trouvé assez peu de différence quand on opérait sur des quantités un peu fortes; car il est bon de prévenir que l'on trouvera dans les marnes de qualité inférieure des portions qui, étant détachées de la masse, se déliteraient entièrement. Ce sont surtout les plus grises, les plus homogènes, les moins ferrugineuses. Ce n'est donc qu'en opérant sur des quantités un peu fortes que l'on peut trouver les véritables proportions des noyaux et des parties pulvérulentes.

Ces résultats, que nous avons eu depuis l'occasion de vérifier et de confirmer sur des marnes de beaucoup d'espèces et dans des pays différents, nous donnent un moyen d'apprécier les quantités relatives de marnes à employer dans les différents cas. Ce n'est plus, comme on le voit, de la seule analyse chimique que doit dépendre cette estimation, il faut la combiner avec la lévigation.

Nous avons vu que les marnes contenant 0,675 de carbonate de chaux et se délitant entièrement s'employaient à la dose de 25 voitures de 0,8 mètre cube; la dose est donc de 20 mètres cubes. Si l'on demande la quantité qu'il faudra de la marne de Leugny (Yonne), qui contient 0,80 d'un carbonate de chaux laissant 0,118 de nœuds calcaires, on remarquera que la partie agissante de cette marne se trouve ainsi réduite à 0,882, ce qui donne $0{,}80 \times 0{,}882 = 0{,}706$ de carbonate de chaux actif. Alors nous aurons le nombre de mètres cubes de marne à employer par la proportion $0{,}706 : 0{,}675 :: 20 : x = 19{,}1$. On voit que c'est à peu près la même quantité qu'à Gaussan; et en effet on emploie aussi 25 voitures de marne à Leugny [1].

(1) Cette marne a fixé notre attention, particulièrement à cause de ce qu'en a dit M. Puvis dans son *Essai sur la marne*. Il la signale comme douée de propriétés particulières donnant à l'eau une consistance glutineuse tout à fait remarquable. Nous avons prié notre confrère, M. Payen, d'en répéter l'analyse. Voici ses résultats :

Eau	13
Partie insoluble à l'acide chlorhydrique . .	120
Alumine et oxyde de fer	15
Carbonate de chaux	800
Chlorures alcalins.	18
Pertes et matières organiques.	34
	1,000
Azote pour 1.000 de matières normales. .	1.62
— de matières sèches . . :	1,64

équivalant comme engrais à 253,08. Ainsi, il faudrait 253 parties de

Si l'on voulait estimer une marne ne possédant que 0,35 d'un carbonate de chaux, ayant 0,60 de son poids en noyaux, on trouverait d'abord que 1 de cette marne ne renfermerait que 0,175 de carbonate de chaux actif, et la proportion 0,175 : 20 :: 0,675 : $x = 77$, nous donnerait la quantité de mètres cubes de cette marne qu'il faudrait employer [1].

On détermine facilement la proportion de carbonate de chaux que renferme la marne en la traitant avec l'acide acétique. Quand l'effervescence a cessé, on sèche le résidu et on le pèse; la perte indique le poids du carbonate de chaux. Ce procédé est suffisamment exact dans la pratique, pourvu qu'avant et après l'opération la marne soit ramenée au même degré de dessiccation.

Pour estimer la quantité de noyaux, on plonge dans l'eau une quantité désignée de marne qui doit être au moins d'un kilogramme; on laisse digérer pendant une heure, ensuite on agite, on décante, on remet de nouvelle eau, et ainsi de suite jusqu'à ce que l'eau reste claire après l'agitation ; alors on sèche et on pèse le résidu qui est composé des noyaux.

Les avantages que présente l'emploi des marnes les plus actives sont immenses. Leur effet est moins long que celui des marnes à noyaux solides qui ne se délitent et n'entrent en action qu'à la longue; il ne dure pas trente ans, comme pour plusieurs de ces dernières, mais aussi il y a bien moins de charrois à faire à la fois, et l'on n'enfouit pas, pour n'en jouir que longtemps après, un capital considérable; les travaux plus rapides ne gênent pas la culture ordinaire de la ferme, tandis

cette marne pour équivaloir à 100 parties de fumier normal de Boussingault et Payen. Or, on l'emploie en moins grande quantité et avec des effets bien différents et prolongés pendant plusieurs années.

(1) Les termes de cette proportion sont les suivants :

0,175 carbonate de chaux de cette marne.
0,675 carbonate de chaux de la marne normale de Gaussan.
20 nombre de mètres cubes de marne de Gaussan employés.
77 nombre de mètres cubes à employer de la nouvelle marne.

que quand il faut transporter de grandes masses, l'entreprise devient inabordable pour le plus grand nombre des cultivateurs ; enfin, l'effet pouvant être borné à la durée des baux, le fermier, sûr d'en retirer tous les profits, s'y livre plus facilement et n'est pas obligé de recourir à des transactions compliquées avec le propriétaire pour s'assurer la jouissance du capital restant en terre. Quand on ne pourra se procurer que de la marne à rognons durs, le procédé indiqué pourra aussi faire apprécier les avantages que l'on doit retirer de son application; il pourra servir d'indice de la durée de ses effets et diriger dans la discussion des intérêts relatifs du propriétaire et du fermier.

M. Teillieux a prétendu avoir constaté que les marnes étaient d'autant plus fertilisantes que l'époque de leur formation était moins ancienne, et il attribuait le peu de succès que l'on avait obtenu de certaines marnes à ce qu'on avait négligé l'appréciation de cette circonstance. Ainsi les marnes de Paris, du Mans, qui reposent en couches horizontales au fond de bassins de vieux lacs d'eau douce sont préférables à celles de la Beauce et de la Touraine, situées sur la craie ; préférables à celles des jurassiques moyens, qui constituent une partie de la Normandie ; préférables à celles qui peuvent se rencontrer sous les couches du calcaire jurassique de Niort, et surtout à celles du lias, qui se rencontrent seules dans un rayon de plusieurs kilomètres autour de cette ville.

Ces aperçus ne sauraient être admis sans être appuyés d'un grand nombre de faits choisis dans des localités et des formations différentes, et soumis aux épreuves que nous venons d'indiquer. Pour mettre en défiance contre une généralisation aussi hasardée, il nous suffira de dire que les marnes les plus riches du Gers sont précisément les plus anciennes, et que leur effet peut se comparer à celui des marnes tertiaires de l'Yonne.

SECTION VI. — *De la magnésie.*

La magnésie se rencontre en masses dans certaines localités sous le nom de magnésite (Salinelles, Gard); on la trouve mêlée au sol des vallées dans lesquelles débouchent des rivières qui descendent de montagnes dolomitiques ou talcqueuses, comme celle de la Durance; la magnésie se manifeste aussi sous la forme de sulfate de magnésie s'effleurissant sur les limons des rivières qui ont traversé les schistes magnésifères.

L'incinération des végétaux a fait reconnaître de la magnésie dans leur composition, toutes les fois que le sol en renfermait; dans le cas contraire, elle était remplacée par de la chaux[1]. En effet, le carbonate de magnésie participe à toutes les propriétés chimiques du carbonate de chaux; l'eau chargée d'acide carbonique change le carbonate de magnésie, comme le carbonate de chaux, en bicarbonate soluble. Le carbonate de magnésie n'a pas une tenacité très différente de celle de la chaux, mais il est beaucoup plus avide d'eau : il en absorbe quatre fois et demie son poids; il contribue donc à rendre les terrains plus frais, plus liants, plus légers, plus accessibles aux agents atmosphériques; au tact, on le trouve doux et onctueux. Bergmann avait observé que la magnésie entrait en proportion notable dans la composition des terres les plus fertiles; celles que nous avons été dans le cas d'examiner, et qui sont renommées par leur fécondité, confirment cette remarque. Les terres de la vallée du Nil contiennent une forte proportion de magnésie; différents sols du Languedoc, considérés comme excellents, en ont de 0,07 à 0,12. Thaër (§ 506) a constaté les qualités améliorantes extraordinaires d'une marne qui renfermait 0,20 de carbonate de magnésie. Cependant on a observé

(1) Th. de Saussure, *Journal de physique*, 1800, t. II, analyse des pins du Brevent et de Lasalle.

que les terrains formés uniquement de débris dolomitiques n'ont plus qu'une végétation languissante, ressemblant encore en cela aux terrains crayeux; une graminée dure (*nardus stricta*) s'empare alors du sol et forme des pâturages de qualité médiocre[1]. Mais cela tient bien moins à la présence de la magnésie qu'à l'état de cohésion du sol, à la pauvreté du terrain, à ses autres éléments, et surtout à la surabondance de l'oxyde de fer qui s'y trouve quelquefois [2].

Bien qu'une proportion convenable de magnésie constitue des sols excellents, cette substance calcinée avait paru frapper la terre de stérilité, et cette remarque de Tennant avait fait la mauvaise réputation de cette matière, qui a été pendant longtemps la terreur des agriculteurs; mais Davy et Lampadius ont prouvé que la chaux magnésienne n'avait réellement que des qualités bienfaisantes. Nous avons indiqué plus haut les moyens de séparer la magnésie des autres substances contenues dans le sol, et l'on devra y recourir quand on voudra constater la quantité de cette substance que renferment les terrains.

Section VII. — *Du sulfate de chaux* (gypse, plâtre).

Le sulfate de chaux est généralement indiqué en si petite quantité par l'analyse des terres arables, que pendant longtemps on n'a guère cherché à l'y trouver que dans le voisinage des carrières de roches gypseuses; mais depuis que les analyses ont été plus soignées, on n'a pas tardé à s'apercevoir que sa solubilité le faisait disparaître dans les lavages, et qu'il constituait ainsi, avec quelques autres sels solubles, une grande partie de la perte que l'on trouvait à la fin des analyses. Maintenant on cherche à constater sa présence avec plus de soin.

(1) Cambessède, *Bulletin de la Société d'agriculture du Gard*, 1842, p. 282.

(2) *Calendrio georgico di Torino*, 1838, mémoire de M. Abeno.

L'attention publique a été attirée sur cette substance par Meyer, pasteur de Kupperzell, qui fit connaître l'usage que l'on en faisait, de temps immémorial, à Hehlen en Hanovre. Cette publicité marque une brillante époque dans les fastes agricoles. Par le moyen magique de 2 ou 300 kilogrammes de plâtre répandu sur un hectare, les légumineuses, la luzerne, le trèfle, le sainfoin, etc., prennent un développement double; leurs feuilles sont plus larges, plus nombreuses, d'un vert plus foncé; les racines participent aussi à cet accroissement de poids. Le procédé de Meyer fut communiqué en 1768 à la Société économique de Berne; dès 1771, il se répandait et se popularisait en Dauphiné [1], mais c'est surtout aux États-Unis qu'il s'est naturalisé et est devenu une pratique agricole tellement appréciée, qu'on y importe chaque année une grande quantité de plâtre de Montmartre.

Avant d'examiner les différentes hypothèses que l'on a produites pour expliquer les effets du plâtre, il faut d'abord poser les données du problème et indiquer les conditions que sa solution doit nécessairement remplir. Et d'abord le plâtre ne produit pas son effet sur toutes les espèces de plantes; cet effet n'a été constaté jusqu'à présent d'une manière indubitable que sur les légumineuses, le chou, le colza, la navette, le chanvre, le lin, le sarrasin; on plâtre aussi le maïs en Amérique, mais sans résultats certains. Les céréales et la plus grande partie des graminées n'en ressentent aucun effet. Il paraîtrait cependant que dans les terrains abondants en terreau et dépourvus de carbonate de chaux, le plâtre a augmenté la récolte du blé en agissant sans doute alors par son principe calcaire, que l'acide carbonique du terreau changeait en carbonate [2].

En second lieu, le plâtre n'agit pas sur tous les sols. S'il y en a un grand nombre où il suffit de tracer une ligne avec de

(1) *Journal de physique*, t. XVII, p. 287.
(2) *Journal d'agriculture pratique*, 2e série, t. I, p. 225.

la poussière de plâtre sur un champ de trèfle, pour qu'on la distingue plus tard à la beauté de la végétation des plantes qui s'y trouvent ; si Franklin a pu populariser l'usage du plâtre en Amérique, en écrivant avec cette substance, sur un pareil champ, ces mots: *Ceci est plâtré*, et imprimer ainsi en vert foncé la leçon qu'il écrivait avec sa poudre blanche, il est d'autres sols où ces effets sont complétement nuls. Le plâtre réussit sur des terrains argileux, sur des terrains calcaires, sur des terrains sablonneux, sur des loams, et il échoue sur d'autres terrains qui paraissent offrir la même composition. Ces données semblaient indiquer la marche à suivre pour arriver à résoudre le problème : 1° rechercher ce que présentait de particulier la composition des plantes favorisées par le plâtre ; 2° rechercher la composition des sols où il réussissait et la comparer à celle des plantes et des sols où il restait sans effet. A cette marche sûre, mais laborieuse, on a substitué, comme on le fait trop souvent, des hypothèses basées sur des observations incomplètes. Le moment est venu de les passer en revue.

Un assez grand nombre d'agriculteurs, frappés de l'avidité du plâtre pour l'eau, ont pensé que cette substance agissait en attirant l'humidité de l'air, en la fixant sur le sol et sur les plantes ; mais ils n'ont pas remarqué qu'alors elle devrait agir également pour tous les végétaux ; qu'elle n'absorbe pas plus d'eau que le carbonate de chaux lui-même ; qu'une fois qu'elle en est saturée, elle cesse d'en attirer ; que la quantité de plâtre employée est si minime, que le volume d'eau nécessaire à sa saturation serait toujours très peu considérable, et que le plâtre ne cède plus l'eau une fois qu'il s'en est emparé ; il fallait donc abandonner cette explication. Il était oiseux de la chercher dans une prétendue affinité du plâtre pour l'oxygène sur lequel il n'a aucune action.

M. Socquet [1] prétend que le plâtre agit sur les feuilles en

(1) *Mémoires de la société d'agriculture de Lyon*, 1819.

raison du sulfure qu'il contient par suite de la calcination qu'on lui fait subir, et qu'alors il se comporte comme un corps désoxygénant, secondant et suppléant l'action de la lumière sur le parenchyme vert des feuilles, et augmentant ainsi la quantité de carbone qu'elles peuvent assimiler.

M. Mathieu de Dombasle a observé [1] que cette théorie reposait sur une base fausse, savoir : la supposition que, par la calcination du sulfate de chaux, telle qu'elle s'exécute dans les fours des plâtriers, cette substance se trouve convertie en sulfure. Il est bien vrai que lorsque le sulfate de chaux, réduit en poudre, est calciné dans un creuset avec du charbon également pulvérisé, le sel est décomposé et se trouve réduit à l'état de sulfure de calcium; mais il en est autrement dans la calcination ordinaire du plâtre. Il y a bien aussi alors une petite quantité de sulfate de chaux décomposé; on s'en aperçoit à l'odeur d'hydrogène sulfuré qui se développe lorsqu'on détrempe du plâtre calciné; mais cette quantité est infiniment petite, et les personnes qui savent combien est vive l'odeur que dégage le sulfure de calcium lorsqu'on l'humecte, ne douteront pas qu'il suffise d'une dix millième partie de la masse réduite en cet état, pour que l'odeur soit aussi sensible que celle qui se développe lorsqu'on gâche du plâtre. Si le sulfure de calcium y existait en quantité notable, le plâtre ne serait plus propre aux usages auxquels on l'emploie dans les bâtiments, car cette substance se comporte avec l'eau d'une tout autre manière que le sulfate de chaux privé d'eau par la calcination.

Mais ce qui écarte péremptoirement la théorie de M. Socquet, c'est d'une part l'emploi que l'on fait du plâtre en le mêlant au sol par les labours, et ensuite les effets bien constants du plâtre cru pulvérisé.

(1) Rapport à la société d'agriculture de Nancy sur les effets du plâtre, inséré dans les *Mémoires d'agriculture* de M. de Valcourt, p. 356 et suiv.

Le plus grand nombre des cultivateurs choisit pour plâtrer les légumineuses le moment où elles ont développé leurs premières feuilles et celui où elles sont baignées de rosée qui attache la poussière gypseuse aux folioles des plantes. C'est cet usage qui a suggéré à M. Socquet la première idée de son système; il supposait que l'action de cette substance ne pouvait se faire sentir que sur les organes foliacés de la plante ; mais il a été bien reconnu par les agriculteurs les plus habiles et les plus expérimentés que l'effet du plâtre n'était pas moins réel quand, répandu sur la terre avant les semailles, il y était enterré par les labours. Thaër l'a répandu sur le seigle avant de semer le trèfle (§ 655); Schwerz [1] le regarde comme aussi efficace, qu'il soit enterré ou qu'il soit seulement répandu sur la plante; Rigaud de Lisle, qui le recouvrait par un trait de charrue, se louait de son emploi [2]; MM. Sageret, d'Harcourt et de la Villarmois, avaient fait les mêmes essais avec le même succès. De telles autorités, des expériences aussi réitérées et aussi positives, prouvent suffisamment que l'action du plâtre ne se borne pas aux feuilles des plantes, mais qu'il est aussi absorbé par les racines. La routine fait rechercher un temps humide pour que le plâtre s'attache aux folioles de la plante, et M. Forestier, de l'Oise, affirme que ses plâtrages ne réussissent jamais que par un temps sec, temps pendant lequel la poussière gypseuse tombe en plus grande partie sur le sol [3].

Mais si, indépendamment de ces raisons, il est reconnu que le plâtre cru produit les mêmes effets que le plâtre cuit, on ne pourra plus conserver le moindre doute sur l'inconsistance de la théorie de M. Socquet. En Amérique, on considère la calcination comme diminuant les effets du plâtre ; les réponses à

(1) *Préceptes d'agriculture pratique*, trad. par M. Schauenbourg, p. 315.

(2) *Mémoires de la société centrale d'agriculture*, 1814, p. 453 et note.

(3) *Cultivateur*, juillet 1830, p. 36 et note.

des questions adressées au juge Peters, de Philadelphie, confirment en partie cette opinion; il y est dit : « Le plâtre cuit est plus aisé à broyer : j'en ai fait emploi en même temps que de plâtre non calciné; semés le même jour et à côté l'un de l'autre, ils n'ont présenté aucune différence dans les résultats [1]. » Cette opinion est adoptée par un grand nombre d'agriculteurs qui ont essayé comparativement le plâtre dans ces deux états; Schwerz [2] reconnait que le plâtre cru a toutes les propriétés du plâtre cuit. C'est donc bien comme sulfate de chaux, et non comme sulfure de calcium, que le plâtre agit sur la végétation des légumineuses, des crucifères et de quelques autres plantes.

Th. de Saussure et Pictet pensent que le plâtre agit sur le terreau, dont il hâte la décomposition, en faisant concourir ses éléments à la nutrition des végétaux. En effet, si l'on met de l'eau chargée de sulfate de chaux en contact avec de la fibre ligneuse, l'odeur qui s'exhale du mélange annonce les réactions qui s'opèrent. On répète facilement cette expérience en petit. En versant dans une eau mucilagineuse, sucrée ou chargée d'extrait de terreau, une solution de sulfate de chaux, il se forme de l'acide carbonique, de l'hydrogène sulfuré et des sulfures. Après une pluie, on sent l'odeur d'hydrogène sulfuré qui s'exhale d'un terrain plâtré. Mais si cet effet était le seul, ne devrait-il pas avoir lieu sur tous les terrains pourvus de terreau, et toutes les espèces de plantes ne profiteraient-elles pas des bénéfices de cette réaction qui leur fournirait des éléments utiles à leur végétation?

Si, au lieu de se trouver en présence de la fibre ligneuse seule, le plâtre était rapproché d'un corps qui produirait aussi de l'ammoniaque, comme le fumier, il y aurait formation de sulfate d'ammoniaque et de carbonate de chaux. Comme les ter-

(1) De Valcour, *Mémoires d'agriculture*, p. 352 et 356 et suiv.
(2) *Préceptes d'agriculture*, p. 309 et suiv.

rains contiennent plus ou moins d'ammoniaque, c'est à cette fonction seule de fixer l'ammoniaque sous une forme moins volatile, que M. Liebig veut borner les effets du plâtre[1]. Ce mode d'action est réel, et il faut en tenir grand compte. Point de doute que le plâtre n'agisse sur les sels ammoniacaux qui sont à sa portée, qu'il n'absorbe les vapeurs ammoniacales et ne se transforme parfois de la manière qui vient d'être indiquée; que, sous cet état, il ne fournisse aux plantes une partie de l'acide sulfurique que l'on trouve dans leurs cendres, et de l'azote qui entre dans leur composition. Mais cet effet ne peut être unique, et il doit même être assez faible dans le plus grand nombre de terrains, par exemple, dans les sables qui retiennent peu d'ammoniaque, et qui cependant éprouvent l'amélioration la plus notable de l'application du gypse; et si l'action de cette substance sur la végétation était seulement de leur fournir de l'azote, pourquoi son effet ne serait-il pas également marqué sur toutes les espèces de plantes, et en particulier sur le froment qui en est si avide?

A son tour, M. Boussingault a pensé que le plâtre agit utilement sur la prairie artificielle en portant de la chaux dans le sol[2]; selon lui, le plâtrage équivaudrait au chaulage[3]; et ce qui l'y confirmerait, c'est que, selon Rigaut de Lisle, le plâtre n'a d'action que sur les terrains qui ne contiennent pas suffisamment de carbonate de chaux[4].

Rigaut de Lisle, chimiste instruit, habile agriculteur, placé au centre d'un pays où l'on se sert de plâtre, s'étant procuré un grand nombre d'échantillons de terrains où le plâtre réussit et de ceux où il échoue, les examina avec attention et crut remarquer que les premiers renfermaient peu de calcaire et que

(1) *Introduction à la chimie organique*, p. 107.
(2) *Économie rurale*, t. II, p. 233.
(3) *Ibid.*, p. 229.
(4) *Ibid.*, p. 233.

les autres en renfermaient une grande proportion [1]. Cette explication n'est pas suffisante ; il faut rechercher aussi si le carbonate de chaux du terrain est dans un état propre à être dissous pour entrer dans la végétation. Arthur Young a déjà observé les bons effets du plâtre sur les terres calcaires [2]; M. Rieffel déclare que chez lui le plâtre n'agit qu'à condition de la présence de l'élément calcaire dans le sol [3]; et nous pourrions lui fournir des terres contenant jusqu'à 0,20 de carbonate de chaux et où ses effets sont très remarquables.

Le travail de M. Boussingault détruit aussi la théorie de Davy que nous avions d'abord adoptée, et qui regardait le plâtre comme un aliment nécessaire aux légumineuses et qu'il fallait leur fournir quand le sol n'en contenait pas. En montrant la faible proportion d'acide sulfurique contenu dans les légumineuses contre l'opinion que l'on s'en était faite, M. Boussingault n'a plus permis d'admettre cette théorie. Voici les résultats de l'analyse des cendres de ses récoltes de la ferme de Bechelbronn, en 1841 : nous avons ramené tous les chiffres à un poids de cendres égal à 100 [4].

	Acides							
	phospho-rique.	sulfu-rique.	Chlore.	Chaux.	Magnésie.	Potasse et soude.	Silice.	Oxyde de fer, magnésie, alumine.
Pommes de terre	11,27	7,13	2,67	1,78	5,43	51,46	5,89	15,56
Betteraves	6,00	1,20	5,20	7,01	4,40	44,94	8,01	2,50
Navets, demi-récolte dérobée..	6,07	10,84	2,94	10,84	4,27	37,86	6,43	1,29
Topinambours . .	10,79	2,21	1,60	2,30	1,79	41,48	13,00	5,21
Froment	46,98	1,08	»	2,91	16,00	29,45	1,45	»
Paille de froment.	3,07	1,01	0,61	8 49	5,02	9,52	67,59	1,01
Avoine	15,02	0,94	0,47	5,75	7,75	12,91	53,29	1,41
Paille d'avoine . .	2,91	1,12	1,71	8,26	2,75	28,89	40,03	2,14
Trèfle.	6,28	2,48	6,61	24,59	6,31	27,11	5,28	0,50
Pois fumés	39,10	4,85	0,97	10,00	11,97	37,86	1,63	traces.
Haricots	26,75	1,27	0,18	5,79	11,58	49,00	1,09	traces.
Fèves.	34,27	1,57	0,78	5,05	8,64	45,06	0,47	traces.

On voit dans ce tableau les navets, les pommes de terre, la

(1) *Mémoires de la Société d'agriculture*, 1814, p. 455.
(2) T. XVI, p. 387, de la traduction de ses œuvres.
(3) *Agriculture de l'ouest*, t. III, p. 18.
(4) *Économie rurale*, t. II. p. 329.

paille d'avoine l'emporter sur le trèfle par la quantité d'acide sulfurique. Mais le trèfle contient plus de chaux que toutes les autres plantes analysées, ce qui faisait penser à M. Boussingault que la chaux était l'aliment principal qu'il fallait fournir au trèfle, et que si les sulfates agissaient comme aliment, ils devraient opérer des effets plus marqués encore sur d'autres plantes que ceux qu'ils produisaient sur le trèfle.

Il fut confirmé dans cette pensée en examinant ce qui se passait dans les plantes plâtrées et celles qui ne l'étaient pas. En effet il obtint les résultats suivants sur du trèfle [1]:

	Chlore.	Acides phosph.	Acides sulfur.	Chaux.	Magnésie.	Oxyde de magnésie, fer. alumine.	Potasse.	Soude.	Silice.
Trèfle non plâtré.	4,07	9,73	3,88	28,49	7,61	1,24	23.63	1,24	20,09
Trèfle plâtré. . .	5,82	8,93	3,41	29,41	16,02	6,70	35,41	0,89	10,41

Quoique les proportions de matières minérales de cet essai diffèrent de celles obtenues de l'ensemble de la récolte de la ferme, nous remarquons cependant que les principaux matériaux s'y signalent toujours par leur abondance ou leur défaut et dans le même sens que dans le tableau préédent.

Nous voyons dans celui-ci que le plâtrage qui avait procuré une récolte double de fourrage n'avait rien ajouté à la proportion d'acide sulfurique, qui même paraîtrait avoir subi une diminution.

La théorie de Davy n'est donc pas plus réelle que les théories qui l'avaient précédée. Celle de M. Boussingault survit; nous y reviendrons plus loin (p. 624). Pour que l'explication des effets du plâtre soit du reste à l'abri de tout reproche, il faut que dans les expériences que l'on tentera encore on fasse varier les sols, qu'on les analyse soigneusement et qu'on essaie le plâtre comparativement avec d'autres substances et sur une série nombreuse de plantes. Mais ce qu'on ne peut nier, quelle

(1) *Économie rurale,* t. II, p. 227.

qu'en soit la cause, ce sont les effets énergiques de cette substance sur la croissance des plantes fourragères légumineuses et de quelques autres plantes cultivées dans les sols qui, jusqu'à présent, nous ont paru appartenir aux terrains anciens, ou à ceux de diluvion, à l'exclusion des alluvions modernes. Sur les terrains d'alluvion moderne, le plâtrage n'a paru avoir aucun effet, et dans tous ceux où il a réussi, l'analyse n'a pu démontrer jusqu'ici la présence d'un cinq-centième du poids de la terre en sulfate de chaux.

Quand on veut rechercher le gypse contenu dans une terre, on la lessive avec de l'eau distillée qui le dissout, et l'on précipite l'acide sulfurique par le moyen du nitrate de baryte. On calcule alors aisément par les équivalents le poids du sulfate de chaux que renfermait le terrain.

SECTION VIII. — *De l'oxyde de fer.*

On trouve le fer oxydé à différents degrés dans les terrains agricoles; il n'y en a pas un, peut-être, qui en soit complétement dépourvu. C'est lui qui les colore de teintes si variées, depuis le rouge jusqu'au jaune pâle. Le fer oxydulé titanifère, attirable à l'aimant, se trouve dans les sables de certaines rivières (le Cèze, l'Ardèche); les oxydes à différents degrés, jusqu'à l'oxyde noir, sont mêlés aux différents sols, dont ils augmentent la pesanteur spécifique et la faculté de s'échauffer par la chaleur lumineuse; ils en accroissent notablement la tenacité.

On trouve aussi le fer en grain, ou fer hydraté, dans les terrains où les eaux ont croupi; par sa richesse, il constitue parfois un véritable minerai.

Quand l'oxyde de fer se trouve en abondance dans un terrain siliceux, celui-ci s'échauffe et se dessèche si facilement qu'il devient presque impropre aux cultures dans les pays mé-

ridionaux; le seigle même a de la peine à y épier. Au contraire, dans le nord, il favorise l'échauffement du sol en le colorant, et le rend propre à la culture de terres qui, sans sa présence, auraient été stériles.

Il y a des sols, au contraire, qui ne renferment qu'une très faible quantité de fer : ce sont des terres blanches, froides, et où les récoltes sont toujours retardées de quelques jours. On y remarque un grand nombre de variétés blanches de fleurs naturelles rouges; nous y avons vu, dès la première génération des graines d'*antirrhinum* rouge produire des fleurs parfaitement blanches. Les vins des vignobles de ces terrains ont moins d'alcool et plus de mucilage que ceux qui viennent sur des terrains colorés; ils ne se conservent pas facilement. Sans doute l'absence du fer dans un terrain doit avoir encore d'autres effets sur la végétation et doit causer d'autres altérations qui n'ont pas encore été observées. M. Gris a montré, par un grand nombre d'expériences, comment on prévenait et l'on guérissait la chlorose des plantes par l'application des sels solubles de fer, du chlorure, du pyrolignite, et du sulfate à la dose de 8 à 16 grammes dans un litre d'eau.

Mais une des principales propriétés des oxydes de fer est, sans contredit, celle d'attirer et de fixer, sous forme d'ammoniaque, l'azote de l'atmosphère.

Vauquelin avait observé le premier que la rouille de fer qui se forme dans les habitations contenait de l'ammoniaque; Austin annonça, dans le soixante-dix-huitième volume des *Transactions philosophiques*, qu'il y avait formation d'ammoniaque lors de l'oxydation du fer par le contact de l'eau et de l'air atmosphérique; mais on attribuait encore cette formation aux émanations animales répandues dans l'atmosphère des lieux habités où s'étaient faites les expériences.

M. Chevallier en entreprit de nouvelles pour s'assurer de quelle source provenait cette ammoniaque. Ayant fait chauffer

dans un creuset de la tournure de fer bien nette, il l'introduisit après le refroidissement dans un flacon qui contenait de l'eau, et dont il fit plonger l'entrée dans le mercure. Au bout de dix heures, du papier de tournesol rougi, introduit dans le flacon, était entièrement ramené au bleu; et quelques jours après, l'eau saturée par l'acide chlorhydrique donnait une quantité de chlorhydrate d'ammoniaque bien sensible. Cette expérience, plusieurs fois répétée, ne laisse point de doute sur la formation de l'ammoniaque lorsque le fer s'oxyde au contact de l'air et de l'eau[1].

Ayant depuis essayé une grande variété d'oxydes de fer naturels en les chauffant dans un petit tube de verre après les avoir lavés à l'eau bouillante pour enlever toute trace de matière animale, tous ont donné de l'ammoniaque. La quantité en paraît même considérable, car 150 grammes d'hématite rouge d'Espagne ont fourni 2 grammes de chlorhydrate d'ammoniaque.

Dans le Gers, d'après le rapport de M. Lartet, on se sert depuis longtemps d'argiles rougeâtres, fortement imprégnées d'oxydes de fer, qui produisent un effet très marqué, effet qui est quelquefois l'équivalent d'une fumure, lorsque après être restées pendant deux hivers exposées aux influences atmosphériques, on les répand sur les glaises de ce pays en même proportion que la marne.

Les oxydes de fer possèdent donc comme les argiles la faculté d'attirer et de retenir les gaz ammoniacaux; peut-être même les argiles doivent-elles cette faculté au mélange de ces oxydes; ce qui me le ferait penser, c'est la fertilité plus grande des argiles colorées; mais pour trancher complétement la question il faudrait des expériences directes qui n'ont pas encore été faites.

(1) *Annales de chimie*, t. XXXIV, p. 109.

Section IX. — *Du sulfate de fer.*

Les terrains imprégnés d'une quantité surabondante de sulfate de fer sont tout à fait stériles; les bords des ruisseaux qui charrient des eaux vitriolées sont sans végétation; seulement quelques menthes croissent à grand'peine dans les places où ce sel est moins abondant. Cependant plusieurs auteurs, et notamment Thaër (663), ont combattu la prévention défavorable qui s'attachait à cette substance, et ont paru lui reconnaître, dans certaines circonstances, des qualités fertilisantes.

« Des expériences dues au hasard, dit cet auteur, et qui tendaient à déterminer les propriétés qu'ont, pour l'amendement des terres, certains fossiles fortement imprégnés de vitriol, ont donné à ce sujet une importance dans la pratique qu'il n'eût pas eue sans cela. On a trouvé en Angleterre une tourbe imprégnée de vitriol, et en Allemagne, dans la terre de Reibersdorf, un charbon de terre vitriolisé, qui l'un et l'autre sont des engrais actifs lorsqu'ils sont employés en petite quantité.

« Il paraît résulter de ces expériences que le vitriol a une grande influence sur la végétation lorsqu'il est intimement combiné avec le charbon. Probablement l'action de la lumière et de l'air opère ici la décomposition de l'acide sulfurique, dont l'oxygène se combine avec le carbone et forme de l'acide carbonique ou quelque autre substance favorable à la végétation. Il est également vraisemblable que, par le moyen de l'hydrogène qui est uni au charbon, le soufre et ce charbon lui-même entrent en combinaison et contribuent aussi à activer la végétation. »

La question des charbons et des houilles vitriolisés employés en petite quantité sur les terres, et dont le succès n'est pas douteux, n'ébranle pas d'ailleurs la certitude des mauvais effets

du sulfate de fer quand il se trouve en quantité appréciable dans les sols arables, pas plus que les bons effets du sulfate de fer et des autres sels solubles ferrugineux employés en petite dose par M. Gris, et qui ont alors des effets réels et salutaires sur les plantes de terrains qui sont privés de cet élément essentiel à la végétation. Effectivement, le premier effet de l'application des sels de fer est d'agir sur la coloration des plantes et de rendre la couleur verte aux feuilles qui en étaient dépourvues; or il suffit de savoir que c'est dans les parties vertes des plantes que se passent les phénomènes de l'absorption du gaz acide carbonique et de l'exhalaison de l'oxygène, pour juger de l'utilité de ces sels distribués en quantité modérée. Nous aurons occasion de traiter ce sujet plus au long en parlant des engrais.

SECTION X. — *Du manganèse.*

Ce sont les oxydes de manganèse qui colorent les terres en noir, quand cette couleur ne provient pas de matières charbonneuses. On trouve le peroxyde de manganèse déposé en nids dans les meulières de Meudon; les cailloux des terrains d'atterrissement de la vallée de la Seine et le diluvium de la Normandie sont incrustés d'une couche noirâtre de ce même minéral[1] et ce n'est pas seulement dans ce pays que ces cailloux enveloppés d'une couche noirâtre se retrouvent, nous en avons constaté la présence dans les couches de diluvium de la vallée du Rhône. Le manganèse paraît donc jouer dans la composition des terrains un rôle beaucoup plus grand qu'on ne le pensait, et il est probable qu'on le reconnaîtra plus souvent dans les analyses de terres, dès qu'on cessera de le confondre avec le fer et qu'on l'y cherchera expressément.

Selon Sprengel[2], le manganèse serait nuisible à certaines

(1) *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. XVII, p. 1288.
(2) *Bulletin des sciences mathématiques*, août 1830, p. 145.

plantes qui ne pourraient pousser dans les champs qui le contiendraient. Il a remarqué que le chrysanthème ne croissait pas sur un terrain qui en renfermait cependant à peine un centième, tandis qu'il était très abondant dans celui qui n'en contenait pas. En examinant son analyse des cendres et des terres, nous serions bien plutôt tentés d'attribuer cet effet à l'excès des chlorures du terrain qui en contenait 0,09, car nous n'avons jamais vu le chrysanthème sur les terres salées. Il est fâcheux que l'auteur ne nous ait rien dit de l'état de la végétation des céréales et des fourrages sur les terrains où il faisait ses observations.

Section XI. — *Des phosphates.*

On sait quel rôle important jouent les phosphates dans la composition des corps animaux : leurs os en sont formés en grande partie ; leur cerveau en contient une quantité notable, et ce fait annonce déjà qu'on doit les retrouver dans les végétaux qui sont la base de l'alimentation animale, et par conséquent dans les terres qui seules peuvent les fournir aux végétaux. En effet, toutes les plantes contiennent des phosphates, et en particulier les graines des céréales présentent une quantité assez considérable de phosphates de chaux et de magnésie. Liebig affirme qu'elles ne peuvent se développer et parvenir à maturité sans phosphate de magnésie[1]. Cette assertion mériterait d'être vérifiée, car elle attribuerait à la présence de la magnésie dans les sols une importance qu'on ne lui a pas accordée jusqu'ici, et donnerait peut-être la clef des effets de certaines marnes magnésiennes.

Th. de Saussure observe que les phosphates terreux sont, après les sels alcalins, l'élément le plus abondant des cendres d'une plante verte herbacée ; que, lorsqu'on lave avec de l'eau un végétal, ces phosphates lui sont enlevés en plus grande pro-

(1) Introduction, p. 139.

portion que tous les autres principes des cendres, si l'on en excepte les sels alcalins ; que les feuilles d'un arbre contiennent des cendres plus chargées de phosphates en sortant de leur bouton, qu'aux époques postérieures de la végétation ; que la proportion des phosphates diminue dans les cendres des plantes annuelles depuis le moment de la germination jusqu'à celui de la floraison, mais qu'elle paraît augmenter à l'époque de la maturité des semences.

Le phosphate de chaux passe dans les plantes à l'état de solution dans une eau chargée d'acide carbonique ; il se dissout dans l'eau contenant du sel marin ou du sel ammoniacal; celui de magnésie se dissout dans quinze fois son poids d'eau. Les phosphates terreux se trouvent dans presque tous les terrains que nous avons examinés, soit que ces sels proviennent des engrais reçus ou des débris des animaux fossiles, ou enfin qu'ils fassent en effet partie de la composition minérale du sol. M. Schweitzer a trouvé $\frac{1}{1000}$ de phosphate de chaux dans les dunes de Brighton, et M. Daubeny en a aussi constaté la présence dans un grand nombre de roches calcaires[1]. Nous avons indiqué plus haut (page 59) les moyens de les y découvrir. L'effet des os pulvérisés, si puissant sur certains terrains, et nul sur d'autres, ne tiendrait-il pas à ce que les premiers terrains manquent de phosphates? Cette question comme tant d'autres, ne pourra être résolue que quand on s'occupera d'une manière plus suivie et plus exacte de l'analyse des sols qui présentent de pareils phénomènes.

Un fait tendrait cependant à la résoudre affirmativement. On sait combien le lait contient de phosphates ; il est donc certain que l'alimentation spéciale des vaches laitières en enlève, chaque année, à la terre une certaine quantité qui ne lui est pas restituée par les engrais. Or, un cultivateur anglais affirme que, par l'emploi des os moulus, il a rétabli ses prairies affectées à cet

(1) *Annales des sciences géologiques*, t. I, p. 890.

usage et qui étaient ruinées, tandis que des doses abondantes de fumier ne leur rendaient pas la fécondité perdue.

Depuis la publication de la première édition de ce volume, M. Liebig a écrit de plus grands développements sur le rôle des phosphates dans la composition des terrains agricoles. Il affirme que tous les terrains labourables, même les landes, contiennent des phosphates en quantité très notable, ou qu'on en a trouvé dans toutes les eaux minérales; que les bancs de galène et le schiste siliceux renferment des cristaux de phosphate d'alumine; que l'apatite se rencontre dans toutes les terres fertiles[1].

Mais cette provision de phosphates peut être épuisée par l'exportation continuelle de matières animales. Un kilogramme d'os renferme autant de phosphates que 100 kilogrammes de blé; et les terrains de l'Angleterre épuisés ainsi ont été rajeunis par les engrais d'os que l'on y a répandus. L'acide phosphorique seul peut produire la fibrine et la caséine végétale. Vient-il à manquer, on ne peut plus compter sur le développement de la graine des céréales et des légumes.

Il est donc essentiel de s'assurer dans les analyses si la terre contient des phosphates, puisque les récoltes de grains surtout dépendent en partie de leur présence. Ne pourrait-on pas penser aussi que les eaux de la mer renferment une quantité de phosphates assez petite, il est vrai, pour que leur détermination analytique soit aussi difficile que celle de l'iode, et que ces eaux vaporisées les transportent sur la terre, en y retombant sous forme de pluie, comme elles y transportent du sel marin?

Mais il ne faudrait pas non plus s'exagérer les effets des engrais provenant des os, en les considérant surtout comme dus aux phosphates. Ces effets peuvent le plus souvent être expliqués par la matière azotée qu'ils renferment; tels sont les os broyés et le noir animal, comme nous le verrons en traitant des engrais. Quant aux effets du phosphate privé de ces matières, ils ont

(1) *Chimie appliquée à l'agriculture*, p. 171.

été le plus souvent nuls. Ainsi, M. Godin, fabricant de colle d'os, voulant utiliser les résidus de sa fabrication, montant à plus d'un millier de kilogrammes qui étaient presque entièrement du phosphate de chaux pur, les distribua à des agriculteurs des environs de Paris et de Bretagne où l'on emploie tant de noir animal, pour les essayer comme engrais. De tous côtés on lui a répondu que son engrais ne produisait aucun effet.

Mais pour prononcer à cet égard, il aurait fallu opérer sur une terre où l'absence des phosphates eût été bien constatée, et surtout sur une de celles citées plus haut et où depuis longtemps il se faisait une exportation continuelle de matières animales.

SECTION XII. — *De la potasse.*

Le rôle important que les alcalis minéraux, et en particulier la potasse, remplissent dans la végétation, doit surtout fixer notre attention sur cette substance; en effet, d'après Th. de Saussure, les quantités de potasse qu'on trouve dans les cendres de différentes plantes sont les suivantes :

Graine de féves. . .	22,45	Tige de maïs. . . .	59,00
Tiges de féves. . . .	57,25	Grain de maïs. . . .	14,00
Fruit du marronnier	51,00	Paille d'orge	16,00
Paille de froment. .	12,50	Grain d'orge	18,00
Grain de froment. .	15,00		

Or, la paille de froment fournit 7 p. 100 de cendres; donc elle contient 0,85 p. 100 de soude ou de potasse. Le grain de froment fournit 2,4 p. 100 de cendres; donc il renferme 0,36 p. 100 d'alcalis. Dans une récolte de 20 hectolitres sur 1 hectare produisant 1,600 kilogr. de grains et environ 3,200 kilogr. de paille, on enlèvera donc au sol, savoir :

Pour le grain.	14^{k},0 d'alcalis.
Pour la paille.	11,2
	25,5

La difficulté de pourvoir indéfiniment à cette reproduction est encore plus frappante quand il s'agit de forêts dont la dépouille entière est enlevée périodiquement et n'est pas restituée en partie à la terre sous forme d'engrais, comme cela a lieu pour les récoltes céréales. Cette difficulté avait inspiré à quelques-uns la pensée que la potasse se formait de toutes pièces dans l'acte de la végétation, et que si la chimie n'était pas encore parvenue à la décomposer en d'autres éléments, qu'oxygène et potassium, corps qui se trouve seulement dans la potasse, c'était la faute de la science, et que l'ignorance où elle nous laissait ne pouvait faire admettre l'impossibilité physique que paraissait offrir cette énorme consommation d'une substance aussi utile, sans moyen connu de reproduction.

Th. de Saussure avait déjà démontré, contre cette opinion, que les végétaux ne forment point les différentes substances salines que fournit leur incinération, et des résultats qu'il avait obtenus de ses essais multipliés, il avait tiré la conclusion que les alcalis et les terres qu'on trouve dans les plantes sont puisés dans le sol. Il a observé en général que plus les plantes sont isolées du terrain dans lequel elles végètent, et moins elles fournissent de sels.

Cependant M. Schrœder avait publié des expériences qui semblaient prouver le contraire, car il annonçait qu'après avoir fait germer des semences de froment, de seigle et d'orge dans une boîte contenant de la fleur de soufre humectée avec de l'eau distillée et placée dans un jardin, préservée de la poussière et à l'abri de la pluie, il avait produit du blé contenant plus de matière terreuse qu'il n'en existait dans les semences.

« Des expériences, faites plusieurs années après par M. Braconnot, se trouvaient d'accord avec celles de Schrœder. Mais M. Lassaigne, considérant combien, d'après les connaissances plus précises que nous avons aujourd'hui sur la nature des alcalis et des terres, il serait impossible d'admettre qu'ils

soient un produit de la végétation, crut avoir lieu de se persuader, en examinant attentivement le procédé employé par MM. Schrœder et Braconnot, que ces chimistes n'avaient pas pris toutes les précautions que réclamaient des expériences aussi délicates. Il se détermina en conséquence à entreprendre de nouvelles expériences à ce sujet.

« Après avoir placé, le 2 avril, 10 grammes de semence de sarrasin (*polygonum fagopyrum*) dans une capsule de platine contenant de la fleur de soufre lavée, humectée avec de l'eau distillée récemment préparée, il posa cette capsule dans une large assiette de porcelaine contenant un demi-centimètre d'eau distillée, et recouvrit le tout avec une grande cloche de verre. A la partie supérieure de cette cloche était adapté un robinet qui, au moyen d'un tube de verre recourbé en siphon et terminé par un entonnoir également de verre, permettait de verser de temps en temps de l'eau sur le soufre. Au bout de trois jours la plus grande partie des graines avait germé. On continua à les arroser tous les jours, et dans l'espace d'une quinzaine elles avaient poussé des tiges de $0^{m},06$ environ de hauteur, surmontées de plusieurs feuilles.

« Après les avoir rassemblées avec soin ainsi que les graines qui n'avaient pas levé, on incinéra le tout dans un creuset de platine. Les cendres obtenues pesaient $0^{gr},220$. Soumises à l'analyse elles donnèrent :

Phosphate de chaux.	0ᵍ190
Carbonate de chaux.	0,025
Silice.	0,005
Chlorure de potassium.	traces.
	0,220

« Ces expériences ayant été répétées le 25 avril avec les mêmes précautions, M. Lassaigne obtint les mêmes résultats.

« Dix grammes des mêmes semences de sarrasin ayant été incinérées, elles donnèrent exactement la même quantité de

cendres, et de même nature ; d'où il suit que pendant le développement de ces graines, il ne s'était pas formé de sels alcalins.

« M. Lassaigne conclut de ces expériences, conformément à ce qui avait été déjà démontré par M. de Saussure, que les alcalis et les terres que l'on trouve dans les plantes ne sont pas formés pendant l'acte de la végétation, ainsi que MM. Schrœder et Braconnot l'avaient avancé, mais bien qu'elles ont été absorbées dans le sol [1]. »

Après cette preuve sans réplique, c'est donc dans le sol lui-même qu'il nous faut chercher la potasse nécessaire à la végétation.

Liebig a calculé [2] que les klingsteins et les basaltes renferment de 0,75 à 3 p. 100 de potasse et de 5 à 7 p. 100 de soude ; les schistes argileux, de 2,71 à 3,31 de potasse ; la terre glaise, de 1,50 à 4 p. 100 de potasse. Si, en partant du poids spécifique de ces diverses roches, on calcule combien de potasse est contenue dans un terrain qui provient de la désagrégation d'une couche de roche ayant une hauteur de $0^{m},54$ et une superficie de 2,500 mètres carrés ($\frac{1}{4}$ d'hectare), on trouve :

Terrain provenant	du feldspath.	576,000 kil.
	de klingstein.	100,000 à 200,000
	de basalte.	23,750 à 95,000
	de schiste argileux..	50,000 à 100,000
	de glaise [3].	43,500 à 150,000

Il y aurait dans de pareils sols de quoi fournir pendant un temps indéfini à la consommation de potasse que font les végé-

(1) Les alinéas guillemetés sont copiés d'une note qui nous a été remise par M. Lassaigne.

(2) Introduction, p. 135.

(3) La contenance en potasse des glaises, indiquée par Liebig, est tout à fait arbitraire ; et, en effet, les glaises résultent de roches décomposées qui ont subi des actions très diverses, des actions chimiques, et sont loin généralement de retenir une proportion notable de sels alcalins.

taux, en supposant même qu'elle n'y pût être renouvelée. Nous avons vu plus haut qu'une récolte de froment en absorberait 25,5 kilogram. par hectare; or, selon Liebig, un terrain de glaise en contiendrait sur la même étendue 174,000 kilogrammes, ce qui représenterait la consommation de 6,823 récoltes, en supposant que rien ne fût restitué à la terre.

Il y a cependant quelques objections à faire à ces calculs : d'abord, on ne peut comprendre dans le sol arable une profondeur de $0^m,54$: les arbres des forêts peuvent seuls y atteindre; la plupart des plantes cultivées étendent leurs racines beaucoup moins loin; au reste, l'épaisseur de la couche où elles se nourrissent fût-elle réduite au tiers, il y aurait encore une masse de potasse assez grande pour rassurer les plus timides.

Mais M. Berthier a prouvé que dans l'acte de la décomposition des feldspaths la potasse leur était enlevée, et que leur silicate de potasse se transformait en silicate d'alumine. M. Fournet a observé les mêmes effets sur les roches ignées; il les attribue à l'action des eaux chargées d'acide carbonique qui, plus énergique que la silice, s'empare des bases les plus fortes et les plus solubles; aussi les roches à base de potasse sont-elles le plus fortement attaquées et le plus profondément altérées[1]. Il résulte de ces faits que les roches désagrégées et rendues propres à la culture sont bien loin de contenir toute la potasse qu'elles renfermaient dans leur état d'intégrité, et que c'est même par le fait de la décomposition des silicates de potasse que leur désagrégation a pu avoir lieu.

Maintenant, dans quelle proportion cette soustraction de potasse s'est-elle effectuée? Elle est variable selon les circonstances, et ce n'est plus l'état de la roche, mais celui du terrain que l'on examine qu'il faut rechercher. Alors on sera bien loin des quantités indiquées par M. Liebig, et souvent on trouvera

(1) Mémoire de M. Fournet, *Annales de chimie*, mars 1834, p. 225 et suiv.

des terrains qui en sont presque complétement privés. Ces terrains sont surtout signalés par les effets énergiques qu'y produisent les cendres employées comme engrais; on sait combien elles sont nécessaires dans certaines parties des Vosges, tandis qu'ailleurs, et surtout dans les parties moins éloignées des côtes, elles ne produisent plus que des effets médiocres.

Comment la potasse peut-elle donc se régénérer dans la terre? M. Liebig rappelle que la vapeur d'eau entraîne les matières fixes? On a cité l'acide borique entraîné par cette vapeur dans les lagunes de la Toscane, la vaporisation du nitre dans les fabriques de ce sel, celle du sel marin dans les salines; on aurait pu encore citer la saveur salée des feuilles exposées au vent de mer, et les miasmes des marais entraînés par la vapeur et portant au loin leurs qualités délétères. Or, les eaux de la mer renferment, outre le sel marin, des chlorures de potassium et de magnésium; ce serait donc par la voie de la pluie et surtout par celle des orages qui, par leur rapidité et l'isolement de leurs nuages, transportent au loin les matières des lieux de leur formation, que le sol recevrait habituellement ce supplément de sels alcalins nécessaires à sa production annuelle, et ce transport serait d'autant plus facile et plus abondant que les lieux seraient moins éloignés de la mer.

La potasse se trouve dans la terre ou sous forme de sel soluble, carbonate, nitrate, chlorhydrate, ou plus souvent, surtout dans les terrains décomposés en place et dans ceux dont la décomposition est peu avancée et qui laissent encore reconnaître la nature des roches dont ils sont formés, sous forme de silicate insoluble. Il ne suffit donc pas, pour déterminer la quantité de cette substance contenue dans un terrain, de rechercher celle que l'on obtient par de simples lavages, mais il faut recourir au procédé décrit plus haut (p. 58, 4^{e} opération), par lequel on fait disparaître la silice des silicates, et on laisse la potasse à nu.

Dans un grand nombre de sols arables fertiles, la potasse n'entre que pour une très petite partie de leur masse ; nous en avons trouvé qui en avaient à peine un millième, mais il y en a d'autres aussi qui en possèdent une quantité assez considérable et où il se forme du salpêtre. On en trouve quelques-uns de cette espèce dans le midi de la France, et les terrains d'Espagne et de l'Inde, où le nitrate de potasse s'effleurit sur le sol, doivent en être abondamment pourvus. C'est sans doute à son absence que l'on doit attribuer l'infertilité d'un grand nombre de sols, qui posséderaient d'ailleurs d'autres éléments de fécondité. On remarque sur les montagnes la vigueur avec laquelle l'herbe pousse sur la plus légère couche de terre placée sur les roches de granit et s'y conserve sans engrais dans toute sa vigueur; on a remarqué les grands effets d'un arrosage de lessive sur des gazons qui possédaient pourtant un sous-sol bien pourvu de carbone et d'azote. Les agriculteurs ne sauraient donc porter trop d'attention sur la dose de potasse que contiennent leurs terres, car cette connaissance peut les diriger utilement dans les modifications qu'ils devraient faire subir aux engrais qu'ils y enfouissent.

Section XIII. — *De la soude.*

La soude remplace la potasse dans la composition d'un grand nombre de plantes, dites marines, parce qu'elles viennent généralement au bord de la mer. Mais les terrains salés qui se couvrent de soudes, de salicornes et d'autres végétaux propres à ces localités, se trouvent aussi loin des côtes : les steppes de la Tartarie, par exemple, sont imprégnés de chlorure de sodium qui s'effleurit à l'air. Les soudes cultivées dans un terrain privé de sel marin cessent de contenir de la soude, et la potasse se substitue à l'autre alcali minéral ; de même que les plantes à potasse, les céréales elles-mêmes cultivées dans

un terrain qui contient seulement du chlorure de sodium et peu ou point de potasse suppléent à cette dernière par la soude qui se trouve alors dans leurs cendres.

La beauté des récoltes de froment que l'on obtient dans ces terrains, quand d'autres raisons ne s'y opposent pas, prouve assez que cette substitution n'est pas défavorable aux plantes; de même que la *salsola tragus*, qui remonte si haut dans la vallée du Rhône, ne se montre pas moins vigoureuse dans sa station la plus continentale qu'elle ne l'était près de la mer, quoiqu'elle ne contienne plus que de la potasse. Il faut donc examiner avec attention la question de savoir si la soude suppléerait toujours avantageusement à ce qui manquerait de potasse dans un sol : car la première substance est moins chère que la dernière.

Le chlorure de sodium (sel marin) manifeste sa présence dans un terrain : 1° en s'effleurissant à la surface pendant la sécheresse ; 2° en prolongeant l'humidité du sol dans les temps humides, et en continuant à la manifester même quand les terres non salées sont déjà sèches, soit après une rosée, soit seulement quand l'air est imprégné de vapeur; 3° en durcissant et tassant fortement, en proportion de la quantité de sel qu'il contient, le sol desséché, qui, après avoir été réduit en poussière par le labour, fait de nouveau un corps tenace, dès qu'il a reçu une pluie. Ces défauts sont grands et opposent de sérieux obstacles à la culture ; pour les vaincre, il faut toute l'expérience des cultivateurs habitués à les combattre. Néanmoins, quand les terres ne renferment pas au delà de 0,02 de sel, elles sont très précieuses, soit comme donnant d'excellents pâturages pour les troupeaux, soit comme très fertiles en blé. Quand la dose de sel dépasse 0,02, le sol cesse de se gazonner et ne porte plus que quelques plantes marines qui lui sont particulières : les salsolas, les atriplex, les salicornes, le tamarisc, etc.

Quand les terrains ne possèdent de soude que celle qui résulte de la décomposition des roches qui les ont formés, il faut recourir, pour la déterminer, à la méthode indiquée pour la potasse; mais quand ce sel est très abondant, on peut négliger les faibles quantités qui résulteraient de cette opération, et alors il suffira de lessiver exactement la terre, de faire évaporer et cristalliser. On reconnaîtra alors le sel marin à la forme cubique de ses cristaux et à son goût spécial. On le dessèche ensuite et on le pèse. Il est quelquefois mêlé dans la solution à d'autres sels qui, étant moins solubles, restent dans les eaux-mères quand le sel commence à cristalliser.

SECTION XIV. — *Du carbone et des terreaux.*

§ Ier. — Des terreaux.

Le terreau ou humus est une substance brune ou noirâtre, mêlée anx principes minéraux du sol et qui n'est autre chose que la partie ligneuse des plantes altérée par la fermentation et modifiée par l'action de l'atmosphère et des corps environnants. Pour que la fermentation de la fibre ligneuse ait lieu, il faut qu'elle soit humide et en contact avec l'oxygène de l'air ou d'autres corps oxygénés, tels que des sulfates qui se changent alors en sulfures. De la sciure de bois placée dans un lieu sec ou dans de l'eau privée d'air ne noircit pas et n'entre pas en fermentation.

En fermentant, le terreau perd de son carbone qui se transforme en gaz acide carbonique, mais en plus grande quantité encore de son oxygène ou de son hydrogène, de sorte que le terreau tend à conserver une plus forte proportion de carbone que de ses autres éléments, et que si l'action se prolonge il ne reste plus que du carbone insoluble. Pendant cette fermentation, outre l'acide carbonique, il se forme encore de l'acide acétique, et une portion de terreau devient soluble dans l'eau et prend

le nom d'*extrait de terreau*. M. de Saussure, ayant analysé l'extrait de terreau de Meudon, trouva qu'il contenait du sucre de raisin, de la dextrine, une substance azotée, des nitrates de potasse et d'ammoniaque, des chlorhydrates de chaux et de potasse. Les cendres de la partie insoluble consistaient en phosphate de chaux et en oxydes métalliques[1].

Chaque espèce de végétaux, chaque partie des plantes peuvent fournir un terreau différent quant à sa composition; il doit varier aussi suivant l'époque plus ou moins avancée de sa fermentation, et enfin on peut finir par prendre pour du terreau un charbon insensible à toutes les réactions.

Cet exposé doit mettre en garde contre la généralité attribuée à ce mot de terreau, et doit faire sentir combien il importe de s'assurer de sa nature avant de prononcer sur ses effets agricoles.

Le terreau se dissout dans les solutions alcalines; si on le fait bouillir avec de la potasse et que l'on évapore, on a un corps coloré en brun que l'on a appelé humate de potasse et qui paraît contenir 4 centièmes de terreau, plus ou moins. Mais le nom donné à ce composé semblerait impliquer l'existence d'un acide *humique*. M. Peligot a démontré[2] que cet acide n'était pas identique à l'acide ulmique, mais que probablement plusieurs acides différents et susceptibles de former des sels peu solubles avec les bases alcalines et terreuses concouraient à ce produit. Le terreau est donc un corps plus complexe qu'on ne l'avait cru jusqu'ici, et qui appelle de nouvelles études de la part des chimistes.

Quant aux agriculteurs qui veulent étudier ses effets sur la végétation, ils sont loin d'être d'accord. Cependant nous trouverons que le terreau doit agir de la manière suivante :

1° Il fournit aux plantes l'azote que son analyse manifeste

(1) *Bibl. univers. de Genève*, décembre 1841, p. 345.
(2) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. IX, p. 125.

toujours, azote provenant des végétaux dont il est formé, quand la décomposition de ces végétaux n'est pas trop avancée.

2° Il fournit aussi du gaz acide carbonique qui se dégage pendant sa fermentation, qui imprègne l'eau existante dans le terreau, et forme au pied de la plante et sous l'abri de ses feuilles une atmosphère surchargée de cet acide.

On est d'accord sur ces deux effets produits par le terreau.

3° Cette eau chargée d'acide carbonique agit sur les silicates alcalins insolubles qui se trouvent dans le sol, les décompose et met ainsi leurs éléments à la disposition dés végétaux. Ainsi, M. Polstorff ayant fait végéter et fructifier des plantes dans du sable ordinaire, mais calciné, pour s'assurer qu'il n'y restait aucune partie organique, il crut devoir ensuite rechercher la nature de ce sable qui avait produit une végétation, contrairement à ce qui se serait passé dans le quartz pur. Il l'exposa pendant un mois à un courant d'acide carbonique, qui traversait l'eau à laquelle ce sable avait été mêlé, et il put en retirer ensuite de la silice, de la potasse, de la chaux et de la magnésie [1].

4° Il faut se rappeler que les corps poreux, tels que les débris ligneux et le charbon, possèdent éminemment la faculté de s'emparer et de condenser les gaz qui les entourent. On sait, par les expériences de M. Th. de Saussure, que le charbon de bois peut absorber jusqu'à 90 fois son propre volume de gaz ammoniacal, 9,25 fois son volume d'oxygène, 7,5 fois son volume d'azote. Ces gaz sont restitués en partie par la diminution de la pression barométrique, par l'élévation de la température, par l'humidité qui vient remplacer le gaz et le chasse des pores du charbon. Il y a donc, selon les circonstances variables, tantôt emmagasinement du gaz, tantôt restitution au profit de la végétation. Quoique les matières charbonneuses et les matières ligneuses en décomposition soient les ma-

(1) *Ueber die unerganischen Bestandtheile der Pflanzen.*

tières absorbantes les plus puissantes, les argiles, les oxydes de fer, etc., participent aussi de cette propriété; mais il n'en est pas moins constant que le terreau, par son énergie absorbante, exerce une fonction très importante dans la végétation, puisqu'il est, pour ainsi dire, le trésorier et l'économe de ces gaz qu'il distribue sur les différentes époques de l'année, tandis que, faute d'un pareil agent, les plantes n'auraient pas profité de ceux qu'elles n'auraient pu conserver immédiatement.

5° On admettait généralement que la solution d'extrait de terreau était absorbée par les racines des plantes et servait à la nutrition. M. Liebig a contesté cette absorption en se fondant sur des expériences de Hartig; de son côté, M. Th. de Saussure a repris ces expériences avec l'esprit judicieux et exact qu'il a porté dans toutes ces recherches.

M. Hartig[1] a pris des plants de féves dont les racines trempaient dans une solution très colorée d'extrait de terreau obtenu par la potasse; elles étaient placées dans une éprouvette étroite. Les plantes ont crû, ont poussé des racines, ont absorbé en 24 heures toute l'eau du vase, c'est-à-dire le double de leur poids. On remplaçait chaque jour l'eau absorbée, et au bout d'un mois on n'a trouvé aucune diminution dans la teinte primitive de la liqueur. L'analyse de la liqueur ne manifeste qu'une diminution de 1,5 milligramme dans le poids de l'humus. Ainsi, selon l'auteur, les racines absorberaient l'eau à l'exclusion de la solution d'*humus*.

M. Théodore de Saussure a pensé que dans l'expérience de M. Hartig les racines étaient dans un état de souffrance: 1° parce qu'elles étaient comprimées dans un tube qui n'avait que 0,^{m}009 de diamètre et 0,^{m}081 de hauteur; 2° parce qu'après avoir en grande partie épuisé le liquide contenu dans le tube, elles étaient exposées à l'action de l'air; 3° parce que la cou-

(1) Voir son mémoire dans *l'Introduction à la chimie organique* de Liebig, p. CLVII.

leur noire que, selon l'auteur, les racines prenaient à leur extrémité, montre qu'elles étaient dans un état de décomposition.

Il a répété ces expériences avec des plants de fève et de persicaire.

Les éprouvettes ayant $0^m,022$ de diamètre et $0^m,150$ de hauteur contenaient 50 grammes d'une solution d'*humate* de potasse carbonisé, coloré en brun foncé, ou 7 centigr. de cet humate sec qui, à l'analyse, donnent 18 milligr. d'*humus*.

Au bout de quatorze jours, le poids de la plante, originairement de 11 grammes, était augmenté de 6 grammes; elle avait absorbé 153 grammes de liquide; son absorption était remplacée chaque jour par de l'eau distillée. La plante avait poussé des racines blanches dans toute leur largeur, la solution avait subi une décoloration très prononcée, et à peu près égale à celle d'une solution pareille étendue de deux fois son volume d'eau. La liqueur, résidu de la végétation, a donné 2 centigrammes d'humate de potasse, qui contenaient 9 milligrammes d'humus.

La plante en avait absorbé une quantité égale.

La persicaire a donné un résultat analogue.

Après avoir répété l'expérience de Hartig avec l'humate de potasse, l'auteur a voulu éprouver les effets de l'extrait de terreau.

Il a fait macérer pendant deux jours du terreau de bruyère avec le double de son poids d'eau de pluie; 100 grammes de cette liqueur filtrée fournissent par l'évaporation un extrait brun, non acide, de 0,388 gramme; 12 centigrammes de cet extrait ont été délayés dans 100 grammes d'eau. La moitié de la dissolution a alimenté deux plantes de persicaire, l'autre moitié n'a pas reçu de plante. Au bout de neuf jours, pendant lesquels on a toujours remplacé la liqueur absorbée, les plantes ont été retirées très saines, après s'être allongées de $0^m,07$ et avoir poussé des racines blanches dans toute leur longueur. L'é-

vaporation de la liqueur d'épreuve a fourni un extrait sec qui pesait 39 milligrammes, tandis que celui laissé par la plante ne pesait que 33 milligrammes.

MM. Wiegman et Trinchinetti[1] ont répété cette expérience avec le même succès. Mais une si faible absorption d'extrait de terreau avait-elle contribué au développement de la végétation? Il est à regretter que pour éclaircir ce doute on n'ait pas mis en comparaison des plantes végétant dans l'eau pure.

Ce que l'on ne peut mettre en doute, c'est l'absorption de l'extrait de terreau et sa combinaison avec la potasse, prouvée par la décoloration des liquides.

Maintenant il faut prouver qu'il y a eu assimilation de cette solution par le végétal et qu'il n'y a pas eu une simple absorption impropre à la nutrition, comme serait celle de l'encre et de la teinture de bois de Brésil qui colore le végétal sans s'y assimiler. M. de Saussure observe que l'albumine du grain de froment sert de nourriture au végétal dans la première période de son existence; or, si on le retranche en le vidant par l'opération de la main, ou s'il est retranché, comme cela arrive naturellement, par la pourriture et le ravage des insectes, la plante profite peu dans l'eau ou dans un sable infertile: elle y double tout au plus sa matière sèche végétale, tandis que si on la plante dans le terreau, elle reprend sa vigueur. L'extrait de terreau remplace donc ici l'albumine.

Le terreau contenu dans le sol est en grande partie insoluble, comme nous l'avons dit, et ne devient soluble que par le progrès de la fermentation. Cette fermentation lente se continue chaque fois qu'il est humecté et présente sans cesse aux plantes de nouvelles doses de matière extractive.

Enfin M. de Saussure examine les résultats obtenus par M. Lucas sur les effets du charbon pur pour obtenir une belle végétation[2].

(1) *Sur le pouvoir absorbant des plantes*, Milan, 1843, 1 vol. in-4°.
(2) Voir ce mémoire dans l'*Introduction* de Liebig, p. CLXIV.

Il a trouvé, et M. Lundstrœm a trouvé comme lui que le charbon pilé mêlé avec la terre ne produisait aucun bon effet sur la végétation quand, par une longue décoction avec l'eau distillée, on l'avait dépouillé de tous ses sels et des substances organiques qu'il renferme.

C'est donc seulement comme absorbant les gaz de l'atmosphère et comme amendant un sol tenace, ou enfin comme colorant un terrain blanchâtre, que le charbon doit être considéré comme utile dans l'agriculture.

Les terrains trop abondants en terreau, qui en contiennent, par exemple, le quart de leur poids, sont généralement peu fertiles. De Saussure avait déjà prouvé que l'eau trop chargée d'extrait de terreau était moins favorable aux plantes que celle qui en contenait une moins grande quantité[1]. Il en résulte que dans les terrains que nous considérons, il se forme une atmosphère surabondante d'acide carbonique. Or, le même auteur a prouvé qu'une petite dose d'acide carbonique ajoutée à l'air commun était nuisible aux végétaux à l'ombre et pendant la nuit, et qu'au soleil même elle ne leur était utile qu'autant que cette atmosphère contenait du gaz oxygène libre, circonstance qui ne peut exister qu'imparfaitement, si le sol offre à l'oxygène de l'air un corps qui l'absorbe continuellement pour former de l'acide carbonique. Sur de pareils terrains on n'obtient de bonnes récoltes que par l'emploi de la chaux caustique, qui absorbe une partie de l'acide carbonique et enlève à l'atmosphère des plantes de celui qui est superflu, ou par l'emploi d'engrais animaux qui forment avec ce même acide des carbonates d'ammoniaque et de potasse.

On a reconnu généralement 5 à 8 centièmes de terreau dans les terres les plus fertiles; elles produisent à l'analyse, pour 1 gramme de terre, 4 à 8 centigrammes d'acide carbonique, avec une quantité variable d'azote. On trouve aussi des ter-

(1) *Essais sur la végétation*, p. 170.

rains fertiles qui ne renferment que des quantités insensibles de terreau ; telles sont, par exemple, en Flandre les terres de Lille, analysées par M. Berthier et citées dans l'*Agriculture de la Flandre* de M. Cordier ; mais elles sont soumises à une excellente culture, et on supplée par des engrais abondants et annuels à ceux que la nature leur a refusés ou qui ont été détruits par la continuité de cette culture elle-même ; d'autres terrains sont soumis à des inondations périodiques qui leur apportent en faible dose, mais sans interruption, les substances nutritives des plantes ; d'autres enfin sont placés de manière à recevoir les égouttements chargés de l'extrait de l'engrais des terres supérieures.

On peut donc affirmer, en thèse générale, que le terreau est une partie constituante des bons sols ; que c'est la plus sûre garantie de la production de l'acide carbonique, qui remplit des fonctions si importantes relativement aux végétaux et relativement au sol ; qu'il est d'ailleurs le dépôt de plusieurs autres principes essentiels à la végétation. Il se conserve et s'augmente par la production spontanée des plantes, aux dépens de leurs débris accumulés ; c'est ainsi que les terrains qui ont été longtemps plantés en bois, se recouvrent d'une couche de terreau, d'autant plus que le bois était plus fourré, que la lumière pénétrait moins dans le massif, que le terreau se décomposait moins vite ; mais, si, après le défrichement, on n'a pas soin d'enterrer profondément ce terreau et de le soustraire à l'action de l'air et de la lumière, il ne tarde pas à se décomposer tout entier, nuisant à la croissance des plantes par l'abondance du gaz qu'il exhale, et ensuite disparaissant complétement et ne laissant que des débris charbonneux. Une bonne culture tend à entretenir la provision de terreau du sol par les racines et les portions de tiges qui y sont enterrées ; par la restitution, sous forme d'engrais, des matières enlevées par les plantes qui y croissent, et par les assolements bien dirigés. Elle ne se borne pas à con-

server cette richesse ; elle parvient à l'accroître, en introduisant, dans le cercle des rotations, des plantes qui se nourrissent en grande partie des principes atmosphériques. Elle a donc pour résultat d'enrichir la terre aux dépens de l'atmosphère.

§ II. — Du terreau doux.

On désigne sous ce nom celui qui se trouve dans la plupart des terres, et qui se forme à l'air, des débris de plantes qui n'ont pas de principes acides. Sa solution ne change pas la couleur du papier de tournesol.

§ III. — Du terreau à tannin (terre de bruyère, de bois).

Un assez grand nombre de végétaux renferment un principe immédiat appelé *tannin,* dont la saveur est astringente, qui a des réactions acides, et qui, combiné avec les bases terreuses et alcalines, forme des sels de diverses natures. Son caractère le plus remarquable est de s'unir à la gélatine et de former avec elle un sel insoluble qui fait la solidité des cuirs que l'on a traités par les écorces tannantes. Le tannin se forme de toutes pièces dans ces végétaux par la combinaison du carbone, de l'hydrogène et de l'oxygène ; car il n'est pas nécessaire que le sol en contienne un atome pour que les arbres qui y croissent en renferment la même quantité que ceux qui ont cru sur des terrains contenant le tannin en nature. Cependant ces plantes à tannin paraissent mieux prospérer dans les terrains qui en contiennent ; le chêne, le châtaignier, le saule, le sumac, le grenadier, les bruyères, les fougères, etc., se plaisent dans ces terrains qui sont même absolument nécessaires à un grand nombre de plantes cultivées dans nos serres. Tous ces végétaux, qui renferment beaucoup de tannin, produisent à leur tour les terreaux tannants que l'on a appelés terres de bruyères, et qui présentent, avec les caractères de l'acidité, ceux de

la présence d'une assez grande quantité de fer. D'autres végétaux et en plus grand nombre se trouvent mal de la présence de cet acide que l'on est obligé de neutraliser par l'application de la chaux et des engrais. On en reconnaît la présence en faisant bouillir le terreau dans l'eau et en versant dans la solution filtrée une solution de gélatine qui produit un précipité blanc opaque.

On croit que c'est à la présence du tannin dans les sables de Bordeaux que les vins qui y croissent doivent leur acerbité dans les premières années, puis leur bouquet particulier et leur longue conservation.

§ IV. — Du terreau formé sous l'eau (tourbe).

Dans les lieux marécageux, constamment couverts d'une petite quantité d'eau ou qui se dessèchent en été, il se produit une végétation spéciale dont les débris se réduisent en une espèce de terreau d'une nature particulière ; la masse augmente chaque année et finit par former un banc de débris végétaux carbonisés dont on se sert pour le chauffage.

Le mode de carbonisation des tourbes participe de ce que l'on appelle la pourriture sèche et la pourriture humide, selon que la masse carbonisée reste plus ou moins longtemps à découvert. On y reconnaît les restes de plus de trois cents espèces de végétaux encore bien caractérisés : des *utriculaires*, des *potamogetons*, des *myriophillums*, des *sphagnes*, des *scirpes*, des *carex*, des *prêles*, des *iris*, mais principalement la *conferva rivularis* qui paraît être en divers lieux le principal élément de la formation des tourbes.

La tourbe, formée de diverses plantes et dans des circonstances différentes, ne présente pas une composition uniforme. En général, les plantes qui la forment contiennent peu de sels alcalins qu'elles paraissent remplacer par des sels calcaires, comme dans la *chara*, qui s'en encroûte entièrement. La tourbe

qui se forme sur un fond calcaire ne contient pas d'acides. Souvent on trouve dans cette substance des acétates et des phosphates, même des acides acétiques et phosphoriques libres, et du sulfure de fer. L'existence de ces corps dans la tourbe tient à la présence, dans l'eau qui l'entoure, de principes immédiats qui éprouvent l'action désoxydante des plantes privées d'air, lesquelles puisent l'oxygène dont elles ont besoin dans tous les corps environnants : ainsi l'oxyde de fer rouge se change en oxyde noir, le sulfate de fer en sulfure.

M. Reisch[1] a soumis la tourbe à l'action de l'eau, de l'alcool et de l'éther, et en a retiré différentes matières résineuses de consistance variable. Il a décrit les produits pyrogénés de la distillation, et a trouvé dans les produits gazeux de l'hydrogène sulfuré. Il a reconnu aussi que la tourbe contenait du tannin et une matière azotée, puisque, calcinée avec du carbonate de potasse et de fer, elle a produit du cyano-ferrure de potassium et des traces de sulfo-cyanure de potassium.

D'autres tourbes donneraient d'autres résultats. Les tourbières qui reçoivent les eaux de la mer contiennent du sel marin. Beaucoup d'entre elles ne renferment pas de sels alcalins ; mais le grand usage que les Flamands font de leurs cendres comme engrais ne porte-t-il pas à croire que dans certains cas elles contiennent de la potasse ou de la soude?

On ne peut rien dire de général sur la tourbe ; chaque tourbe exige un examen et un traitement particulier, parce que chacune a sa composition spéciale.

La tourbe ne fournit pas toujours cependant des couches puissantes. Dans les terrains marécageux qui reçoivent des alluvions, des débris tourbeux se trouvent intimement mêlés au sol, comme le terreau dans les terres sèches : c'est ce qui forme les terrains paludiens. Si les dépôts sont crayeux, la tourbe est douce, le terrain a l'apparence de la richesse, mais

(1) *Journal de pharmacie*, 1824, p. 34.

il manque de principes fertilisants. Le terreau tourbeux est entièrement carbonisé et sans principe alcalin. C'est une formation de lignite en petit qui n'apporte aucure nourriture aux plantes. Ce terrain qui est gris lorsqu'il est sec, paraît noir quand il est humecté; il a aussi pour caractère de contenir des débris nombreux de coquilles d'eau douce que l'on reconnaît à la loupe.

Section XV. — *De l'oxygène, de l'hydrogène et de l'eau.*

Si quelques éléments des végétaux peuvent manquer tout à fait ou se substituer les uns aux autres, il y en a trois au moins que l'on rencontre toujours, et qui peuvent être considérés comme leur base constante, savoir : le carbone, l'oxygène et l'hydrogène; ils ne varient dans les plantes, dans leurs différentes parties et dans leurs produits divers, que par leurs proportions. On conçoit parfaitement que les plantes puissent tirer leur oxygène de l'air, puisqu'elles absorbent ce gaz de l'atmosphère pendant la nuit, en exhalant du gaz acide carbonique. Quant à l'hydrogène, il ne paraît pas qu'elles puissent l'obtenir autrement que par la décomposition de l'eau, soit de celle qui se trouve mêlée à l'air sous forme de vapeur, soit probablement aussi de celle qui est aspirée par les racines et qui circule dans les vaisseaux de la plante.

En effet, cette quantité d'eau dont s'empare la végétation aux dépens du sol est très considérable. Nous avons montré ailleurs[1] que le mûrier laissait évaporer, en 24 heures, 155 grammes d'eau par mètre carré de la surface de ses feuilles; c'est donc, pendant les six mois de sa végétation, 28k,3 d'eau qu'absorbe chaque mètre carré de feuilles de mûrier. Hales avait fait de semblables calculs sur plusieurs autres espèces de plantes. Si l'on pense à la quantité de feuilles dont sont cou-

(1) *Mémoires d'agriculture*, t. III, p. 198.

verts les arbres de nos forêts, on jugera de l'immense évaporation qu'ils déterminent.

Pour fournir à cette évaporation, la terre reçoit les eaux pluviales, qui sont beaucoup plus abondantes que ne l'exige la consommation des plantes; mais une partie de ces eaux s'évapore à la surface de la terre, et nous avons calculé que dans le climat venteux de la vallée du Rhône, cette évaporation terrestre absorbait le quart des eaux de pluie; une autre partie de ces eaux descend dans les couches inférieures du sol.

Excepté dans les déserts de sable et à la surface supérieure du terrain, en été, toutes les terres renferment toujours une certaine quantité d'eau, plus ou moins grande, suivant leur hygroscopicité et les circonstances météoriques ou de gisement où elles se trouvent. On l'évalue facilement, en en pesant une portion et la desséchant complétement dans le vide sec, ou au moins dans une étuve chauffée à 100 degrés, jusqu'à ce qu'elle cesse de perdre de son poids; la quantité d'eau qui reste combinée à la terre après cette opération peut être négligée si l'on ne recherche que l'eau hygrométrique. Nous avons fait voir que la végétation est encore active quand la couche de terre, placée à $0^{m},60$ de profondeur, conserve 0,12 d'eau : c'est un minimum. Dans les bons terrains où la végétation continue toute l'année, sans que les herbes se flétrissent, la terre conserve 0,10 d'eau à $0^{m},30$ de profondeur.

L'eau est le besoin le plus impérieux des végétaux. Ils vivent encore plus ou moins longtemps, prennent un certain développement dans l'eau distillée elle-même; mais sans eau, c'est en vain qu'on mettrait à leur portée les matériaux les plus assimilables : ils se flétrissent et meurent. Examinons donc quels sont ses divers usages.

D'abord, comme eau, sans éprouver aucune modification, elle fait partie de l'organisation du végétal; elle donne la souplesse à ses organes : elle les pénètre de toutes parts.

C'est elle ensuite qui paraît entretenir le mouvement ascensionnel de la séve et le mouvement circulatoire des vaisseaux du latex, par la continuelle évaporation qui a lieu à la surface des organes foliaires, où elle est remplacée sans cesse par celle que les racines puisent dans le sol. Ce que les réactions nerveuses produisent chez les animaux, en imprimant un mouvement mécanique aux muscles, la seule force évaporatoire paraît le produire chez les végétaux dépourvus d'organes intérieurs mobiles. Elle n'a pas une fonction moins importante comme excipient de toutes les matières solubles contenues dans le sol. Elle dissout les nitrates, les chlorhydrates, les sulfates, ainsi que l'ammoniaque de l'atmosphère et celle du sol ; elle absorbe un $\frac{1}{36}$ de son volume d'air atmosphérique, s'empare de l'acide carbonique du terreau en le traversant, et dans cet état elle dissout les carbonates terreux, attaque les silicates alcalins qu'elle dispose à se décomposer, et à abandonner leur potasse et leur soude.

L'importance de l'air dissous dans l'eau est si grande pour la végétation que dès qu'elle est chargée de principes en putréfaction éminemment désoxygénants, et qu'ainsi elle cesse de transporter de l'oxygène, elle cesse aussi d'être propre à la végétation. On sait que les plantes périssent dans les solutions trop chargées de terreau, dans les eaux de fumier, dans les eaux croupissantes des marais, dans les terrains abreuvés par des eaux sans mouvement, tandis qu'elles prospèrent près des eaux courantes et par l'effet des irrigations. L'eau distillée privée d'air est défavorable à la végétation.

Outre les eaux stagnantes et croupissantes, on doit se défier aussi de celles qui tiennent certains sels en dissolution.

Enfin, les produits hydrogénés, d'autant plus nombreux que le climat est plus chaud et moins nuageux, les cires, les huiles, les résines, les baumes, les essences, le caoutchouc, etc., indiquent une si grande proportion d'hydrogène séparée de

l'eau par la végétation, qu'on ne peut se défendre de l'idée que cette réaction s'opère sur les torrents d'eau qui circulent dans le végétal, et que dès lors une partie de cette eau est décomposée et fournit l'hydrogène, qui se trouve combiné dans tous les produits végétaux.

SECTION XVI.— *De l'azote, de l'ammoniaque et des nitrates.*

Pendant longtemps on n'a considéré la présence de l'azote, dans les végétaux, que comme une exception ; on en faisait l'attribut spécial du règne animal ; on désignait par le nom de substances *animalisées* les parties des substances végétales, dans lesquelles il se trouvait : tel était le gluten, par exemple. Cependant les progrès de l'analyse accroissaient chaque jour le nombre des substances azotées ; on avait reconnu l'azote dans la plupart des semences ; l'analyse des jeunes organes faisait connaître que les premiers développements de la végétation absorbaient beaucoup d'azote ; l'épuisement considérable d'azote occasionné par les semis épais des jardiniers dans les terreaux les mieux préparés confirmait ce premier aperçu et faisait pressentir que c'était au sol lui-même que les végétaux prenaient ce gaz. On se confirmait dans cette opinion en voyant que les récoltes fourragères, que l'on enlève avant leur fructification, épuisaient moins le terrain que les plantes qui produisent leurs graines ; mais il fallait des faits plus concluants pour se former une idée nette de l'importance de l'azote dans la végétation et dans le sol. Sprengel en avait conçu le soupçon[1] ; mais les travaux de MM. Liebig, Boussingault et Payen sont venus dissiper tous les doutes : le premier, par une foule de déductions et de rapprochements ingénieux ; le second, par la description d'un cours de récolte suivi pendant plusieurs années, et par son mémoire sur les résidus des récoltes, qui montra que les be-

(1) *Annales de Roville*, t. VIII, p. 218 et suiv.

soins d'engrais azotés sont proportionnels aux quantités d'azote soustraites par les produits; la troisième, par une série d'analyses qui ont montré la présence de l'azote dans presque tous les organes des végétaux. C'est ainsi qu'a été complétée la démonstration appelée par les travaux des chimistes les plus distingués, qui signalaient chaque jour un plus grand nombre de corps azotés parmi les végétaux.

Ainsi le nouveau point de vue qui fait aujourd'hui la base des theories agricoles se résume dans ces trois points : 1° l'azote est une partie constituante des végétaux; 2° c'est par leurs racines que les végétaux tirent du sol la plus grande partie de cet azote; 3° certaines plantes sont peut-être aptes à s'approprier l'azote contenu dans l'atmosphère ou dans l'eau aérée qu'elles absorbent.

Examinons maintenant comment et sous quelles formes l'azote se trouve dans le sol et est mis à la portée des plantes.

Nous avons vu que les argiles et les oxydes ont la propriété de s'emparer des gaz ammoniacaux et de les conserver dans leurs pores, qu'il en est de même du terreau, et qu'en outre celui-ci présente souvent des traces de l'azote qui est entré dans la composition des plantes d'où il tire son origine. Mais si ces sources d'azote n'étaient pas sans cesse renouvelées, les 0,0004 en poids de ce gaz, que renferment les terres fertiles, seraient bientôt épuisés, si toutefois les substances où il est caché consentaient à le céder tout entier à la végétation; car tout l'azote d'une pareille terre ne représente que celui contenu dans environ 30 récoltes de froment.

Suivant M. Becquerel, il y a production constante d'ammoniaque dès que, sous l'influence de l'air, l'eau est en contact avec une substance oxydable. Il y a alors décomposition de l'eau et de l'air; l'oxygène s'unit à la matière oxydable, et l'hydrogène de l'eau s'unit à l'azote de l'air. Or, la plupart des

terres sont remplies d'oxyde de fer, de terreau qui passe à l'état d'acide carbonique, substances qui ne sont pas parvenues à leur degré le plus avancé d'oxygénation. Il y a donc constante formation d'ammoniaque chaque fois que le sol est mouillé et que l'eau s'évapore ; cette ammoniaque est saisie en partie par l'eau surabondante qui la transporte dans l'intérieur du sol, et se dissipe en partie dans l'air.

Ces réactions et le produit de la putréfaction des animaux sont probablement la source de l'ammoniaque qui existe dans l'atmosphère. De Saussure a remarqué que le sulfate d'alumine pur finit par se changer à l'air libre en sulfate ammoniacal d'alumine[1]. Toutes les eaux exposées à l'air contiennent de l'ammoniaque et troublent les dissolutions de plomb et d'argent; l'eau distillée avec le plus grand soin elle-même, qui, quand elle est récemment préparée, n'est nullement modifiée par les réactifs, indique la présence de l'ammoniaque après quinze jours d'exposition à la lumière[2]. Liebig a constaté son existence dans l'eau de pluie[3]; on s'en assure en ajoutant de l'acide sulfurique à l'eau de pluie et l'évaporant à siccité; le résidu contient du sulfate d'ammoniaque que l'on reconnaît à l'aide du bichlorure de platine, et plus facilement à l'odeur pénétrante qui s'en dégage quand on y ajoute de la chaux en poudre. Ce sont autant de preuves directes et certaines de l'existence de l'ammoniaque dans l'atmosphère.

On a voulu objecter que l'analyse de l'air n'avait jamais fait reconnaître cette ammoniaque atmosphérique, et, à ce sujet, Liebig fait remarquer qu'un volume d'air de 1,427 mètres cubes, à l'état de saturation, à la température de 15 degrés et sous la pression de $0^m,76$, renferme 1 kilogramme d'eau qui, en tombant à l'état de pluie, entraîne toute l'ammoniaque

(1) *Recherches sur la végétation*, p. 207, note.
(2) *Ibid.*, p. 308, note.
(3) Introduction, page CII.

contenue sous forme gazeuse dans ce volume d'air. S'il ne renferme que 1 centigramme d'ammoniaque, 100 centimètres cubes d'air soumis à l'analyse dans un eudiomètre ne contiendraient que 0,0000000001 d'ammoniaque, quantité absolument inappréciable par nos moyens d'analyse quand même elle serait dix mille fois plus grande. Or, il tombe par an, dans la France septentrionale, une quantité de pluie représentée par une hauteur de $0^m,65$, ce qui donne par hectare 6,500 mètres cubes ou 6,500,000 kilogr. d'eau qui, à raison de 1 centigramme d'ammoniaque par kilogramme, donneraient au sol 65 kilogr. d'ammoniaque ou $53^k,5$ d'azote pur. Mais l'azote contenu dans le bois produit par un hectare ne s'élève qu'à 34 kilogr. par an[1]; 10,000 kilogr. de betteraves ne contiennent que 22 kilogr., et 10 hectolitres de blé que $19^k,77$ d'azote[2]. La dose si minime d'ammoniaque de l'air devient donc immense par le volume de l'atmosphère où elle est répandue. Dans beaucoup de cas, elle satisfait aux besoins de la végétation.

L'ammoniaque se trouve aussi dans les eaux de la neige, et M. Liebig affirme que plusieurs kilogrammes d'eau provenant de la fusion d'une neige prise au mois de mars à la surface d'une couche de $0^m,27$ de hauteur, ont donné, par l'évaporation avec l'acide chlorhydrique, un résidu de chlorhydrate ou sel ammoniac; l'eau de la neige inférieure qui touchait au sol, éprouvée de la même manière, en contenait une proportion plus grande. Les eaux de source et de fontaine renferment toutes des carbonates et nitrates d'ammoniaque.

On conçoit que l'air des régions chaudes, où l'évaporation des grandes pluies se fait sur une vaste échelle, doit renfermer l'ammoniaque en plus grande quantité. C'est peut-être à cette circonstance qu'est due la fertilité des terres méridionales et

(1) Chevandier, *Compte rendu*, t. XVIII, p. 141.
(2) Boussingault, t. II, p. 279 à 291.

l'usage toujours moins fréquent du fumier, à mesure que l'on avance vers le midi. Sans aller chercher les régions tropicales, il y a des terres en Provence qui reproduisent, tous les deux ans, huit hectolitres de blé sans recevoir aucun engrais.

Parvenue sur le sol avec les eaux de pluie et de neige, une partie de l'ammoniaque est retenue par l'eau, par le terreau, par l'argile, par l'oxyde de fer; une autre passe immédiatement dans la végétation par la succion des racines et l'absorption des feuilles; enfin une autre partie s'évapore et se disperse de nouveau dans l'atmosphère. Les cultures bien garnies de plantes, et faisant ombre au sol, retardent l'évaporation et augmentent la quantité d'ammoniaque qui tourne au profit des plantes.

Les engrais végétaux et animaux sont enfin une source abondante d'ammoniaque. C'est la restitution à la terre d'une partie de l'azote enlevé au sol par les plantes, et en outre de celui qu'elles ont puisé dans l'atmosphère. Cette richesse, ajoutée à celle que le sol reçoit gratuitement par le secours des pluies et des rosées, tend à augmenter sans cesse la fécondité des terrains. Les champs qui ne reçoivent pas d'engrais finissent par rester dans un état stationnaire, en rapport avec la quantité d'ammoniaque formée annuellement dans leur climat et ramenée sur la terre par les météores. La production d'un agent ausi puissant que les engrais devra donc fixer particulièrement notre attention dans la suite de ce cours.

Ce n'est pas seulement sous forme d'ammoniaque que l'azote se trouve dans les terres, mais souvent aussi sous forme de nitrates. L'usage que l'on fait du nitre pour les poudres de guerre a depuis longtemps attiré l'attention publique sur les terres qui contiennent les nitrates. On sait qu'il sort annuellement de l'Inde et de la Chine des quantités énormes de nitrate de potasse obtenu sans aucune préparation ; Bowles nous apprend, dans son *Histoire naturelle d'Espagne*, que ce

sel y est fort abondant, et que près du tiers des provinces méridionales de ce royaume contiennent du salpêtre natif; qu'il suffit de labourer deux ou trois fois un champ, en hiver et au printemps, pour qu'en ramassant ensuite au mois d'août la couche superficielle on puisse en retirer par lixiviation une grande quantité de salpêtre. Les mêmes terres qui ont été lessivées l'année précédente, exposées à l'air, rendent l'année suivante une égale quantité de salpêtre.

On retrouve le même phénomène en Afrique, en Italie, en France, dans tous les terrains qui présentent à l'acide nitrique une base salifiable. Les bancs de craie de la Touraine, de la Saintonge, de la Roche-Guyon (Oise), sont des nitrières naturelles bien connues. Le nitrate de potasse se forme dans des lieux qui sont sans doute abondants en potasse, comme les deltas du Gange et du Nil, les terres longtemps en friche de l'Espagne; en France, on trouve surtout du nitrate de chaux, mêlé d'une petite quantité de nitrate de potasse; ailleurs ce sont des nitrates de soude; au Pérou, ce dernier sel existe en couches très épaisses[1].

D'où provient l'acide nitrique qui s'empare ainsi des bases terreuses et alcalines du sol? On l'a attribué longtemps aux matières azotées qui pouvaient se trouver mêlées au sol ou à la roche. Dans cette explication, on insistait sur la nécessité de mêler des fumiers aux terres avec lesquelles on préparait les nitrières artificielles, sur les terres salpêtrées qui se trouvent principalement dans les écuries, les bergeries, les caves et les lieux habités; mais l'examen attentif des circonstances qui accompagnent la formation du salpêtre sur les rochers crayeux de la Roche-Guyon a fait évanouir cette hypothèse. M. Longchamps

(1) Tous ces faits, et un grand nombre d'autres, sont réunis dans le onzième volume des *Mémoires des savants étrangers;* dans un mémoire de M. Longchamps, sur la nitrification (*Ann. des sciences d'observation*, février 1829); dans un mémoire de Gaultier de Claubry (*Ann. de chimie*, t. LII, et ailleurs).

a observé que la quantité de nitre retirée des craies supposait la présence de $\frac{1}{100}$ de gélatine pure et sèche, et que, comme cette même craie en fournirait indéfiniment la même quantité tous les ans, il en résulterait que la craie serait presque entièrement de la gélatine, ce qu'il est impossible d'admettre.

Nous verrons plus tard que les eaux d'orage contiennent de l'acide nitrique ; mais il ne faut pas en conclure que ce sont ces eaux qui font passer les craies à l'état de nitrates. En effet il faut observer que le salpêtre ne se produit que sur les faces verticales des dépôts de craies exposées au midi et dans un état remarquable de porosité[1]. Si les eaux d'orage seules étaient la cause de la formation de ce sel, les plans horizontaux de craie, et les plans verticaux ou inclinés à toutes les expositions, devraient s'imprégner d'acide nitrique, et les roches calcaires, poreuses ou non, devraient subir la même action ; ce qui n'arrive pas. Il paraît donc qu'il faut, pour produire la nitrification : 1° l'action de la chaleur solaire ; 2° la non-permanence de l'humidité ; 3° un terrain calcaire poreux. Sous ces conditions, dans les circonstances qui se produisent habituellement, la combinaison de gaz, qui ne se ferait pas au simple contact, a lieu par l'intermédiaire des corps poreux ; ainsi la craie se nitrifie, tandis que le marbre ne se nitrifie pas, et cette action s'exerce sur l'oxygène et l'azote de l'atmosphère en présence de l'air oxygéné apporté par l'eau pluviale. Les mêmes causes doivent opérer aussi la nitrification des terrains placés dans les pays où les pluies sont rares et où de légères averses procurent une évaporation rapide. Il y a alors formation d'ammoniaque et oxydation immédiate de ce corps qui produit l'acide nitrique, lequel s'empare des bases du sol.

Mais dans les contrées tropicales, il n'est pas nécessaire de chercher à expliquer la formation de l'acide nitrique au contact du sol. La fréquence des orages, le nombre et la violence

(1) Gaultier de Claubry, mémoire cité, p. 35.

des détonations électriques, pourraient seules donner l'explication du phénomène de la nitrification de leurs terres. A Riobamba, M. Boussingault a remarqué que le nitre se formait de préférence dans les localités où les orages étaient les plus fréquents[1].

Dans les climats plus tempérés, Liebig ayant analysé 77 eaux de pluie, dont 17 provenaient d'orages, trouva que ces dernières contenaient toutes de l'acide nitrique et que, parmi les autres, deux seulement en offraient quelques traces. Cet auteur nous dit que la présence de cet acide dans les eaux d'orage l'a d'autant moins surpris que Cavendish, et après lui Séguin, avaient produit de l'acide nitrique en combinant l'azote et l'oxygène par le moyen de l'étincelle électrique. Il était clair, d'après cela, que la foudre, en traversant l'air, déterminait la formation d'une grande quantité de cet acide[2].

Or, M. Boussingault nous affirme, d'après ses observations, qu'en négligeant ce qui se passe hors des tropiques, en considérant seulement la zone équinoxiale, on peut prouver que pendant l'année entière, tous les jours, et peut-être à tous les instants, il se fait dans l'atmosphère une continuité de décharges électriques. Il ajoute qu'un observateur placé sur l'équateur, s'il était doué d'organes assez sensibles, y entendrait continuellement le bruit du tonnerre, et c'est aussi à cette continuité de décharges électriques, au milieu d'un air chargé d'humidité, que cet auteur attribue l'origine de la plus grande partie de l'acide nitrique, qui, uni aux bases, fournit le salpêtre qu'on trouve à la surface de la terre[3].

Enfin, l'acide nitrique se forme aussi sous l'influence d'un air calme et de l'humidité, dans des terres poreuses, mêlées de débris animaux qui produisent l'ammoniaque en nature ; c'est

(1) *Annales de chimie*, t. LVII, p. 180, note.
(2) *Ibid.*, t. XXXV, p. 329.
(3) *Ibid.*, t. LVII, p. 180.

par ce procédé que l'on établit les nitrières artificielles, mais il ne faut pas méconnaître aussi que, même sans addition de matières animales, les terres qui ont déjà été lessivées pour en extraire le nitre, semblent avoir acquis une disposition particulière à en former de nouveau, et qu'en se bornant à les arroser, en les exposant au soleil et les préservant du vent qui emporte le gaz au fur et à mesure de sa formation, on obtient une nitrification rapide.

Telles sont les sources qui reproduisent au profit du sol l'azote consommé par la végétation : 1° L'ammoniaque et l'acide nitrique de l'atmosphère, produits probables de l'évaporation ; 2° ces mêmes corps retenus et absorbés par l'eau au fur et à mesure de leur formation ; 3° les corps, les débris, les déjections animales et végétales apportées sur le sol sous forme d'engrais, ou qui ont été laissées par les cultures ou à la suite des récoltes ; 4° l'existence dans les terres de corps poreux qui condensent l'ammoniaque, et de bases qui saturent l'acide, et les tiennent en réserve pour la végétation future.

Il resterait cependant à indiquer encore une des sources où les plantes pourraient puiser indéfiniment de l'azote si elles étaient aptes à se l'approprier : je veux parler de l'air atmosphérique.

M. Boussingault a bien démontré que certaines plantes, telles que les légumineuses et les topinambours reproduisaient plus d'azote que n'en contenait l'engrais qu'on leur avait fourni[1]. Ainsi, dans un assolement de cinq ans, avec une année de trèfle, la récolte d'un hectare a donné de 47 à 51^{k} d'azote en sus de celui du fumier ; dans un assolement de six ans, avec une année de trèfle et une année de pois 109^{k} en sus ; dans un assolement composé de deux années consécutives de froment fumé, seulement 4^{k},6 ; enfin deux années de topinambour 86^{k}.

Il semble donc que l'on aurait pu conclure de ces résultats que l'azote excédant était enlevé par les plantes à l'atmosphère.

(1) *Annales de chimie*, t. LVII et LIX

Mais l'esprit judicieux et circonspect de ce savant ne lui a pas permis d'énoncer une conclusion aussi absolue ; aussi dit-il seulement que « l'azote peut entrer directement dans l'organisme des plantes si les parties vertes sont aptes à le fixer ; que cet élément peut encore être porté dans les végétaux par l'eau toujours aérée qui est aspirée par les racines ; enfin qu'il est possible, comme le pensent quelques physiciens (Saussure, Liebig), qu'il existe dans l'air une infiniment petite quantité de vapeurs ammoniacales. »

L'excédant dont nous venons de parler ne prouve pas, en effet que les plantes puisent l'azote à une de ces sources plutôt qu'à l'autre, les faits agricoles tendraient à faire rejeter l'idée que les graminées ne fussent pas aptes aussi à présenter un excédant ; en effet, dans les terres non fumées de la vallée du Rhône, nous avons observé que l'on obtient tous les deux ans une récolte de 9 hectolitres par hectare en sus de la semence. Il y aurait donc une source autre que les fumiers qui fournirait tous les deux ans $33^k,84$ d'azote, ou $16^k,92$ par an et par hectare[1]. Or, dans les deux premiers assolements de M. Boussingault on voit un excédant de $9^k,4$ et de $8^k,5$ d'azote par an ; celui de topinambour fournit il est vrai 43^k, mais une masse considérable de tiges et de feuilles est venue augmenter la quantité d'engrais : ces tiges n'ont pas été pesées, les feuilles et pellicules n'ont pas été dosées ; or, en retranchant $16^k,92$ de 43^k et en divisant le reste $26^k,08$ par $0^k,37$, dose d'azote de 100^k de tiges de topinambour, on trouve qu'il suffirait de 70^k métriques de tige par hectare pour fournir ce supplément d'azote. Nul doute qu'un champ de topinambours bien garni ne fournisse une quantité beaucoup plus grande de débris.

(1) D'après les analyses de M. Boussingault, un hectolitre de blé s'asssimile, savoir :

Pour 78 kilogr. de grains.	3^k00
Pour 156 kilogr. de paille. :	0,76
	3,76

Nous venons de passer en revue et d'examiner sous tous leurs rapports agricoles essentiels les divers éléments dont se composent les terrains arables. Nous avons reconnu que tous, sans exception, avaient deux fonctions à remplir ; la première d'offrir un appui à la plante, un milieu au développement de ses racines ; la seconde d'entrer comme partie intégrante dans sa composition. Mais nous avons reconnu aussi que, sous le second rapport, ils n'avaient pas tous la même importance, soit parce que plusieurs d'entre eux peuvent se remplacer mutuellement, soit parce que les végétaux trouvent dans l'atmosphère les substances qui manquent au sol, soit enfin parce que la nature prodigue certains éléments et n'accorde les autres que d'une main avare. Il était donc facile de prévoir que l'attention se porterait principalement sur ces derniers, qui sont le plus souvent en proportion insuffisante dans les champs. En effet leur quantité décroît rapidement si elle n'est pas renouvelée, et ils disparaissent même entièrement au bout de quelque temps, par la consommation qu'en font les végétaux et à cause de leur solubilité qui permet aux eaux de les entraîner sur les pentes ou dans les couches profondes de la terre. Enfin quelques-uns de ces éléments sont si peu stables que l'action des vents ou de la chaleur les disperse dans l'atmosphère sous la forme de gaz.

Ainsi les alcalis, la potasse et la soude, finissent par disparaître des terrains ; la chaux, dissoute par les eaux chargées d'acide carbonique, disparaît aussi presque complétement. M. Gueymard a cité des terrains de la Grande-Chartreuse, formés de débris de roches calcaires, et d'où l'élément calcaire avait été entièrement enlevé par les eaux carbonatées ; on sait que la durée des marnages est limitée, et qu'au bout d'un certain nombre d'années l'analyse ne fait pas retrouver de chaux dans les terrains qui en avaient reçu une assez forte dose. Quant à l'azote, en quelque état qu'il se trouve, il dispa-

rait aussi promptement par l'effet des cultures, de sa dissolution dans l'eau et de l'évaporation, surtout dans les pays où des causes naturelles ne le renouvellent pas constamment; d'ailleurs il est toujours en quantité insuffisante dans les champs pour déterminer une vigoureuse végétation de plantes utiles, excepté dans quelques cas trop rares pour pouvoir servir de règle. Sous le rapport de la nutrition des plantes, c'est à la recherche de ces trois précieux éléments que l'agriculteur devra surtout s'attacher; c'est à les remplacer, à les accroître dans une juste mesure, qu'il devra mettre tous ses soins.

Toujours sous le point de vue de la nutrition des plantes, on ne pourra regarder comme indifférente l'absence ou la présence d'une certaine proportion de terreau. Si l'acide carbonique de l'atmosphère peut pourvoir les plantes du carbone qui leur est nécessaire, il ne faut pas perdre de vue que, dans les premiers temps de leur développement, elles manquent des organes verts propres à l'absorption de ce gaz. En outre, le terreau dégage continuellement ce même gaz, en charge l'eau de pluie, qui dès lors devient propre à agir sur les carbonates terreux et sur les silicates alcalins, et sert à rendre ces substances solubles et à les faire passer dans la végétation. Enfin, comme corps poreux, le terreau est éminemment propre à recevoir et à condenser les gaz ammoniacaux qui se disperseraient dans un terrain qui en serait privé. Sous ce dernier rapport, comme sous celui de colorer le sol et de le rendre capable d'absorber plus de calorique, on devra s'assurer aussi de la présence des oxydes de fer.

Quant aux fonctions des terrains agricoles, qui consistent à offrir un appui à la plante, à servir de milieu à ses racines, à faciliter ou gêner les cultures, ces propriétés tiennent à leurs qualités physiques plus encore qu'à leurs qualités chimiques; et c'est sous ce nouveau point de vue que nous allons examiner les terres dans la deuxième partie de cet ouvrage.

DEUXIÈME PARTIE

DES PROPRIÉTÉS PHYSIQUES DES TERRES.

INTRODUCTION.

Il résulte de l'assemblage des parties de diverses natures, de diverses formes, de diverses grosseurs, qui constituent les terrains agricoles, que ces terrains possèdent aussi des propriétés physiques différentes, qu'ils ont des degrés différents de pesanteur spécifique, d'hygroscopicité, de cohésion, etc. On comprend toute l'importance de ces propriétés, puisque le terrain est le milieu dans lequel vivent les racines des plantes. Si elles y rencontrent une trop grande sécheresse, elles ne peuvent en retirer ni les substances qui doivent entrer dans leur composition, ni l'eau destinée à l'abondante évaporation à laquelle elles donnent lieu; si la terre est trop peu consistante, les racines n'y trouvent pas un appui pour se soutenir contre les vents ; et si elle est trop tenace, elles ne peuvent la percer pour s'étendre et aller à la recherche des sucs qui y sont dispersés. Aussi, les cultivateurs attachent-ils le plus grand prix à ces propriétés : c'est par elles qu'ils distinguent et désignent les terrains ; ils ignorent s'ils sont calcaires ou argileux, mais ils savent bien qu'ils sont forts ou légers, secs ou humides. La science doit compléter et régulariser les connaissances empiriques ; elle doit les coordonner et les réunir à celles qu'elle peut fournir elle-même : c'est ainsi seulement qu'on arrivera à une solide connaissance des terrains agricoles, à l'aide de laquelle on pourra à la fois diriger la pratique et éclairer la théorie.

Les premières recherches scientifiques sur les propriétés

physiques des terres ont été tentées sous les auspices de la Société économique, fondée à Berne, en 1758, société qui a tant fait pour constituer la science agricole. M. Otth de Zurich fut l'auteur de ces premiers travaux. Il pressentait déjà toute l'étendue que devaient prendre ces recherches. « Je crois, disait-il, qu'avec le degré de cohérence et dilatabilité, la pesanteur spécifique des terres et la quantité d'eau qu'elles sont capables d'absorber ne contribuent pas peu à leur caractère spécifique. Si l'on répétait ces expériences, ajoutait-il, il faudrait déterminer encore trois nouveaux caractères : le degré de dilatabilité des terres, la quantité d'eau que la terre laisse d'abord échapper de ses interstices, et qu'à proprement parler, elle n'absorbe pas ; et enfin la durée du desséchement et de l'évaporation de l'eau. Pour bien déterminer l'espèce, il faudrait rechercher, avant toute chose, de quelles parties de chaque genre cette espèce est composée[1]. » On voit que cet auteur pensait déjà à rapprocher des propriétés physiques la composition minérale pour former ses genres et ses espèces de terre.

C'est une partie de ce programme que Schübler a réalisé plus tard dans la même contrée, et probablement sous l'inspiration des lignes que nous venons de transcrire.

La méthode de Otth était mauvaise et ne conduisait pas à des résultats exacts. Bien plus récemment, en France, M. Devèze de Chabriol a tenté aussi quelques essais pour déterminer le pouvoir hygroscopique des terres ; mais l'inexactitude de ses moyens d'expérimentation n'a pu lui donner non plus des résultats comparables[2].

Schübler est donc le véritable fondateur de la méthode expérimentale pour rechercher les propriétés physiques des terres. Dès 1816, il en publia les premiers résultats[1]. Il les compléta

(1) *Mém. de la société économ. de Berne*, 1761, t. II, 2e part., p. 664.
(2) *Mémoires de la société centrale d'agriculture*, 1819, p. 256.
(3) *Bibliothèque britannique*. Agriculture, t. XX, p. 248.

et les publia ensuite en allemand, dans les feuilles d'Hoffwyl, en 1817. C'est ce livre que nous avons fait connaître en France, en 1826, après avoir fait usage dans nos études, pendant plusieurs années, de la méthode de l'auteur[1]. On peut étudier les propriétés physiques de la terre, sous deux rapports : 1° dans le but de distinguer les terres entre elles et de reconnaître leurs propriétés fondamentales. On les considère alors abstraction faite de leurs modifications accidentelles. Ainsi, l'on cherche leur pesanteur spécifique sans s'occuper de la variation de poids de leur volume, qui résulte des différents degrés d'atténuation ou du tassement de leurs parties ; leur hygroscopicité, après les avoir ramenées à un degré de dessiccation uniforme; leur tenacité après les avoir corroyées, desséchées et enfin disposées d'une même manière. On détermine ainsi ce que nous appellerons les propriétés physiques normales des terres.

Mais on peut aussi 2° chercher à distinguer les différents états où se trouve une même terre par l'effet des modifications qu'elle éprouve par suite, soit des influences atmosphériques, soit des travaux mécaniques, soit de sa situation dans des couches plus ou moins profondes. Ces propriétés, que nous appellerons variables, sont celles qui sont le plus essentielles pour la pratique de l'art.

On n'a pas abordé méthodiquement avant nous l'étude de ces dernières propriétés, et nous en présentons ici les premiers essais. Schübler a bien avancé l'étude des propriétés physiques normales ; sa méthode a été adoptée depuis par tous les agronomes qui se sont occupés de la matière. C'est elle que nous allons reproduire ici avec les changements et les observations que l'expérience nous a suggérés.

Les expériences de Schübler, dont nous rapportons les résultats, ont été faites sur des terres, à l'état suivant : 1° sable siliceux, séparé des terres par le moyen de la décantation : il

(1) *Mémoires de la société centrale d'agriculture*, 1827, t. I.

contenait de petites feuilles de mica ; 2° sable calcaire, recueilli aussi par la décantation de terres qui contenaient du carbonate de chaux : il se trouvait alors mêlé avec du sable siliceux. Il est difficile d'obtenir du sable calcaire pur par ce moyen; pour s'en procurer, il faut laver et décanter les débris des carrières de marbre, se servir ensuite d'un crible fin, qui ne laisse passer que les grains de sable de la dimension voulue; mais Schübler n'a opéré que sur un mélange de sable calcaire et siliceux ; 3° argile *pure :* purifiée par des lavages à froid et à chaud de tout le sable qu'elle contient. Celle dont se servait Schübler contenait 0,580 silice, 0,362 alumine et 0,052 oxyde de fer : c'était un silicate simple qui renfermait encore environ 20 p. 100 de quartz, qui n'avait pu être séparé par les lavages. Nous obtenons des argiles plus pures par la décantation, en ne recueillant que la partie supérieure du liquide dans lequel les terres ont été délayées et fortement agitées; 4° carbonate de chaux pulvérulent : on l'avait obtenu en le précipitant, par un carbonate, de la dissolution d'un sel de chaux; 5° terreau : l'auteur l'a retiré d'une terre fertile, mais sans indiquer le procédé dont il s'est servi; 6° carbonate de magnésie : il a été également obtenu en le précipitant de la dissolution d'un sel de magnésie ; 7° sulfate de chaux (gypse) : c'était du plâtre cru, dont l'auteur n'a pas indiqué la composition. Schübler a joint à ces terres, presque élémentaires, diverses autres espèces de sols, qu'il est utile de comparer pour juger des effets produits par le mélange; ce sont : 8° une *glaise maigre :* argile dont on peut séparer, par le lavage, de 30 à 60 centièmes de sable quartzeux fin ; 9° *glaise grasse :* c'est une argile dont on peut séparer 15 à 30 p. 100 de sable quartzeux fin ; 10° terre argileuse : celle-ci ne présente à la lévigation que de 5 à 15 centièmes de sable siliceux fin ; 11° terre de jardin noire et fertile, composée de :

Argile.	52,4	Terre calcaire. . . .	2,0
Sable quartzeux. .	36,5	Terreau.	7,2
Sable calcaire. . .	1,8		

12° Terre d'un des champs d'Hoffwyl, composée de :

Argile.	61,1	Terre calcaire. . . .	2,3
Sable siliceux. . .	42,7	Terreau.	3,4
Sable calcaire. . .	0,4		

13° Terre d'une vallée du voisinage du Jura, contenant :

Sable siliceux. . .	63,0	Terre calcaire. . . .	1,2
Argile.	33,3	Terreau.	1,2
Sable calcaire. . .	1,2		

C'est sur ces terres que Schübler fit les expériences que nous comparerons aux nôtres dans tous les cas qui exigeront quelque vérification.

CHAPITRE Ier.

Pesanteur spécifique et poids des terres.

Section Ire. — *Méthode de recherche.*

On pèse un vase rempli d'eau distillée à une balance sensible ; on le vide ; on y verse une portion de la terre dont on recherche la pesanteur spécifique, après l'avoir séchée et pesée, et l'on achève de remplir le vase d'eau distillée ; on le sèche bien à l'extérieur ; on l'agite de manière à ce qu'il ne reste pas de globules d'air attachés à la terre ou au vase, ce que l'on n'obtient rigoureusement qu'en plaçant le vase dans le vide ; on le pèse. La pesanteur spécifique de la terre est donnée par la formule suivante : soient a le poids de la terre sèche, p le poids du vase plein d'eau, P le poids du vase plein d'eau et contenant la terre, x la pesanteur spécifique cherchée : on a

$$x = \frac{a}{p + a - \mathrm{P}.}$$

Soit, par exemple,

$$a = 200,$$
$$p = 1665,$$
$$\mathrm{P} = 1788,$$

on aura $$x = \frac{200}{1665 + 200 - 1788} = 2{,}60.$$

Section II. — *Résultats obtenus.*

En se servant de cette méthode, Schübler a trouvé, pour les différentes terres décrites plus haut, les résultats suivants :

Sable calcaire.	2,822	Carbonate de chaux fin.	2,468
Sable siliceux.	2,753	Terreau.	1,225
Gypse.	2,358	Carbonate de magnésie.	2,232
Glaise maigre.	2,701	Terre de jardin.	2,332
Glaise grasse.	2,652	Terre d'Hoffwil.	2,401
Terre argileuse. . . .	2,603	Terre du Jura	2,526
Argile pure.	2,591		

Schübler a trouvé que les sables calcaires et siliceux pesaient plus que les mêmes substances réduites en poudre très fine. C'est l'effet d'une erreur dans les pesées, provenant de ce qu'il ne les avait pas faites après avoir soumis les terres, sous l'eau, à l'action de la machine pneumatique, et qu'ainsi de petites bulles d'air restaient attachées aux parcelles de terre, et en nombre d'autant plus grand que ces parcelles étaient plus fines. En prenant cette précaution, on ne trouve pas non plus, ainsi que l'avait cru notre auteur, que les mélanges des terres diverses augmentent en pesanteur spécifique, comme le font les alliages dont les molécules se pénètrent.

On se tromperait, cependant, si l'on croyait, avec quelques personnes, pouvoir conclure de la pesanteur spécifique d'une terre, la nature de ses composants. Dès qu'ils sont nombreux, le problème devient indéterminé ; mais ce n'en est pas moins

un moyen précieux de vérification pour les analyses : ainsi, l'on peut toujours conjecturer qu'une terre qui a une grande pesanteur spécifique (de 2,50 à 2,60) contient beaucoup de silice, et que celle qui en a une très petite (de 2 à 2,20) est abondante en terreau.

SECTION III. — *Poids d'une masse de terre.*

Mais le poids d'un volume quelconque de terre peut-il être déterminé lorsqu'on connaît sa pesanteur spécifique ? Un mètre cube d'eau pèse 1,000 kilogr. S'ensuit-il qu'un mètre cube de terre, dont la pesanteur spécifique est de 2,60, pèsera 2,600 kilogr. ? Cela arriverait sans doute si l'on pouvait mettre les parcelles de la terre en contact parfait ; mais comme elles conservent toujours un certain écartement qui varie selon le degré de tassement qu'elles ont subi, il en résulte une diminution plus ou moins considérable dans le poids d'un volume donné de terre. Un sol ayant 2,5 de pesanteur spécifique, ayant été passé à un crible percé de trous de $\frac{1}{2}$ millimètre de diamètre, et placé au-dessus d'une mesure d'un litre, la mesure étant remplie, elle n'a pesé que 1 kilogr., le même poids que l'eau : la terre ayant été bien pilonnée dans la mesure, elle a pesé $1^{k},39$. Le sable pur éprouve peu de tassement : une terre où il abonde pesait $1^{k},39$ par litre.

En pressant ainsi la terre dans la mesure, on n'obtient pas encore le plus grand degré de tassement : pour y parvenir, il faut pétrir la terre avec de l'eau, et la mouler comme pour en faire une brique. Comme la pression qu'on lui fait subir alors est inégale, nous avons cru devoir régulariser l'épreuve en versant la terre liquide dans un moule, la laissant sécher sous une pression de 1 kilogr., et la desséchant ensuite à 100 degrés. Quoique les terres acquièrent une plus grande densité encore, si elles sont corroyées, nous nous en sommes tenus là,

à cause de l'uniformité de préparation que l'on donne ainsi aux terres. Voici les résultats que nous avons obtenus :

	Pesanteur spécifique.	Poids d'un mèt. cube.
Glaise sablonneuse du Grand-Serre (Drôme). .	2,47	2103,0
Terre siliceuse ocreuse de Bagnols (Gard). . .	2,56	1838,5
Terre argilo-calcaire de Camargue, dite forte.	2,60	1683,2
Glaise micacée d'Aulas (Gard).	2,45	1661,2
Terre argilo calcaire de Camargue, dite légère.	2,50	1638,6
Terre argilo-calcaire d'Orange (Prébois). . . .	2,50	1509,6
Glaise sablonneuse de la Valoire (Drôme). . .	2,63	1458,5
Loam d'Hoffwyl assez chargé de terreau. . . .	2,32	1404,5
Loam sablonneux de la vallée de Galaure (Drôme).	2,38	1374,6
Terre siliceuse des Arnas (Rhône).	2,60	1370,0
Loam d'Orange riche en terreau (Grenouillet).	2,12	1126,5

Ce tableau prouve évidemment que la pesanteur spécifique des terres est une propriété toute différente du poids des masses. Mais ce poids ne représente encore qu'imparfaitement celui des terres dans l'état où elles se trouvent dans les champs. Celui-ci est très variable selon la nature du sol et selon le traitement que le champ a subi. Ainsi la terre est moins dense dans les champs qu'on laboure profondément, elle le devient davantage dans les prairies, plus encore dans les pâturages. Une terre fouillée et chargée sur une voiture pèse moins qu'elle ne le faisait quand elle était tassée avant son extraction. Ainsi nous avons trouvé que le mètre cube d'une terre qui, avant la fouille, pesait 1,400 kilogr., ne pesait plus que 1,200 kilogr. quand il était chargé sur un tombereau.

Le poids d'un volume donné de terre est donc essentiellement variable et doit être déterminé pour chaque cas particulier. Cette conséquence fait comprendre ce que les cultivateurs entendent par une terre pesante, celle qui charge beaucoup les tombereaux et les brouettes : c'est une terre qui se tasse fortement, qui a besoin de nouveaux labours si elle est surprise par les pluies, qui a le défaut d'étouffer la se-

mence en empêchant l'accès de l'air. C'est principalement ce genre de pesanteur qui mérite d'être étudié par les agriculteurs, bien plus que la pesanteur spécifique, qui pour eux est une propriété purement abstraite. Ce sera d'autant plus facile, que la recherche de la ténacité, qui est aussi très importante, exige, comme on le verra, que l'on prépare, par le même procédé, des briquettes semblables à celles qui peuvent servir d'abord pour établir le poids d'un volume de terre, que l'on rapporte ensuite facilement, par le calcul, au mètre cube.

CHAPITRE II.

Ténacité des terres.

Section Ire. — *Ténacité normale des terres.*

Nous avons vu dans le chapitre précédent ce que les agriculteurs entendaient par une terre pesante : cette propriété est sans rapport avec celle qu'ils désignent par le mot de *terre forte*. La ténacité rendant les travaux plus difficiles, c'est elle qui les frappe le plus, et la division des terres, en fortes et dures, les préoccupe avant tout dans l'examen qu'ils en font. Un coup de bêche leur apprend bientôt ce qu'ils en doivent penser ; mais la connaissance qu'ils acquièrent de la sorte n'est pour eux qu'une comparaison avec d'autres terres qu'ils sont habitués à traiter. Nous verrons dans l'article suivant que cette ténacité est modifiée dans l'état de nature par une foule de circonstances, mais on devait d'abord étudier celle que les différentes terres placées dans des circonstances identiques étaient susceptibles de prendre. C'est ce que nous appellerons la ténacité normale de la terre. Aussi, quand on est obligé de traduire cette intuition en chiffres, quand les ingénieurs, par

exemple, ont à exprimer le plus ou moins de travail, le plus ou moins de frais que coûtera une excavation, proportionnellement à la nature du sol, ils ont recours à des moyens plus positifs pour évaluer sa résistance. C'est le général du génie Vaillant qui a le premier, en 1817, fait des expériences pour créer cette méthode d'évaluation[1]. Elle résulte du temps employé par un homme pour fouiller et charger sur une brouette 15,60 mètres cubes de terre. Les terres qui peuvent être chargées sans être fouillées, comme les sables et les terres végétales et calcaires, sont appelées *terres à un homme*, parce qu'un homme suffit pour en charger 15,60 mètres cubes dans sa journée. Lorsque la dureté de la terre oblige d'employer la pioche, il est nécessaire d'adjoindre un homme au premier, qui mette la terre en état d'être facilement prise à la pelle. Lorsque ce second ouvrier suffit pour que le premier puisse charger sans interruption, la terre est à *deux hommes;* elle est à *trois hommes* lorsqu'un piocheur suffit pour faire tête à deux chargeurs; elle est à un *homme et demi* lorsque deux piocheurs sont nécessaires pour que le chargeur puisse travailler constamment; et ainsi de suite.

Pour parvenir à classer le terrain, on prend un homme de confiance, fort et habitué au travail de la terre; on le fait piocher pendant un certain nombre de minutes; cela fait, il charge dans une brouette le travail pioché. On observe le nombre de minutes employées pour chacune de ces opérations, et leur rapport fait connaître le nombre de piocheurs que cette terre exige pour que le chargeur puisse travailler sans interruption. Il suffit d'ajouter 1 à ce rapport pour tenir compte du chargeur, et l'on a en nombre l'expression de la nature du terrain. En effet, si le rapport est égal à l'unité, c'est-à-dire si le piocheur a employé le même temps que le chargeur, cela indique que ce chargeur ne pourra travailler sans interruption

(1) *Annales des ponts et chaussées*, 1832, 2e semestre, p. 281.

qu'autant qu'il sera constamment aidé par le piocheur; par conséquent, ces deux ouvriers ne peuvent déblayer que 15,60 mètres cubes de cette espèce de terre en une journée. Donc cette terre est à deux hommes.

Soient donc a le temps ou le nombre de minutes employées par le piocheur, et b le temps employé par le chargeur; $\frac{a}{b}$ indique le nombre de piocheurs nécessaires à un chargeur et $\frac{a+b}{b}$ indique la nature de la terre. Ainsi le piocheur ayant travaillé pendant 8 minutes et le chargeur pendant 4, nous aurons pour expression de la terre $\frac{8+4}{4} = 3$; la terre est donc à *trois hommes*. Cette formule n'est pas applicable dans le cas où la terre n'a pas besoin d'être fouillée; elle est alors évidemment à un homme.

Cette méthode, usitée dans les travaux publics, pourrait l'être aussi avec avantage dans l'agriculture. Elle offrirait un degré de précision assez grand, surtout si l'on voulait s'en servir seulement pour classer le degré de ténacité du sol; car dans la pratique agricole, on exécuterait le travail d'une manière plus expéditive, dans la plupart des terres franches, en se servant de la bêche qui déblaie et charge à la fois, qu'en se servant simultanément de la pioche et de la pelle. Dans tous les cas, il faudrait avoir soin de n'employer ce procédé de classement des terres que dans des circonstances identiques relativement à la sécheresse des terrains et à leur état de tassement. Mais c'est la difficulté de rencontrer cette identité parfaite qui a fait penser à apprécier la ténacité des terres par d'autres méthodes qui en soient indépendantes.

Pour déterminer cette propriété, M. Payen se borne à former avec la terre mouillée une boule de 30 millimètres de diamètre, à la laisser sécher au soleil ou sur un poêle et à la

presser ensuite avec les doigts; si elle provient de sols sablonneux et peu tenaces, elle s'écrase sous une faible pression et même spontanément par son propre poids; les bonnes terres arables exigent un certain effort pour être brisées; les glaises, les terres argileuses tenaces exigent le choc d'un corps dur, et forment des fragments que la pression des doigts ne peut écraser.

Mais la méthode employée par Schübler a plus de précision; voici de quelle manière nous avons modifié son procédé : on humecte la terre de manière à la réduire en pâte délayée, mais cependant encore assez liée pour que les éléments divers ne se séparent pas; on la coule dans des moules quadrangulaires; on la charge de 1 kilogr. de poids; quand toute l'eau s'est écoulée et que la terre a repris sa solidité, on la retire du moule et l'on fait sécher le prisme que l'on a obtenu. Quand il ne perd plus rien à l'étuve, on le pose sur deux supports éloignés de 40 millimètres, et, par un point également éloigné des deux supports, on fait passer un cordon qui soutient un vase en entonnoir. On verse lentement et sans secousse dans ce vase un petit plomb de chasse, jusqu'à ce que le prisme se rompe. Alors on pèse le vase et le plomb et l'on trouve ainsi le poids qui a déterminé la rupture. On mesure la surface de rupture, on la rapporte, par le calcul, à une surface normale de 15 millimètres de côté (225 millimètres carrés), et l'on obtient ainsi la ténacité de la terre.

Exemple : Un prisme présentant une surface de rupture de 19 millim. carrés sur 18 de côté, c'est-à-dire de 342 millim. carrés, a supporté 7,150 grammes : quelle est la ténacité de la terre? Je fais la proportion 342 : 225 :: 7150 : x=4703. C'est une terre très forte.

Dans les expériences de Schübler, ses terres étaient pétries et corroyées en les mettant dans le moule; cette préparation donne aux terres ordinaires une ténacité qui surpasse envi-

ron de moitié la tenacité des terres coulées liquides dans le moule et se solidifiant sous un poids de 1 kilogr. La ténacité obtenue par ce dernier moyen est beaucoup plus en rapport avec celle que prennent naturellement les terres dans les champs : aussi ce moyen doit être préféré.

Voici les résultats que Schübler a obtenus sur ses terres d'essai corroyées :

Sable siliceux.	0k00	Glaise grasse	12k53
Sable calcaire.	0,00	Terre argileuse.	15,17
Terre calcaire fine. . .	1,00	Argile pure	18,22
Gypse	1,33	Terre de jardin	1,28
Terreau.	1,58	Terre d'Hoffwil	6,01
Magnésie carbonatée. .	2,09[1]	Terre du Jura.	4,01
Glaise maigre	10,44		

Il ne faut pas se dissimuler pourtant que ces sortes d'expériences ne présentent jamais de résultats rigoureux, à cause des différences de composition des divers prismes. Les uns peuvent contenir quelques grains de sable qui hâtent la rupture, tandis que d'autres sont composés d'éléments plus homogènes. Nous avons fait jadis des expériences pour avoir une juste idée des différences de ténacité que pouvaient présenter les mêmes terres. En voici le tableau :

	Maximum.	Minimum.	Rapport du minimum au maxim.
Bolbine d'Auch.	35083	29083	0,83
Terre d'Orange.	49770	40970	0,86
Terre de Tarascon. . . .	49353	37024	0,75
Terre d'Hoffwil[2]	31571	29696	0,94

(1) Bürger, *Cours d'économie rurale* (magnésie, § 16), fait observer que Schübler doit avoir commis une erreur en attribuant au carbonate de magnésie une plus grande ténacité qu'à la terre calcaire; il a éprouvé qu'un cylindre de magnésie se brisait très facilement, tandis que la rupture d'un pareil cylindre de terre calcaire demandait une force considérable. Cette observation me paraît juste.

(2) La nature de ces terres est décrite dans notre mémoire sur la garance, inséré dans le deuxième volume de nos *Mémoires d'agriculture*. Ces expériences ont été faites sur des terres corroyées.

On voit que la plus grande différence est de $\frac{1}{4}$ du poids de rupture, et que souvent elle est beaucoup moindre. L'écart le plus considérable se manifeste dans les terres qui ont beaucoup de sable, se répartissant inégalement dans les prismes ; mais si grande que soit cette différence elle est encore une indication beaucoup plus parfaite que les moyens empiriques que l'on a indiqués.

La tenacité dépend du degré d'atténuation des parcelles de la terre et de la forme de ces parcelles qui influe sur leur disposition à entrer en contact, autant que de la nature elle-même de ces parcelles. Elle résulte donc de causes compliquées dont l'analyse ne rendrait pas compte, et qui peuvent seulement être indiquées par l'expérience directe.

SECTION II. — *Cohésion des terres humides.*

Si la tenacité des terres est très importante pour évaluer le travail dans les terrains secs, leur plasticité, ou la force de cohésion avec laquelle elles s'attachent aux instruments lorsqu'elles sont humides, n'est pas d'une importance moins essentielle.

Pour mesurer cette force, on prend un disque de bois de hêtre d'un décimètre carré, on le met en contact parfait avec la terre complétement humide (celle qui ne laisse plus filtrer d'eau). Ce disque est attaché à un des fléaux d'une balance; on équilibre ce disque avec le bassin opposé, l'on charge ensuite le bassin de grains de plomb versés sans secousse, et quand l'adhésion est rompue, on pèse le plomb, dont le poids représente la force employée pour vaincre la cohésion.

Si l'on répète l'expérience avec un disque de fer, on trouve la plasticité moindre dans une proportion qui se rapproche de $\frac{1}{10}$. C'est ce qui motive la préférence des instruments de fer sur ceux de bois, surtout dans les terres humides. Voici le ré-

sultat des expériences de Schübler sur les espèces décrites plus haut :

Sable siliceux. . . .	0,19	Glaise grasse	0,52
Sable calcaire. . . .	0,20	Terre argileuse. . .	0,86
Terre calcaire. . . .	0,71	Argile pure	1,32
Gypse.	0,53	Terre de jardin . . .	0,34
Magnésie	0,42	Terre d'Hoffwil . . .	0,28
Glaise maigre. . . .	0,40	Terre du Jura. . . .	0,27

SECTION III. — *Ténacité variable des terres.*

Si, au lieu de considérer la ténacité et la cohésion relativement à plusieurs espèces différentes de terre, nous cherchons à constater les modifications qu'éprouvent ces propriétés normales dans une même terre, selon les circonstances diverses auxquelles elle a été soumise, nous trouverons qu'en effet les labours qui ont précédé l'épreuve, le tassement éprouvé par la terre, soit d'une jachère prolongée, soit du piétinement des animaux qui y ont pâturé, l'état d'humidité plus ou moins grand où elle se trouve, modifient profondément sa ténacité et sa cohésion. L'étude de ces variations conduit surtout à assigner les moments où les labours sont le plus favorables ; elle fait connaître, par conséquent, et les forces à employer pour la culture, et le nombre de jours où elle est possible dans chaque saison, si cette observation a été régulièrement prolongée sur chaque nature de terres pendant plusieurs années : connaissance qui peut devenir la base des calculs économiques les plus importants. Nous donnons à cette propriété variable des sols le nom de *résistance aux instruments*.

Si l'on veut s'assurer seulement de l'état actuel de la terre, on éprouve la résistance en laissant tomber bien verticalement, d'un mètre de haut, une bêche pesant $2^k,75$.

Nous avons trouvé que dans une terre marneuse durcie et piétinée, la bêche pénètre de 30 millimètres.

La terre étant parfaitement propre à la culture, c'est-à-dire

dans les terres sablonneuses qui ne s'attachent pas aux instruments et dans les glaises et les marnes formant des mottes qui, lancées avec force sur la terre, se brisent en menus morceaux et ne forment pas un corps pâteux et cohérent, les unes et les autres étant dans un état propre à la culture, la bêche s'enfonce de $0^m,059$. Pour obtenir l'entier enfoncement du fer de la bêche dans le sol, fer qui a $0^m,270$ de longueur, il faut faire tomber sur sa tête, et de 5 mètres de hauteur, un poids de $3^k,75$.

Après une pluie abondante qui a trempé le sol, la bêche dynamométrique s'enfonce de $0^m,080$.

Si l'on fait tomber la bèche de moins de 1 mètre de hauteur, de $0^m,50$ par exemple, on obtient un enfoncement un peu plus que moitié de celui obtenu en la faisant tomber de 1 mètre; si elle tombe de 2 mètres, on a moins que le double de cet enfoncement.

Nous aurons occasion de reprendre toutes ces données quand nous traiterons de la bêche dans la mécanique agricole. Quant à présent, il nous suffit d'indiquer le moyen que nous venons de décrire comme le plus convenable pour déterminer la résistance variable des terres. Si la bêche dynamométrique est ramenée partout au même poids de $2^k,75$ que nous avons adopté, les résultats seront comparables entre eux et avec ceux que l'on pourra obtenir ailleurs; on se bornera alors à dire que la terre offre une résistance de 30, de 50, de 80 millimètres.

L'état de la terre le plus favorable au travail ne donnera pas la même résistance dans toutes les natures de terres. Ainsi nous trouvons une faible résistance dans les terres sablonneuses, et qui varie peu par les variations hygrométriques du sol; mais si le sable quartzeux n'est pas bien pur, qu'il s'y mêle une certaine dose d'argile, la résistance devient plus sensible.

La résistance dans les terres calcaires augmente par le tassement du sol, et peut devenir très grande, s'il a été longtemps

inculte. Elle est toujours forte dans les terres argileuses.

Dans les terres graveleuses l'expérience ne peut avoir lieu avec la bèche dynamométrique. On se sert alors d'une fourche à trois dents du mème poids que la bèche et dont les dents terminées d'ailleurs en pointes peu aiguisées ont 3 centimètres de côté. Nos expériences nous ont prouvé que l'enfoncement de la fourche était à celui de la bèche comme 10 : 7. Ainsi les forces qui produiront un enfoncement égal avec ces deux instruments seront en raison inverse de ce rapport.

CHAPITRE III.

Hygroscopicité des terres.

SECTION I. — *Moyens de reconnaître l'hygroscopicité d'une terre.*

Nous entendons par hygroscopicité d'une terre, la quantité d'eau qu'elle peut retenir entre ses molécules, sans la laisser égoutter, après en avoir été saturée. Pour constater cette propriété, on prend 20 grammes de terre desséchée à l'étuve ; on les verse dans un filtre de papier joseph, placé dans un entonnoir de verre ; on les sature d'eau ; on laisse filtrer, et quand les gouttes ont cessé de tomber, on pèse le filtre avec son contenu. On retranche de ce poids celui du filtre mouillé, puis les 20 grammes, poids de la terre sèche, et le reste est la quantité d'eau retenue.

Ainsi, l'on a pour le poids de la terre. . .	20
Pour celui du filtre mouillé.	5
	25
Terre saturée d'eau et filtre mouillé. . . .	35
Quantité d'eau absorbée.	10

ou 0,50 du poids de la terre.

D'après Schübler, voici dans quelles proportions les diverses terres élémentaires retiennent l'eau :

	Eau pour 100 parties de terre.		Eau pour 100 parties de terre.
Sable siliceux.	25	Terre calcaire fine. . . .	85
Gypse	27	Terreau.	1,90
Sable calcaire.	29	Magnésie	4,56
Glaise maigre	40	Terre de jardin	89
Glaise grasse.	50	Terre arable d'Hoffwil. .	52
Terre argileuse.	60	Terre arable du Jura. . .	48
Argile pure.	70		

Si nous étudions cette propriété sur un grand nombre de terres, nous ne tardons pas à rencontrer des difficultés de plus d'un genre. Une terre fortement fumée, contenant beaucoup de détritus animaux et végétaux, a une hygroscopicité beaucoup plus grande que celle de même nature qui n'a pas reçu d'engrais. Nous avons trouvé un limon de la vallée de Galaure ayant, dans le même champ, avec la même composition minérale, une hygroscopicité de 49 et de 34; c'est qu'une partie du champ avait été écobuée, et que son argile était passée à l'état de brique. La faculté de retenir l'eau varie donc selon beaucoup de circonstances et surtout selon l'état plus ou moins grand d'amaigrissement d'un champ.

On a souvent donné l'hygroscopicité d'une terre comme un caractère propre à indiquer sa valeur; mais cette valeur résulte d'une bien plus grande complication de données; et par là non-seulement je veux parler de la valeur positive d'une terre, mais aussi de sa valeur relative. Ainsi une terre qui, par sa composition, aura une grande hygroscopicité, pourra être inférieure à une autre où cette propriété sera plus faible, si la première est dans un climat humide, si le sous-sol imperméable est placé à peu de profondeur, si elle est sur un plan horizontal ne donnant pas de pente à l'eau, et qu'elle constitue le fond d'un bassin où les eaux se rendent de toutes parts,

tandis que la seconde sera placée dans des circonstances plus favorables.

Les cinq terres suivantes ont une valeur locative de 150 fr. l'hectare :

	Hygroscopicité.		Hygroscopicité
Le Bordelet.	0,40	Le Vistre (Nîmes). . .	0,475
La Piboulette.	0,47	Le Thor (Vaucluse). .	0,55
Anduze (alluvion) . .	0,45		

La sixième n'a qu'une valeur de 70 fr. l'hectare :

Le Prébois (Orange). . 0,49

Elle a cependant plus d'hygroscopicité que la plupart des précédentes ; elle est de formation paludienne, comme celle de Thor, et, comme elle, abondante en calcaire et propre à la garance ; que lui manque-t-il donc pour avoir la même valeur ? L'épaisseur de son sol et un sous-sol perméable.

SECTION II. — *Fraîcheur de la terre* (*hygroscopicité variable*).

Nous avons cru devoir désigner par le mot de *fraîcheur de la terre*, cet état où elle n'est ni trop humide, ni trop sèche, mais où elle conserve en toute saison la quantité d'eau convenable pour que la végétation y ait lieu d'une manière continue ; faute d'un autre mot français qui indique rigoureusement cet état, nous avons adopté celui dont se servent nos cultivateurs.

Un terrain, quoique très hygroscopique, peut n'être pas frais ; il peut être humide, quoique retenant peu d'eau. Cela ne dépend pas de ce que sa faculté de filtration est plus ou moins grande, car cette propriété, que l'on a voulu examiner à part, dépend de l'hygroscopicité et est précisément en raison inverse de celle-ci ; mais cela tient plutôt à la profondeur de la couche perméable du terrain, à ses pentes, à sa situation à l'égard des terrains environnants, et enfin à l'état

météorologique de la contrée. Qui n'a vu des champs sablonneux couverts de joncs et de laîches? qui n'a vu des champs argileux couverts de labiées? Ainsi les expériences de laboratoire ne peuvent fournir aucun indice certain de l'état du terrain relativement à l'humidité. Mais ne serait-il pas possible d'obtenir une synthèse de toutes les circonstances qui font varier l'état du terrain, et d'arriver ainsi d'un seul coup à préciser ce que l'on doit entendre par un terrain frais et un terrain sec, et ce que désignent par là les cultivateurs, afin de mettre de plus en plus la langue de la science d'accord avec celle de la pratique?

Pour y parvenir, nous prenons une portion de terre à 33 centimètres de profondeur, nous la pesons immédiatement; on la fait ensuite dessécher dans une étuve à 100 degrés; la différence de poids nous donne la quantité d'eau que contenait la terre. Pour qu'elle soit saine, il faut que, deux ou trois jours après les plus fortes pluies, elle ne renferme pas plus de la moitié de sa capacité hygroscopique d'eau, et qu'au mois d'août, après huit jours de sécheresse, elle en renferme au moins 0,10 de son poids. Les terres qui, à 33 centimètres de profondeur, retiennent habituellement une quantité d'eau s'élevant de 0,15 à 0,23 de leur poids, sont réputées terres fraîches; celles qui retiennent moins de 0,10 sont des terres sèches; au-dessous de cette quantité, l'herbe commence à jaunir.

Afin de ne pas être obligé de faire ces essais sur le terrain même et de pouvoir les réserver pour le laboratoire, on peut mettre l'échantillon de terre que l'on veut essayer dans un flacon de cristal à large ouverture, bien bouché à l'émeri. Il y conserve son humidité, pourvu qu'on remplisse à peu près le flacon. A la campagne, nous nous servons aussi, pour la dessiccation, d'une large capsule de fer-blanc à double fond; on coule du suif entre les deux fonds, et, en l'échauffant, l'on élève facilement la chaleur de la terre à 100 degrés et plus.

Plus la terre est forte et l'accès de l'air difficile entre ses molécules, et plus l'abondance de l'eau est nuisible. Une terre bien labourée conserve plus longtemps sa fraîcheur dans les couches inférieures; la continuité étant rompue, la capillarité des terres de la surface ne s'exerce pas aux dépens des couches inférieures; elles peuvent être très sèches, et l'intérieur se trouver frais.

Cette recherche de l'état de fraîcheur et de sécheresse des sols rend compte d'une de leurs propriétés les plus importantes, de celle qui constitue une grande partie de leur valeur; on ne saurait donc trop en recommander l'étude aux agronomes.

CHAPITRE IV.

Aptitude des terres à attirer l'humidité de l'atmosphère.

Pour évaluer cette propriété, on étend les terres desséchées sur des plateaux de verre, que l'on recouvre de cloches plongeant dans l'eau par le bas. On pèse les terres après 12, 24, 48, 72 heures. On s'aperçoit alors 1° que l'absorption diminue de vitesse à mesure que les terres se sèchent; 2° qu'elles absorbent plus pendant la nuit que pendant le jour, la température restant égale; 3° que la faculté d'absorption suit le même ordre que l'hygroscopicité, si ce n'est que le terreau a plus d'action sur l'humidité atmosphérique que le carbonate de magnésie, tandis que ce carbonate, complétement imbibé, retient beaucoup plus d'eau entre ses molécules que le terreau. C'est de cette propriété que H. Davy voulait conclure la valeur des terrains, par cette considération que ceux qui en sont le plus doués possèdent le plus de terreau; mais les autres différences de composition minérale rendent le problème tout à

fait indéterminé et sans application possible; d'ailleurs il faudrait encore prendre en considération la nature du terreau que renferme la terre.

Voici quels ont été les résultats des expériences entreprises par Schübler, sur 5 grammes de chaque terre, étendus sur une surface de $0^{m},036$ de côté :

	EAU ABSORBÉE EN			
	12 heures.	24 heures.	48 heures.	72 heures.
Sable siliceux	0	0	0	0
Sable calcaire.	1,8	4,5	1,5	1,5
Gypse	0,5	0,5	0,5	0,5
Glaise maigre	10,5	13,0	14,0	14,0
Terre argileuse. . . .	15,0	18,0	20,0	20,0
Argile	18,5	21,0	24,0	24,5
Terre calcaire fine . .	15,0	15,0	17,5	17,5
Magnésie.	34,5	38,0	40,0	41,0
Terreau.	40,0	48,5	55,5	60,0
Terre de jardin	17,5	22,5	25,0	26,0
Terre d'Hoffwil. . . .	8,0	11,5	11,5	11,5
Terre du Jura	7,0	9,5	10,0	10,0

La grande proportion d'eau que prend le terreau et la continuité de son absorption rendent raison du gonflement des tourbes lorsque l'atmosphère se maintient pendant quelques jours dans un grand état d'humidité.

CHAPITRE V.

Aptitude des terres à se sécher.

Les expériences faites pour constater l'aptitude des terres mouillées à se sécher à l'air ont prouvé qu'elles suivent à peu près l'ordre inverse de leur hygroscopicité; ainsi, pour des sols semblablement situés, ce serait bien la mesure de cette dernière propriété qui serait aussi celle par laquelle on reconnaîtrait la disposition des terrains à être secs.

Pour l'évaluer, Schübler prenait des disques de fer-blanc de 73 centimètres carrés, parfaitement ronds, plats et munis d'un rebord. Il attachait ces disques au fléau d'une balance sensible, et y répandait avec égalité la terre à examiner dans son état de complète humidité (telle qu'elle est quand elle a cessé de filtrer); il notait le poids du disque humide et laissait évaporer pendant quatre heures, dans un appartement fermé, à la température de 18°,75 centigrades; il notait alors le nouveau poids et avait ainsi la quantité d'eau évaporée. Enfin il faisait dessécher entièrement la terre et obtenait ainsi la quantité d'eau qu'elle contenait avant l'expérience. Il réduisait ensuite la quantité d'eau évaporée dans le premier cas en centièmes de la quantité d'eau totale.

EXEMPLE.

PREMIÈRE PESÉE.		SECONDE PESÉE.	
Poids de la terre humide.	310	Poids de la terre humide.	310
Poids de la terre après 4 heures	260	Poids de la terre sèche. .	200
Poids de l'eau évaporée.	50	Poids total de l'eau . . .	110

Il faisait alors la proportion $110 : 50 :: 100 : x = 45,5$.

Cette terre laissait donc s'évaporer 0,455 de l'eau qu'elle contenait. Voici les résultats qu'il obtenait :

	Sur 100 parties d'eau, en 4 heures il s'évapore :		Sur 100 parties d'eau, en 4 heures il s'évapore :
Sable siliceux	88,4	Carbonate de chaux.	28,9
Sable calcaire. . . .	75,9	Terreau	20,5
Gypse.	71,7	Magnésie	10,8
Glaise maigre. . . .	52,0	Terre de jardin . . .	24,3
Glaise grasse	45,7	Terre d'Hoffwil . . .	32,0
Terre argileuse . . .	34,6	Terre du Jura. . . .	40,1
Argile pure	31,9		

Ces chiffres présentent les facultés relatives d'évaporation de ces terres, mais ils n'ont rien d'absolu et de comparable dans d'autres circonstances, parce que l'auteur n'a pas indiqué l'état hygrométrique de l'air pendant ses expériences, et qu'il est difficile de se procurer une température exacte de 18°,75. Pen-

dant longtemps, nous avons fait nos expériences dans l'air d'une étuve à 30 degrés, et en ayant soin de le dessécher par le chlorure de calcium. Cette méthode est plus exacte; elle l'est suffisamment pour les besoins de la pratique, mais elle n'a pas encore le degré de précision que l'on exigerait dans une opération physique, et que l'on n'obtiendrait que par le vide sec dans une température donnée. Enfin nous avons aussi opéré sans tenir compte de la température et de l'humidité de l'air, en comparant seulement l'évaporation de l'eau et celle de la terre. Voici la méthode que nous avons suivie. On place la terre de la manière indiquée sur des disques attachés au fléau d'une balance sensible; les disques dont nous nous servons sont de verre et non de fer-blanc, ces derniers s'oxydant trop facilement. On place l'appareil dans un appartement bien fermé, à côté d'un vase évaporatoire contenant de l'eau au degré de température de l'appartement; ce vase est construit de manière à pouvoir marquer les dixièmes de millimètres d'évaporation. Au bout de quatre heures, on note l'évaporation de la terre et l'évaporation de l'eau; on réduit cette dernière en poids; le rapport de ces deux évaporations ramenées à des surfaces égales, indique la faculté que possède chaque terre d'abandonner l'eau dont elle est chargée.

Voici la construction du vase évaporatoire. On a un bassin carré de fer-blanc ou de cuivre de 332 millimètres de côté (110,224 millimètres carrés) et de 5 centimètres de profondeur; on se procure ensuite un tube de verre gradué, fermé par un bout, dont la surface de la section intérieure soit de 10,000 millimètres carrés (c'est-à-dire qui ait $354^{millim.},5$ de diamètre[1]); ce tube est percé à 45 millimètres du fond par un petit trou rond de 3 millimètres de diamètre. Quand il est placé dans le vase évaporatoire, celui-ci n'a plus que 100,000 millimètres de

(1) On y supplée plus exactement par un prisme de fer-blanc muni d'une glace sur un côté.

surface d'évaporation, et le tube a le dixième de cette surface ; si nous le remplissons d'eau en le plaçant dans le vase, dès que l'évaporation atteindra le trou latéral qui doit affleurer la surface de l'eau du vase, celle qu'il contient s'écoulera du tube dans le vase pour le maintenir de niveau, et elle descendra de 10 millimètres dans le tube par chaque millimètre de diminution du vase.

N'ayant pas à notre disposition des substances identiquement les mêmes que celles dont s'est servi Schübler, nous ne pouvons établir de comparaison ; mais il résulte de nos expériences que l'évaporation de la terre est d'autant plus rapide par rapport à celle de l'eau que cette terre est plus complétement imbibée. C'est ce qu'avait déjà constaté M. de Saussure. Au reste, les terres élémentaires, telles que nous les examinions, gardaient bien entre elles, sinon les mêmes rapports numériques, au moins le même rang que chez Schübler.

CHAPITRE VI.

Diminution du volume des terres par la dessiccation.

Tout le monde sait que si l'on expose à un feu violent un morceau d'argile, il diminue sensiblement de volume, au point que l'on a pu fonder sur cette propriété une méthode pour comparer les températures élevées. Le pyromètre de Wedgwood consiste dans la mesure des degrés de cette diminution de volume, ou *retrait*, diminution que l'on suppose proportionnelle à la chaleur éprouvée. Mais le retrait existe déjà quand la terre éprouve une chaleur beaucoup moins forte, et dès qu'elle se dessèche. Qui n'a pas observé, dans l'été, les larges crevasses qui se forment dans les terres argileuses par

l'effet de ce retrait? Il est certain que les racines des plantes qui se rencontrent dans la direction de ces crevasses sont brisées ; mais, tout fâcheux qu'il est, cet effet ne serait pas très nuisible sur les plantes annuelles, les prismes qui se forment étant généralement étendus. L'effet à craindre et qui se réalise surtout dans les contrées du Midi, c'est la contraction, le resserrement de la masse sur son centre, c'est la pression exercée contre les racines, qui les étranglent, arrêtent ou gênent la circulation, et rendent la plante chétive et maladive.

Il y a deux moyens de mesurer cette propriété; le premier consiste à juger de l'extension que prennent les terres sèches, et Barthès avait proposé pour cela un instrument qu'il appelait *extensimètre*, dont nous avons la mention et non la description [1]. Le second, employé par Schübler, consiste à former des prismes carrés, de dimension convenue et également humides, de les faire dessécher à une température donnée et de les mesurer de nouveau quand ils ne perdent plus de leur poids. C'est ainsi qu'il a jugé qu'à 18 degrés, et après plusieurs semaines de dessiccation, les terres sur lesquelles il expérimentait se réduisaient de la manière suivante :

	1000 parties perdent de leur volume.		1000 parties perdent de leur volume.
Carbonate de chaux. .	50	Magnésie.	154
Glaise maigre.	60	Terreau.	200
Glaise grasse.	89	Terre de jardin. . . .	149
Terre argileuse. . . .	114	Terre d'Hoffwyl. . . .	120
Argile pure.	183	Terre du Jura.	95

Les sables siliceux, calcaires, et le gypse, ne changent pas sensiblement de volume.

L'extrême retrait du terreau explique le boursouflement des terrains tourbeux dans les temps humides, et leur abaissement par la sécheresse. Ils perdent alors un cinquième de leur volume.

(1) Olivier de Serres, édit. de la Société d'agriculture, t. I, p. 61.

On voit aussi que le retrait n'est pas proportionné à la faculté de retenir l'eau, car la chaux a peu de retrait, quoiqu'elle retienne plus d'eau que l'argile ; il dépend du nouvel arrangement de molécules, qui est spécial pour chaque nature de sol, et qui, dans les mélanges aussi, agit d'une manière particulière. Nous avons vu que c'est à cette différence de retrait entre les parties argileuses et calcaires que tient surtout la pulvérisation de la marne.

Au reste, ce que nous venons de dire suffit pour faire apprécier le *criterium* tant recommandé par les anciens agronomes pour juger des qualités d'une terre. Ils faisaient une fosse et la remplissaient de nouveau de la terre qu'ils en avaient tirée ; ils pensaient que s'il restait de la terre, c'était une marque d'un bon terrain, mais qu'il était mauvais s'il en manquait pour combler la fosse. Qui ne voit que le fond du terrain étant plus tassé que le dessus, et que ne l'est la terre que l'on remet dans la fosse, il en reste toujours dans tous les cas. Mais si le fond du terrain est humide et qu'on laisse à la terre extraite le temps de se sécher, il pourra en manquer, et qu'au contraire il pourra en rester beaucoup, si, le fond étant sec, la terre reste exposée à l'humidité, et qu'elle contienne beaucoup de terreau et d'argile. On juge donc par là bien plutôt de l'état de sécheresse et d'humidité des couches inférieures que de toute autre chose.

CHAPITRE VII.

Absorption de l'oxygène par les terres.

On connaît les expériences de Th. de Saussure sur l'absorption des gaz par le terreau ; M. de Humboldt les a étendues aux terres[1]. Schübler a soumis cette propriété à de nouvel-

(1) *Annales de Gilbert*, t. I, p. 512, 1re série.

les expériences; il mettait 54gr.,253 de chacune de ses terres à l'état parfaitement sec et à l'état parfaitement humide, dans des flacons de verre bouchés à l'émeri et renversés sous l'eau; après un certain espace de temps, il analysait l'air des flacons.

L'absorption à l'état sec était nulle pour toutes les terres; à l'état humide, il a trouvé les résultats suivants : sur 54gr.,253 de terre humide en contact avec 297 centimètres cubes d'air, les substances qu'on va énumérer ont absorbé en 30 jours les quantités d'oxygène suivantes :

	Absorption d'oxygène en poids pour 100 du poids de la terre.		Absorption d'oxygène en poids pour 100 du poids de la terre.
Sable siliceux	1,6	Terre calcaire	10,8
Sable calcaire	5,6	Terreau	20,3
Gypse.	2,7	Magnésie.	17,0
Glaise maigre	9,3	Terre de jardin. . . .	18,0
Glaise grasse.	11,0	Terre d'Hoffwyl . . .	16,2
Argile pure.	15,3	Terre du Jura	15,0

Le terreau est de toutes ces substances celle qui absorbe le plus d'oxygène dont il forme de l'acide carbonique et la seule, avec le fer et ses oxydes, qui exerce sur lui une réaction chimique. Si le terreau est complétement recouvert d'eau, il devient noir et se change en terreau carbonisé insoluble, qu'on trouve dans toutes les terres paludiennes, et en mélange avec les tourbes.

Quant aux autres terres, elles se bornent à absorber l'oxygène sans se combiner avec lui, car, si on les dessèche ensuite à une température un peu élevée, elles redeviennent capables d'absorber les mêmes quantités d'oxygène.

L'absorption a lieu aussi quand les terres sont complétement recouvertes d'une couche d'eau; l'eau seule, sans terre, n'absorbe que des quantités très petites de gaz.

La chaleur augmente la faculté d'absorption des terres; les terres gelées n'ont presque aucune action absorbante. Le fer s'oxyde rapidement quand il est humecté, et ses oxydes sont sujets à passer sous l'eau à un degré plus avancé d'oxydation.

Ainsi les terres humides ne sont aptes à se combiner avec l'oxygène de l'atmosphère qu'autant qu'elles contiennent du terreau et du fer; le terreau combiné avec l'oxygène produit immédiatement du gaz acide carbonique, propre à passer dans la végétation; le fer s'en empare et le conserve. Les autres terres le gardent en réserve et ne le rendent que par leur dessiccation; alors s'exhale de la terre humide un air fortement oxygéné, dont on connaît l'action énergique sur la végétation et surtout sur la germination des semences.

CHAPITRE VIII.

Conductibilité du calorique.

Les expériences de Schübler sur la propriété conductrice des terres manquent de cette rigueur qui pourrait les rendre comparables; Schübler expérimentait sur des terres chauffées à 62°,5 dans des vases de 594 centimètres cubes de capacité; il y plongeait des thermomètres et observait le temps que chacune d'elles mettait à se refroidir à 21°,2, la température de l'atmosphère étant à 16°,2. Voici ses résultats : 594 centimètres cubes des terres suivantes passaient de 62°,5 à 21°,2 dans l'espace de temps indiqué ci-après :

		Faculté de retenir la chaleur p. 100 en poids.			Faculté de retenir la chaleur p. 100 en poids.
Sable calcaire. .	3h 30	100,0	Terre calcaire. .	2h 10	61,8
Sable siliceux. .	3 27	95,6	Terreau.	1 43	49,0
Gypse.	2 34	73,2	Magnésie	1 20	38,0
Glaise maigre. .	2 41	76,9	Terre de jardin.	2 16	64,8
Glaise grasse . .	2 30	71,1	Terre d'Hoffwyl.	2 27	70,1
Terre argileuse.	2 24	68,4	Terre du Jura. .	2 36	74,3
Argile pure . . .	2 19	66,7			

La faculté de retenir le calorique est, dans les terres, en rap-

port direct avec leur pesanteur spécifique, si nous comparons des volumes égaux; de sorte qu'une pesanteur spécifique élevée dénote toujours une grande faculté de retenir la chaleur; cette faculté est aussi en raison de la grosseur des particules. Une terre couverte de cailloux siliceux perd plus lentement son calorique qu'un sable siliceux, ce qui rend les terres caillouteuses propres à mûrir plus complétement certaines récoltes, par exemple le raisin. Les terrains crayeux, argileux et tourbeux, se refroidissent avec rapidité.

CHAPITRE IX.

Échauffement des terres par la chaleur lumineuse.

Cette propriété est une des plus importantes en agriculture, mais elle dépend d'un grand nombre de circonstances qu'il faut savoir isoler : 1° de la couleur de la surface du sol ; 2° de la composition minérale du terrain; 3° d'autres circonstances tenant à la disposition générale du sol, telles que son inclinaison, et que nous examinerons plus loin. Dans chaque climat, cet échauffement dépend, de plus, de la nébulosité du ciel, mais ceci est une considération que nous réserverons pour la météorologie agricole.

Section Ire. — *Couleur de la surface du sol.*

La couleur du sol est la circonstance principale à examiner pour juger de sa faculté d'échauffement; elle fait varier considérablement la chaleur reçue par la terre. Dans une expérience, une argile blanche marquait 41°,25; la même argile teinte en noir avait une température de 48°,88, celle de

l'air étant de 25 degrés. Le soleil échauffait donc la première de ces terres de 16°,25, et la seconde de 23°,88.

Quand les terres blanches sont des glaises, comme elles retiennent beaucoup d'eau, on peut attribuer le retard de leur végétation à leur humidité. Mais quel est le cultivateur du midi qui n'a pu comparer le degré d'avancement des récoltes des terrains calcaires rougeâtres avec celui des terres blanches de même nature, l'humidité des deux terres étant égale d'ailleurs? Qui ne sait combien les vins des terrains blancs sont moins spiritueux que ceux des terrains colorés? Dans le nord, les terrains blancs sont exclusivement consacrés à la culture des raisins blancs. M. Creuzé-Latouche, qui a fait une étude approfondie des vignobles des bords de la Loire, confirme ce résultat général. « J'avais observé, dit-il, que les coteaux du Cher, de la Creuse, de l'Indre, depuis Châtellerault jusqu'à l'embouchure de cette rivière dans la Loire, et jusqu'aux environs de Tours et de Saumur, avaient toujours pour base une espèce particulière de pierre calcaire blanche, tendre, poreuse, généralement répandue dans toutes ces contrées. On voit sur ces coteaux des intervalles plus ou moins longs où la substance calcaire se trouve à une plus grande profondeur sous la terre végétale; cette terre n'est plus blanche, sa couleur est assez ordinairement nuancée de jaune et de rouge. C'est par ces indications que peuvent se distinguer très aisément dans ces contrées les terres à vins rouges et celles à vins blancs. Quelquefois les veines rouges et blanches alternent de proche en proche, et alors on voit des vignobles à vins rouges et des vignobles à vins blancs également alternés; tels sont les environs de Tours et les coteaux de la Vienne. Ailleurs on ne voit que des terres blanches, et tel est l'aspect que présentent constamment les coteaux de Saumur, sur cette même pierre calcaire où l'on ne récolte le plus communément que des vins blancs. Mais, dans d'autres parties de ce même banc calcaire, où l'on cultive indistinctement des rai-

sins noirs et des raisins blancs sur la terre blanche, il est constant que les vins rouges qui s'y récoltent sont petits, faibles, décolorés, de peu de durée, et dans le même état d'infériorité et d'imperfection que les vins rouges du département de la Marne. Les vins rouges, au contraire, qui, dans d'autres parties de ces mêmes cantons, et souvent dans le même domaine, se récoltent sur la terre rouge ou rougeâtre, ont une intensité de couleur, une fermeté et une qualité tout opposée [1]. »

L'expérience en grand confirme donc complétement l'expérience en petit, et ce n'est pas seulement sur la vigne que cet effet se remarque: quoique les blés, les fourrages, en gazonnant la terre, la préservent en partie du contact des rayons solaires, ils ne la couvrent pas tellement que l'effet de la coloration ne se fasse sentir, surtout au premier printemps, quand l'herbe est encore peu épaisse. D'ailleurs on doit compter pour beaucoup, dans l'élévation de la température d'un pays, le rayonnement nocturne des terres colorées en jachère et en état de culture, échauffées pendant le jour. Cet effet local se manifeste très clairement, et nous aurons occasion d'en parler ailleurs.

Cette question de la coloration du terrain amène celle de la coloration des murs en noir. Doit-on les maintenir blancs ou les colorer en noir? Dans le premier cas, le mur n'absorbe pas la chaleur solaire, mais la reflète sur l'espalier; dans le second, le mur absorbe la chaleur solaire et la rayonne pendant la nuit. Ainsi, d'un côté, on constitue un climat extrême à l'arbre, de l'autre un climat moyen. Dans les pays froids, où il importe de hâter la maturité par des variations successives de température capables de provoquer le mouvement de la sève, que la chaleur moyenne serait insuffisante à mettre en mouvement, on a adopté généralement les murs blancs. Mais nous pensons que les pays méridionaux reti-

(1) *Mémoires de la Société d'agriculture de la Seine*, t. III, p. 266.

reraient un grand avantage des murs noirs, qui préviendraient l'insolation des fruits et leur départiraient pendant la nuit la chaleur qu'ils auraient absorbée pendant le jour.

On a souvent rappelé l'observation de Saussure, qui a vu les habitants de Chamouni répandre sur leurs champs couverts de neige la poussière de schistes noirâtres pour hâter la fusion de cette neige.

SECTION II. — *Effets de la composition minérale des terrains sur l'échauffement.*

La composition minérale des terrains a des effets beaucoup moins marqués que leur coloration sur leur faculté d'échauffement par les rayons lumineux. On parvient à démêler ce qui lui appartient dans ces effets en exposant les diverses natures de terres au soleil, avec des surfaces noircies par une légère couche de noir de fumée, ou blanchies par une couche également légère de magnésie très fine et très blanche.

	SURFACE		DIFFÉRENCE.
	blanche.	noire	
Sable de quartz.	43°25	50°87	7°62
Sable calcaire.	43 25	51 12	7 87
Gypse.	43 50	51 25	7 75
Glaise maigre.	42 12	49 50	7 40
Glaise grasse.	42 35	49 75	7 38
Terre argileuse.	41 88	49 12	7 24
Argile.	41 25	48 87	7 62
Terre calcaire.	42 85	50 50	7 65
Magnésie.	42 62	49 62	7 00
Terreau.	42 50	49 38	6 88
Terre de jardin.	42 35	50 25	7 90
Terre d'Hoffwyl.	42 00	50 00	8 00
Terre du Jura.	42 85	50 50	7 65

Ainsi, de la nature de terre la plus susceptible de s'échauffer à celle qui l'est le moins, du gypse blanchi à l'argile blanchie, on ne trouve que la différence de 2°,35, et du gypse noirci à

l'argile noircie celle de 2°,38, tandis que le changement de couleur du blanc au noir produit une différence presque constante de 7 à 8 degrés. C'est donc principalement à la coloration du sol que l'on doit attribuer son plus ou moins grand échauffement.

Section III. — *Humidité.*

L'humidité et la sécheresse du sol influent aussi considérablement sur son échauffement. Les terres gardant leur couleur naturelle à leur surface, voici ce qu'elles acquéraient de chaleur selon qu'elles étaient sèches ou humides, la température de l'air étant à 25 degrés.

	TERRE HUMIDE.		TERRE SÈCHE.		Différ. des échauffements.
	Températ. au soleil.	Echauffem. solaire.	Températ. au soleil.	Echauffem. solaire.	
Sable de quartz, gris jaunâtre clair.	27°25	12°25	44°75	19°75	7°50
Sable calcaire gris blanchâtre	37 38	12 38	45 50	19 50	7 12
Gypse gris-blanc clair	36 25	11 25	43 62	18 62	7 37
Glaise maigre jaunâtre . . .	36 75	11 75	44 12	19 12	7 37
Glaise grasse	37 25	12 25	44 50	19 50	7 25
Terre argileuse gris jaunâtre.	37 38	12 38	44 62	19 62	7 24
Argile gris bleuâtre	37 50	12 50	45 00	20 00	7 50
Terre calcaire blanche. . . .	35 63	10 63	43 00	18 00	7 37
Magnésie blanc de neige. . .	35 13	10 13	42 62	17 62	7 49
Terreau gris-noir	30 75	14 75	47 37	22 37	7 62
Terre de jardin gris-noir clair.	37 50	12 50	45 25	20 25	7 75
Terre d'Hoffwyl grise	36 88	11 88	44 25	19 25	7 37
Terre du Jura grise	36 50	11 50	43 75	18 75	7 25

La différence des échauffements solaires entre les terres humides et les terres sèches est comprise entre 7 et 8 degrés; elle représente ici l'abaissement de température dû à l'évaporation; elle se maintient jusqu'à ce que les terres soient sèches. On peut conclure de ces expériences que les terres que l'on appelle fraîches sont celles qui ont une couleur peu foncée, une grande faculté de retenir l'eau et qui se dessèchent lentement.

CHAPITRE X.

De l'électricité.

Avant que les physiciens se fussent occupés de l'action de l'électricité dynamique sur les corps, et surtout de ses effets lents et prolongés, on s'était borné à constater que le sable, la chaux, la magnésie, le gypse, le terreau étaient des corps non conducteurs quand ils étaient secs, et que l'argile seule conduisait faiblement l'électricité, ce qui pouvait dépendre de ce qu'elle contenait ordinairement des oxydes de fer et une certaine quantité d'eau.

On s'était assuré de plus, en grattant une terre sèche et en en faisant tomber les particules sur un électromètre de Volta, muni d'un disque, qu'elles causent une divergence de 4 à 5 degrés du côté négatif; la glace agissait en sens contraire et donnait une électricité positive.

On avait aussi essayé les effets de l'électrisation du sol sur la végétation.

Berthollet, Gardini, Ingenhousz, du Carmoy, Gasc, Dupetit-Thouars, avaient dirigé sur ce point de nombreuses expériences, dont les résultats étaient contradictoires, et si l'on ne pouvait pas mettre en doute l'accroissement considérable des plantes après les pluies d'orage, tout ce que nous savons de la composition de ces pluies, de l'acide nitrique et de l'ammoniaque qu'elles contiennent, nous mettrait en garde aujourd'hui contre des conclusions précipitées, qui attribueraient cet effet au fluide électrique.

Depuis que l'action universelle de l'électricité a été mieux appréciée, depuis que l'on a pu connaître cette agitation générale qui anime toutes les particules hétérogènes de matière

dès qu'elles sont en contact, et qui tend sans cesse à détruire les composés les moins stables au profit de ceux qui le sont le plus, opérant de nouvelles combinaisons avec les éléments des combinaisons anciennes, on a reconnu que c'était surtout dans le sol lui-même qu'il fallait étudier l'action électrique dans ses rapports avec la végétation.

M. Pelletier[1] a présenté toute une théorie sur ces rapports. « Dans un mélange de silice, d'alumine et de chaux, dit-il, il existe une force qui doit tendre à combiner ces substances. La silice et l'alumine sont, par rapport à la chaux, des corps électro-négatifs, et, en leur présence, la chaux doit prendre une électricité contraire. D'après cela, suivant que les mouvements extérieurs, des causes étrangères placeront les molécules à plus ou moins de distance, les grouperont de diverses manières, il s'établira des piles électriques, les tensions varieront, des décharges auront lieu et la terre se trouvera pour ainsi dire animée. Le fluide électrique qui la parcourra excitera les stomates radicellaires, et l'absorption des fluides propres à la nourriture du végétal aura lieu. Les fibrilles radicellaires, imprégnées d'humidité, deviendront des conducteurs chargés de transmettre l'électricité à la plante, électricité certainement aussi nécessaire à la vie que la lumière et le calorique. »

Plusieurs objections ont été faites à cette théorie, et d'abord la plante n'a nullement besoin de l'électricité étrangère pour son existence; il suffit de connaître les transformations chimiques qui s'opèrent dans son intérieur, la variété des substances nouvelles qui s'y forment, la combinaison des éléments qui y circulent, pour juger que le mouvement électrique n'y manque pas. Il faut observer ensuite que la végétation a lieu sans que plusieurs éléments terreux se trouvent en présence, ce que supposerait la théorie de notre savant confrère, et que, par exemple, celle qui s'effectue dans la fleur de soufre ou le quartz

(1) *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 1837, p. 576.

pur ne pourrait exister, si elle tenait aux réactions électriques des matières qui entourent ses racines. Beaucoup de terrains manquent de l'élément calcaire, et le bon effet du mélange des terres s'explique suffisamment par l'action chimique et physique sans recourir à des causes qui resteront occultes jusqu'à ce que, par une expérimentation exacte, on les ait séparées de toutes les autres, jusqu'à ce qu'on les ait montrées et mesurées.

L'effet des courants électriques qui existent dans l'intérieur de la terre doit être, au reste, très marquée sur les solutions qui composent le sol, et doit amener des séries continuelles de combinaison et de décomposition qui rendent libres ou combinent ses éléments de manière à les offrir sous différentes formes à l'action de la végétation.

M. Becquerel a montré[1] que la plupart des séries géologiques renferment des roches perméables à l'eau et offrent ainsi un conducteur aux courants électriques. Si donc, on suppose une vaste étendue de terrain argileux humide, dont une partie renferme du sulfate de chaux et l'autre en soit privée, l'eau chargée de sulfate de chaux réagira sur celle qui n'en renferme pas, de manière à lui céder une portion du composé qu'elle tient en dissolution, et, pendant cette réaction, il y aura un dégagement d'électricité, qui circulera grâce aux matières charbonneuses, au terreau, aux racines décomposées, aux pyrites et autres corps conducteurs que renferme le sol. C'est ce qu'il a démontré au moyen d'expériences faites sur des terrains étendus.

Mais il est aussi un effet électrique que M. Fournet a entrevu[2], et que MM. Brongniart et Malagutti[3] ont soumis à l'expérience, effet dont il faut tenir grand compte et qui met

(1) *Compte rendu*, t XIX, p. 1052 et suiv.
(2) *Annales de chimie*, mars 1834, p. 225.
(3) *Compte rendu de l'Académie des sciences*, octobre 1841, p. 735 et suiv.

sur la voie de tous les effets qui lui sont analogues ; je veux parler de la décomposition des feldspaths et de leur transformation en kaolins. On sait que dans cette opération de la nature, les feldspaths, perdant leur alcalis, se réduisent à des silicates d'alumine ; nous avons vu que, selon toutes les apparences, cette action était facilitée, et dans certains cas peut-être complétée par la présence des eaux chargées d'acide carbonique ; mais ce que l'expérience a mis hors de doute, c'est que par l'action lente de l'électricité agissant entre les éléments mêmes du minéral, cette décomposition avait lieu. Elle a pour effet de dégager les alcalis des combinaisons insolubles, et de les rendre solubles et propres à passer dans la végétation. Il est probable que quand on examinera de près les autres matières du sol, on reconnaîtra aussi des actions pareilles et qui prendront rang parmi celles dont on doit tenir compte en agriculture. On finira par comprendre ainsi l'utilité de certains mélanges de terres dont l'effet est difficile à expliquer par les principes chimiques et mécaniques isolés des réactions électriques.

TROISIÈME PARTIE

CIRCONSTANCES QUI MODIFIENT LES PROPRIÉTÉS PHYSIQUES DES TERRES.

INTRODUCTION.

En traitant des propriétés physiques des terres, nous avons dû faire pressentir souvent que l'état dans lequel leurs éléments se trouvaient quand on les considère, soit isolément, soit les uns à l'égard des autres, amenait de grandes modifications dans ces propriétés. Ainsi, les dimensions des matériaux, leur forme, leur coloration, l'inclinaison du sol, son état d'humidité et de sécheresse, l'effet des météores, de la gelée, l'incinération des terrains et une foule d'autres causes font varier les qualités du sol et doivent être soumis à une appréciation détaillée : c'est le but que nous nous proposons dans cette troisième partie; elle complétera ce que nous venons de dire, sans avoir l'inconvénient d'interrompre des déductions auxquelles il fallait laisser toute leur simplicité.

CHAPITRE Ier.

Examen de l'état des particules du sol.

Quand on examine une terre, telle qu'elle se trouve dans la nature, il est assez difficile de se rendre raison de l'état de ses particules; on n'y trouve qu'une véritable confusion : les fragments les plus gros mêlés aux plus fins, l'argile confondue avec la terre

calcaire, l'une et l'autre couvrant de leur enduit les faces des cristaux et les fragments les plus caractérisés des minéraux. On ne tarde pas à reconnaître que tout examen sérieux est impossible avant d'avoir séparé les particules selon leur ordre de grandeur et de densité; alors seulement on peut juger de leur nature et de leur figure. Cette séparation se fait au moyen de la lévigation. En recommandant ce procédé, nous ne lui accordons pas le mérite de suppléer à toute autre espèce d'analyse, comme ont voulu le faire quelques auteurs. En effet, la plupart des analyses de Thaër ne sont que des lévigations qui succèdent à l'action d'un acide faible, destiné à enlever les carbonates; la lévigation toute seule a même été proposée par Cadet de Vaux et par Herpin, comme suffisante pour arriver à la connaissance des terres. Nous en avons dit assez dans la première partie de ce cours pour faire apprécier cette assertion. Il faut convenir avec M. Mathieu de Dombasle[1] que le résultat de la lévigation est vague, peu satisfaisant, surtout si l'on ne bannit pas tout arbitraire sur l'époque où doit s'arrêter la précipitation, arbitraire qui rend toute comparaison impossible entre plusieurs essais complétement différents.

Section I. — *Méthode de lévigation.*

1° On prend une poignée de terre desséchée à 30 ou 40 degrés, on la passe par un crible dont les trous ont 1 millim. et demi de diamètre; tout ce qui reste sur le crible est l'élément pierreux de la terre; on en détermine le poids que l'on compare au poids de la partie qui a passé par le crible.

2° On prend 20 grammes de la partie criblée, que l'on fait digérer pendant quelques heures dans un vase de verre plein d'eau. Après un temps suffisant pour que l'eau ait pénétré toutes les particules de terre, on agite vivement et circulairement le li-

(1) *Annales de Roville*, t. I, p. 156.

quide avec une tige de verre; quand on a obtenu le maximum du mouvement rotatoire, on décante en versant avec l'eau toutes les parties qui y sont suspendues, mais en ayant soin de réserver celles qui se sont précipitées au fond du vase.

3° On remet de l'eau sur ce précipité, on agite et on décante de la même manière. On renouvelle cette opération jusqu'à ce que l'eau reste claire pendant l'agitation. On fait alors sécher le précipité et on le pèse : c'est le lot n° 1 de la terre.

4° On agite alors vivement ensemble et de la manière prescrite toutes les eaux de décantation ; on abandonne le liquide à son mouvement circulaire, et au moment où il cesse de se mouvoir (ce que l'on reconnaît à l'immobilité d'un corps léger placé à la surface), on décante, en laissant au fond tout ce qui s'est précipité.

5° On remet de l'eau sur le précipité et on renouvelle l'opération précédente jusqu'à ce que l'eau reste claire à la cessation du mouvement. On réunit les matières déposées, on les sèche, on les pèse et on a le lot n° 2.

6° On attend que toutes les nouvelles eaux de décantation recueillies et rassemblées soient entièrement claires, ce qui exige quelquefois 24 heures ; on décante et on sèche le dépôt qui constitue le lot n° 3.

Section II. — *Forme des particules.*

Avant la lévigation, les plus gros fragments étaient recouverts d'une poussière qui empêchait d'en distinguer les formes; tout prenait l'apparence grisâtre de l'argile, si ce n'est dans certaines terres composées de roches cristallines en décomposition où le quartz est très abondant relativement aux autres éléments. Maintenant, la lévigation achevée, on reconnaît, à la loupe ou au microscope, plusieurs états différents des particules. 1° Les cristaux de quartz, de mica, sont entiers ou peu usés ; une partie notable de calcaire est restée en gros grains ;

les éléments de la terre sont à peine mêlés, surtout dans les terrains qui ont été formés en place et n'ont pas été transportés par les eaux. 2° D'autres fois les fragments de quartz sont recouverts d'une couche noirâtre ou ocreuse que l'eau n'enlève pas, mais que l'acide nitrique détache. Cette espèce de rouille est caractéristique des *diluviums anciens*. 3° L'enduit des grosses particules n'est que pulvérulent, et après la lévigation les fragments de quartz paraissent translucides. Dans les deux derniers cas les particules sont arrondies, et on voit clairement qu'elles ont été roulées. Les silex conservent cependant encore leurs formes tuberculeuses.

Les matières pulvérulentes se comportent aussi de plusieurs manières différentes; les calcaires se groupent quelquefois en forme de stalactites ou en masses figurées; l'argile en se séchant se prend en plaques unies et solides. Il est impossible d'évaluer la ténuité extrême de ses plus petites particules, parce qu'on ne parvient jamais, avec les pointes les plus fines, à les séparer entièrement, et qu'elles paraissent toujours former un assemblage de plusieurs particules.

Le terreau peu consommé conserve encore quelques parties de son organisation végétale; c'est ainsi qu'on le trouve dans les terrains modernes et les terrains paludiens, où les débris végétaux sont parvenus rapidement à la carbonisation avant d'avoir perdu leurs formes. Dans les terrains anciens le terreau apparaît sous forme de petits grains charbonneux, roux ou noirâtres.

On distingue aussi dans certaines terres des débris de tests de mollusques, qui ont conservé leur apparence nacrée; c'est surtout dans les terrains paludiens et dans ceux d'eau douce qu'ils sont abondants. M. Ehrenberg, en examinant les craies, a reconnu qu'elles étaient presque uniquement composées d'une foule de débris de mollusques polythalames, au nombre de 12 à 1,300,000 dans 20 centimètres cubes. Pour les rendre

visibles, on passe sur une lame de verre une couche très mince de craie, et, quand elle est sèche, on la recouvre de baume de Canada ; on l'échauffe un peu, et on l'observe sous un grossissement de 300 fois le diamètre primitif. Les craies du Midi renferment les tests presque entiers, tandis qu'ils sont brisés dans celles du Nord.

Cette découverte indique le degré d'utilité dont peut être l'examen microscopique des terres. Avant qu'elle fût faite, personne ne pouvait expliquer le singulier état de la chaux dans la craie ; on ne pouvait pas parvenir à produire artificiellement un carbonate de chaux qui lui ressemblât, qui eût, comme elle, le toucher âpre, qui fût craquant sous la dent, qui se divisât par les labours, à la manière du sable. Aujourd'hui que l'on sait que la craie est formée de l'assemblage d'une quantité innombrable de petites coquilles, on s'explique ce phénomène qui sépare si complétement la véritable craie des autres terrains calcaires provenant des débris de roches de cette nature.

L'examen microscopique des terres ne nous a donné jusqu'à présent que des résultats généraux ; mais il faut dire aussi qu'en nous faisant pénétrer plus intimement dans la composition et la structure des terres, cet examen forme singulièrement le coup d'œil et nous accoutume à juger de leurs qualités par les apparences extérieures. Il suffit d'un grossissement de 60 à 120 pour distinguer parfaitement toutes les parties constituantes du sol ; une goutte d'acide nitrique, mise en contact avec la terre sur le porte-objet, achève d'éclaircir tous les doutes que fait naître une première vue, et cette connaissance empirique de la forme et de la situation des différents éléments de la terre, sans pouvoir être traduite en principe, nous habitue à démêler certains caractères, qui, par la suite, analysés avec sagacité, pourront peut-être prendre une grande place dans la science.

Section III. — *Dimension des particules.*

Avant toute étude détaillée de l'influence de la dimension des particules sur l'état du sol, l'expérience la plus vulgaire a appris aux cultivateurs que les terrains réputés les meilleurs possèdent une certaine proportion de particules grosses et fines. Les premiers servent à rendre meuble le sol arable; les seconds comblent les intervalles qui se trouvent entre les particules qui ont une grande dimension, maintiennent dans la terre l'humidité nécessaire, offrent des conducteurs aux racines, les préservent du contact immédiat de la lumière, des rayons solaires et de l'air atmosphérique sec. H. Davy affirme que les terrains qui ont 95 parties sur 100 du troisième lot sont complétement stériles. Quand un tel sol est détrempé, il forme une espèce de boue dont la chaleur resserre à un tel point les parties qu'elles ne laissent aucun accès à l'air, et par suite les racines ne peuvent remplir leur fonction. C'est l'influence de la proportion des différents lots produits de la lévigation sur les terres que nous allons étudier dans cette section.

§ I. — Influence de la dimension des particules sur la pesanteur spécifique.

Dans les terres que nous avons examinées, la pesanteur spécifique de la partie terreuse du sol a varié de 2,12 dans la terre de Grenouillet à Orange, à 2,63 dans celle de la Valoire (Drôme), et voici le lotissement de ces deux termes extrêmes :

Lots nos.	Grenouillet.	La Valoire.
1	20	26
2	63	63
3	17	10
	100	100

Ces deux lotissements de terre, si différents par leur pesanteur spécifique, se rapprochent tout à fait; le poids d'un pa-

reil volume de ces terres diffère beaucoup aussi; le mètre cube de Grenouillet pèse 1126^{k},5; celui de la terre de la Valoire 1458^{k},5.

Au contraire, la terre du Peyron (Orange) et celle de Prébois (Orange), qui toutes deux ont la même pesanteur spécifique de 2,50, ont les lotissements suivants :

Lots nos.	Le Peyron.	Le Prébois.
1	57	6
2	37	57
3	6	37
	100	100

La terre du Peyron pèse 1330 kil. le mètre cube, et celle de Prébois 1506,9.

De ces deux exemples, nous concluons que la dimension des particules n'a aucune influence sur la pesanteur spécifique des terres.

§ II. — Influence de la dimension des particules sur l'hygroscopicité.

Pour nous assurer des effets de l'atténuation des particules sur l'bygroscopicité, nous avons cherché d'abord si l'hygroscopicité avait un rapport constant avec le poids du troisième lot; nous avons obtenu alors les résultats suivants :

Noms des terres.	Poids du 3e lot.	Hygroscopicité.
Solimani (Bagnols).	5	0,265
Le Peyron (Orange).	6	0,300
La Bussière (Loiret)	7	0,250
Saint-Paul (Drôme).	8	0,420
Clermont (Puy-de-Dôme). . .	9	0,495
Le Thor (Vaucluse).	19	0,564
Le Prébois (Vaucluse).	37	0,405

On voit bien ici qu'il existe un certain rapport entre le poids du troisième lot et la propriété de retenir l'eau, mais que ce rapport est dérangé par une autre cause qui doit être la nature

des particules. Pour mieux nous assurer si la matière, déjà bien fine, du deuxième lot n'entrait pas pour une part considérable dans les anomalies que nous remarquions, nous avons réuni le deuxième et le troisième lot, et nous avons eu alors les résultats suivants :

Terres.	Lot n° 2.	Lot n° 3.	Somme des 2 lots.	Hygroscopicité.
1. Grenouillet (Orange).	63	17	80	92,0
2. Bagnols jardins (Gard). . . .	52	14	66	57,0
3. Le Thor (Vaucluse).	51	19	70	55,0
4. Bolléne (Vaucluse).	50	19	69	51,0
5. Le Prébois (Orange)	57	37	94	49,5
6. Aulas (Gard)	47	34	81	49,5
7. Clermont (Puy-de-Dôme). . .	36	9	45	49,5
8. Morges (Suisse).	54	40	94	49,0
9. Galaure (Vallée de).	29	6	35	49,0
10. Hoffwyl.	46	13	59	49,0
11. Palus au Chemin-Réal (Orange)	57	35	92	48,5
12. Montreuil (Seine).	51	20	71	48,5
13. Mas d'Agon (Camargue), n° 1.	63	25	88	48,5
14. Le Vistre (Nîmes).	61	14	75	48,5
15. La Piboulette (Vaucluse) . . .	61	24	85	47,0
16. Martignac (Orange)	45	50	95	46,0
17. Anduze (Gard).	65	19	84	45,0
18. Grand-Serre (Drôme).	76	15	91	44,5
19. Mas d'Agon (Camargue), n° 2.	58	12	70	43,5
20. Anduze (Gard)	45	28	73	43,0
21. Bolléne d'Auch.	35	48	83	42,5
22. La Valoire (Drôme)	64	20	84	41,5
23. Saint-Paul (Drôme).	48	7	55	42,5
24. Villejuif (Seine).	79	12	91	42,5
25. Le Bordelet (Ardèche)	49	18	67	42,5
26. Fauxbourguette (Tarascon). .	28	57	85	39,0
27. Le Peyron (Orange).	37	6	43	30,0
28. Lancy (Genève).	41	23	64	27,0
29. Bagnols (Collines).	29	7	36	26,5
30. La Bussière (Loiret).	21	7	28	25,0
31. Les Arnas (Rhône).	22	7	29	25,0

Ici l'épreuve est complète; la réunion du deuxième lot au troisième, loin de rendre plus frappants les rapports qui existent entre la dimension des particules et l'hygroscopicité, tend

à augmenter les discordances. La dimension des parties n'influe donc que d'une manière secondaire sur cette propriété.

§ III. — Influence de la dimension des particules de la ténacité.

En essayant de ranger les terres par rapport à leur ténacité, selon l'ordre de grosseur de leurs particules, nous avons eu pour résultat le tableau suivant :

Ténacité.	Somme des 1e et 3e lots.	Ténacité par chaque unité des deux lots.
Argile du Moure Rouge (Orange) .	6886 gr.	69e0
Prébois (Orange).	4704	44,0
Palus au Chemin-Réal (Orange). .	2588	28,3
Lancy (Suisse, Genève).	2040	31,0
Mas d'Agon n° 1 (Camargue) . . .	2022	23,0
Bollène (Vaucluse).	1962	28,0
Grenouillet (Orange).	1250	15,6
La Valoire (Drôme)	1137	15,3
La Piboulette (Vaucluse).	1000	12,0
Bruyère de Grand-Serre (Drôme).	707	8,8
Hoffwyl.	612	11,0
Le Peyron (Orange).	540	12,0
Mas d'Agon 2.	331	69,5 4,8
Galaure (Drôme).	304	35 8,7
St-Paul-Trois-Châteaux (Drôme) .	248	50 4,9
Aulas (Gard).	176	81 2,1
Montreuil (Seine).	172	70 2,4
Clermont-Ferrand	162	42 3,9

En examinant ce tableau, que nous prolongerions sans fruit, on est frappé d'abord de la tendance des terres à se ranger par ordre de ténacité, selon la plus grande abondance de particules fines qu'elles possèdent ; en effet, ce sont les terres qui ont le plus de parties des deuxième et troisième lots qui sont à la tête, et celles qui en ont le moins qui le terminent. Mais les fréquentes anomalies qui y règnent, les interpositions que l'on remarque, font reconnaître aussi qu'il y a un autre élément qui agit de concert avec la ténuité des particules pour déter-

miner la ténacité des terres. Ainsi, chaque unité de particules fines présente une ténacité de 28,3 dans les terres de Chemin-Réal, et une de 44 dans les terres du Prébois, quoique ces terres aient un même nombre de ces particules. Ainsi encore la terre du Grand-Serre n'a que 8,8 de ténacité par unité de particules fines, et vient s'intercaler, par sa ténacité totale, entre des terres qui en ont 12. A la fin du tableau, à partir de la terre d'Aulas, la ténacité, déterminée pour une unité de particules fines, semble diminuer à mesure que leur nombre augmente. Il est trop évident qu'il faut chercher la cause de ces irrégularités non plus seulement dans la masse, mais dans la nature de ces particules.

Si l'on examine attentivement au microscope les troisièmes lots, la cause de cette diminution de tenacité se discernera facilement. Au bas de l'échelle se trouvent les terres qui ont ce lot formé de particules plates, de débris de schistes ou de gypse, ou enfin d'argiles brûlées, substances qui toutes ne sont pas susceptibles de liaison : ainsi la terre d'Aulas, à particules micacées, celle de Montreuil, à débris gypseux, et celle de Clermont-Ferrand, formée de détritus très ténus de laves, n'ont que 2 à 4 grammes de ténacité par unité de particules fines. Vient ensuite une autre série, dont le troisième lot est formé de quartz plus ou moins arrondi et très fin, presque sans mélange; c'est dans cet état que se trouvent les terres du Grand-Serre, de Galaure, dont la ténacité est de 8 à 9 par chaque unité de particules fines; s'il s'y mêle une petite quantité d'argile, sans cependant que le troisième lot puisse faire corps après sa dessiccation, nous voyons la ténacité monter jusqu'à 11 et 15, comme à Hoffwil, à la Piboulette, au Peyron, à la Valoire, et même jusqu'à 31 à Lancy. La ténacité suit ici une progression annoncée par l'état du troisième lot, qui, de sec et rude, devient doux au toucher. Enfin, si la proportion d'argile augmente, si elle constitue entièrement ce lot, si elle

forme une plaque adhérente et solide par la dessiccation, chaque unité de ce lot représente une ténacité de 69, comme dans l'argile du Moure Rouge. Ces conséquences concernent les terres dont le troisième lot ne fait pas effervescence avec les acides.

Quant aux terres qui, contenant du calcaire, donnent un troisième lot faisant effervescence, ou ce lot contient une quantité d'argile suffisante pour qu'il forme une plaque toujours assez friable après la dessiccation, ou bien ce lot n'est formé que de calcaire et de silice, et quelquefois de calcaire seulement. Les terres qui se forment en plaques, composées d'argile et de calcaire, ont 44 de ténacité par unité de matière fine, comme au Prébois; la ténacité descend, avec la proportion d'argile, à 28 et à 15, comme à Bolléne et à Grenouillet. Si l'argile manque dans le troisième lot, le calcaire se forme en flocons qui ne sont pas adhérents, comme à Saint-Paul ou au Mas d'Agon n° 2, et alors la ténacité retombe à 4,9.

Cet examen démontre donc que si l'atténuation des matières constituant une terre est une des grandes causes de son augmentation de ténacité, la nature de ses particules modifie singulièrement cette propriété, et qu'ainsi il serait téméraire de vouloir conclure d'une manière absolue des résultats de la lévigation à ceux des expériences physiques qui établissent la cohésion des terrains. Cet examen suffit cependant pour faire entrevoir que, sur une terre donnée, des labours fréquents, qui, par leurs frottements et l'exposition des parties à l'air, tendent à atténuer les particules, peuvent en changer à la longue les propriétés physiques, en augmenter la tenacité, et accroître aussi sa faculté de retenir l'eau, de s'emparer des engrais et de fournir ses propres éléments à la végétation.

SECTION IV. — *Diminution de la cohésion par la gelée.*

Tout le monde a pu remarquer l'effet de la gelée sur la terre;

aucune herse ne la pulvérise aussi complétement ; les mottes les plus grosses se réduisent en poussière. Cet effet n'a lieu que sur les terres humides, car les fragments de terre desséchés et placés sous l'influence de la gelée restent parfaitement entiers, et dans le midi nous avons vu, après des hivers secs, les terres rester couvertes de grosses mottes, qui ont passé l'été suivant dans cet état et n'ont pu se réduire qu'à l'arrivée des grandes pluies d'automne. Mais c'est un cas extraordinaire, et les terres que l'on soulève en si gros fragments sont abondantes en argile, qui conserve presque toujours une humidité suffisante pour que les gelées aient action sur elles. Il y a donc une relation intime entre l'effet des gelées et la faculté de retenir l'eau que possède chaque espèce de terre. Les terres siliceuses n'éprouvent presque aucun effet de la gelée, tandis que les marnes, les glaises et les argiles se délitent complétement.

Cette propriété résulte de l'accroissement du volume de l'eau qui passe à l'état de glace ; dans ce nouvel état, l'eau exerce, du centre à la circonférence du bloc de terre, une pression latérale qui tend à en séparer les particules.

On n'a fait aucune expérience directe sur l'effet que produisent les gelées sur les terres humides. Schübler a bien essayé d'exposer les prismes de terre humide à la gelée, de les faire sécher ensuite, et de déterminer leur ténacité par le procédé indiqué. Il trouvait généralement que cette propriété subissait une diminution d'un tiers dans les limons ; l'argile tombait en poussière. Mais ces essais n'ont pas été faits régulièrement et sur toute la série des terres élémentaires. On avait pensé aussi à faire subir aux prismes l'épreuve que Brard conseille pour reconnaître si les pierres sont gélives, c'est-à-dire à les imbiber d'une solution de sulfate de soude et à rechercher la quantité de parties de ces prismes qui seraient désagrégées par la dessiccation ; mais toutes les terres en cet état sont poreuses ; elles admettent toutes la solution entre leurs molécules,

et quand elle vient à se cristalliser par la dessiccation, elles se réduisent en poussière. Au reste, les indications de Schübler, autant que l'expérience en grand, nous prouvent que la diminution de ténacité par les gelées est proportionnelle à la faculté de retenir l'eau que possèdent les terres, et à l'humidité du sol au moment des gelées.

SECTION V. — *Diminution de la cohésion par la calcination de la terre.*

Quand on soumet l'argile à une chaleur rouge, elle perd sa plasticité, et ne la regagne pas même après avoir été mouillée. Elle ne fait plus dans le sol que l'office de la silice. C'est en partie sur cette propriété que se fonde l'amélioration déterminée par l'écobuage dans les terres argileuses. Cette opération tend donc à introduire dans ces terres un élément moins cohérent. L'alumine étant modifiée en grande partie, c'est seulement la portion qui n'a pas été atteinte par le feu qui contribue à la ténacité du sol, à l'état sec, et à sa cohésion à l'état humide.

CHAPITRE II.

Effets de l'inclinaison du sol.

SECTION I. — *Influence de l'inclinaison du sol et de son azimuth sur son échauffement.*

Le soleil échauffe un plan en raison du nombre des rayons qui frappent ce plan et proportionnellement au sinus de l'angle d'incidence qu'ils font avec lui.

Avant d'arriver à la terre, les rayons solaires traversent l'atmosphère, et une partie d'entre eux, le quart environ des rayons calorifiques du soleil, est absorbée par l'air et les va-

peurs qui le composent. Selon que la couche atmosphérique traversée est plus épaisse et que les vapeurs aqueuses sont dans un état de dissolution moins parfaite, il arrive une moindre quantité de rayons calorifiques à la terre. La quantité et l'état de dissolution de la vapeur d'eau est un élément très variable selon les époques de l'année et du jour et selon un grand nombre de causes peu appréciables. Mais on a pu donner des tables pour différents lieux de l'humidité relative de l'air [1]. On voit que l'air s'éloigne du point de saturation à mesure de l'accroissement de la température du jour, et *vice versa*. On trouvera dans le deuxième volume de ce Cours (page 130), qu'en faisant abstraction des jours couverts et en ne considérant que la plus ou moins grande saturation de l'atmosphère par la vapeur aqueuse, la chaleur solaire transmise à Orange dans le mois où la transparence de l'air est le plus complète est à celle des mois où elle l'est le moins comme 22 : 14. Si, par hypothèse, nous transportons à la faculté de transmission des jours ce que nous avons trouvé pour celle des mois, que nous remarquions que les moyennes extrêmes de l'hygromètre sont de 49° et de 83°, à midi, heure de l'observation, nous trouverons que l'absorption entre ces deux degrés est de $\frac{14}{22} = 0{,}636$, ou de 0,019 par degré de l'hygromètre, dans l'intervalle observé. Si maintenant nous prenons pour base l'heure de l'observation et que nous réduisions ou que nous augmentions la chaleur trouvée proportionnellement à l'état de saturation de l'air, nous aurons une base provisoire pour évaluer l'extinction de la lumière produite par l'humidité relative de l'atmosphère.

Mais à partir du zénith, chaque degré qui éloigne le soleil de sa position verticale augmente l'angle d'inclinaison et diminue, par conséquent, son pouvoir calorifique; pour déterminer ses effets sur un plan pendant toute la durée du jour, il faut

(1) Voir dans la *Météorologie* de Kaëmtz une table de l'humidité relative pour Halle (Saxe), p. 82.

donc connaître l'épaisseur de la couche traversée à chacune de ces heures, ce qui résulte de la table suivante où cette épaisseur est calculée pour chaque hauteur de soleil.

Table des épaisseurs de l'atmosphère traversées par les rayons solaires pour chaque degré d'élévation du soleil au-dessus de l'horizon, l'épaisseur de l'atmosphère au zénith étant prise pour unité.

1°	3,875	26°	1,822	50°	1,197
2.	3,743	27.	1,780	51.	1,182
3.	3,614	28.	1,740	52.	1,169
4.	3,493	29.	1,702	53.	1,155
5.	3,375	30.	1,666	54.	1,143
6.	3,263	31.	1,631	55.	1,131
7.	3,320	32.	1,598	56.	1,120
8.	3,051	33.	1,566	57.	1,108
9.	2,952	34.	1,536	58.	1,098
10.	2,858	35.	1,508	59.	1,088
11.	2,767	36.	1,479	60.	1,078
12.	2,681	37.	1,453	61.	1,069
13.	2,599	38.	1,428	62.	1,059
14.	2,520	39.	1,410	63.	1,052
15.	2,445	40.	1,380	64.	1,044
16.	2,373	41.	1,357	65.	1,037
17.	2,306	42.	1,337	66.	1,032
18.	2,240	43.	1,317	67.	1,022
19.	2,179	44.	1,288	68.	1,016
20.	2,120	45.	1,256	69.	1,009
21.	2,064	46.	1,261	70.	1,003
22.	2,011	47.	1,243	71 et au-	
23.	1,961	48.	1,227	dessus,	
24.	1,912	49.	1,211	environ	1,000
25.	1,866				

Il ne s'agit donc plus maintenant que de déterminer pour chaque heure du jour la hauteur du soleil, ce que l'on fait au moyen de la formule suivante :

Appelons H la hauteur cherchée du soleil, D sa déclinaison, A l'angle horaire ou la distance au méridien qui est de 15° par heure à partir de midi, L la latitude du lieu. Nous aurons:

$$\sin H = \sin L \sin D + \cos L \cos D \cos A.$$

Supposons que nous cherchions la hauteur du soleil au solstice d'été à Orange, et à onze heures du matin. Nous aurons :

$$L = 44°8',$$
$$D = 23°28',$$
$$A = 15°.$$

Nous disposons le calcul de la manière suivante :

Log cos 44°8′. . . .	9,85596	Log sin 44°8′. . . .	9,84282
Log cos 23°28′ . . .	9,96251	Log sin 23°28′ . . .	9,60012
Log cos 15°.	9,98494		
I.	9,80341	II.	9,44294

Nombre du logarithme I.	0,6359
Nombre du logarithme II.	0,2773
sin. . °. . .	0,9132
dont le logarithme est.	9,96058 qui est le logarithme du sinus de 65°57′.

Au solstice d'hiver, il faudrait retrancher le plus petit nombre du plus grand, car les deux résultats ne peuvent être négatifs, le sinus et le cosinus du même angle ne pouvant être négatifs à la fois. De même les cosinus des angles au-dessus de 90° étant négatifs, quand l'angle horaire s'élèvera au-dessus de cette quantité, à 5 heures du matin, par exemple, où il est de 105°, il faudra retrancher le nombre I du nombre II.

Si maintenant nous cherchons quelle est l'extinction de la chaleur solaire à Orange, à onze heures, le jour du solstice, en supposant que cette chaleur observée à midi fût de 26°, la hauteur méridienne du soleil étant de 69°26, nous trouverons que proportionnellement au sinus de cette hauteur et de celle de 65° 57′ qui est celle de onze heures, elle se réduira à 25°,40.

Mais l'hygromètre étant à midi à 60° et à onze heures à 62°, nous aurons pour 2 degrés, $0,019 \times 2 = 0,038$ qui, multipliés par 25°,40, nous donnent une réduction proportionnelle de 0,96, ce qui réduit la température à 24°,44.

Enfin l'épaisseur de l'atmosphère à midi étant de 1,008

et à onze heures de 1,032, nous avons la proportion 1,032 : 1,010 :: $24^0,44 : x = 23^o,83$.

Nous serons maintenant en état de comparer les effets solaires sur des plans diversement inclinés, puisqu'il nous suffira de déterminer les angles différents que le soleil fera avec eux aux différentes heures de la journée.

Quant à ces angles que fait le soleil avec le plan incliné, il suffit de remarquer qu'ils seront les mêmes que ceux qu'il ferait avec un pays dont l'horizon serait parallèle à ce plan. Supposons le terrain incliné au midi, son plan sera parallèle à l'horizon d'une latitude plus méridionale ; au nord, il sera parallèle à l'horizon d'une latitude plus septentrionale ; à l'est, il ne changera pas de latitude, mais c'est avec l'horizon d'une longitude plus orientale qu'il se trouvera parallèle ; à l'ouest, avec celui d'une longitude plus occidentale ; dans les positions intermédiaires, incliné au sud-est, par exemple, il changera à la fois de latitude et de longitude. Ainsi l'effet de chacune de ces inclinaisons sera de transporter le terrain dans un autre climat, s'il incline au nord ou au midi, et de changer les heures de son échauffement s'il incline à l'est ou à l'ouest.

Rappelons auparavant la méthode par laquelle on détermine la latitude et la longitude du lieu de la terre dont le plan de l'horizon est parallèle au plan incliné du terrain.

Appelons t le zénith de l'horizon terrestre parallèle au plan, z le zénith du lieu où se trouve le terrain, et p le pôle ; zt est évidemment l'inclinaison du plan, et pzt l'azimuth du zénith du plan compté à partir du nord ou l'amplitude de ce dernier ; nous aurons, d'après les principes de la trigonométrie sphérique, $\cos pt = \cos pzt \sin zt \sin zp + \cos zt \cos zp$, pour la distance du pôle au zénith du plan ou sa co-latitude ; ensuite pour la différence des méridiens $\sin zpt = \frac{\sin pzt \sin zt}{\sin pt}$.

Prenons un exemple pour montrer l'application de ces formules : supposons un terrain situé à Orange, à 44° 8′ de latitude, et par conséquent éloigné du pôle de 45° 52′ ; le plan du terrain est incliné de 20° ; la déclinaison du plan est de 45°, c'est-à-dire qu'il fait face au nord-est ou au nord-ouest.

Ainsi
$$pzt = 45^{\circ},$$
$$zt = 20^{\circ},$$
$$zp = 45^{\circ}\,52'.$$

Nous disposons le calcul de la manière suivante :

Log cos 45°.	9,84949	Log cos de 20° . . .	9,97299
Log sin 20°.	9,53405	Log cos de 45°52′. .	9,94282
Log sin 45°52′ . . .	9,85596		
1er log. . . .	9,23950	2e log. . .	9,81581

Nombre correspondant au 1er logarithme.. 0,1736
Nombre correspondant au 2e logarithme. 0,6544

cos *pt*. 0,8280
dont le logarithme est 9,1813

par conséquent la latitude cherchée est 55°55′
c'est le complément de 34°5′ = *pt*.

L'inclinaison du plan vers le nord reporte donc sa faculté d'échauffement du 44e degré de latitude au 56e environ.

Pour trouver, d'après la seconde formule, la différence des méridiens, nous disposerons le calcul de la sorte :

Log sin *pzt* = log sin 45°..	9,84949
Log sin *zt* = log sin 20°..	9,53405
	19,38354
Log sin *pt* = log sin de 34° 5′ 9″.	9,74850
Diff. =	9,63504 = log sin de 25° 34′ ;

25°34′ est la valeur de *zpt*.

Ainsi le méridien du plan est transporté à 25° 34′ à l'est ou à l'ouest d'Orange, selon que la déclinaison se trouve nord-est ou nord-ouest, c'est-à-dire, en temps, à 1 heure 42 minutes.

Ces préliminaires bien établis, voyons quelle sera la cha-

leur reçue le jour du solstice sur trois terrains situés au 44°8′ de latitude, mais le premier horizontal, le second incliné de 20° au nord-est, et le troisième ayant la même inclinaison au nord-ouest; l'un et l'autre se trouvant transportés par cette inclinaison au 56ᵉ degré de latitude; mais le second à 1 heure 42 minutes à l'est, et le troisième à la même distance à l'ouest du premier.

TERRAIN HORIZONTAL.

HEURES.	HAUTEUR du soleil.	TEMPERATURE solaire, d'après l'inclinaison.	HYGROMÈTRE.	TEMPERATURE réduite d'après l'humidité.	EPAISSEUR de l'atmosphère.	TEMPERATURE réduite d'après l'épaisseur.	TEMPERATURE de l'air.	SOMME. Chaleur reçue par un thermomètre au soleil.	DIFFERENCE.
4 1/2.	1°70	0°05	85°0	0°02	3°870	0°01	18°70	13°71	1°92
5.....	3,10	1,55	85,0	0,81	3,614	0,20	20,43	20,63	3,11
6.....	16,60	7,70	83,0	4,31	2,373	1,84	21,90	23,74	4,24
7.....	26,36	12,40	80,0	7,69	1,800	4,31	23,67	27,98	5,32
8.....	37,20	16,90	74,0	12,41	1,440	8,68	24,62	33,30	6,49
9.....	47,20	20,60	70,0	16,69	1,240	13,57	26,22	39,79	6,87
10.....	57,56	23,50	65,0	21,27	1,090	19,66	27,00	46,66	4,72
11.....	65,57	25,40	62,0	24,44	1,032	23,83	27,55	51,38	2,62
12.....	69,26	26,00	60,0	26,00	1,008	26,00	28,00	54,00	0.66
1.....	65,57	25,40	57,0	26,85	1,032	26,22	28,44	54,66	2,60
2.....	57,56	23,50	56,0	25,28	1,090	23,38	28,68	52,06	5,28
3.....	47,20	20,60	55,0	22,55	1,240	18,33	28,45	46,78	6,43
4.....	37,20	16,90	56,0	18,18	1,440	12,73	27,62	40,35	5,98
5.....	20,36	12,40	58,0	12,87	1,800	7,21	27,16	34,37	5.16
6.....	16,60	7,70	61,0	7,84	2,373	3,25	25,96	29,21	3,96
7.....	3,10	1,55	65,0	1,39	3,614	0,39	24,86	25,25	4,88
7 12.	1,70	0,05	67,0	0,22	3,870	0,11	20,26	20,37	
Moyenne de la journée.....						11,15	25,28	36,43	
— du lever du soleil à midi inclus.						10,90	24,23	35,13	
— de midi inclus au coucher. ...						13,07	26,38	38,65	

Pour les deux plans inclinés, la hauteur du soleil change selon la latitude et aussi selon la longitude, puisque l'un avance de 1 heure 44 minutes, et l'autre suit de la même quantité le plan horizontal. La température de l'air, l'humidité relative et l'épaisseur de l'atmosphère traversée restent les mêmes.

Nous avons sur le plan incliné au nord-est :

HEURES.	HAUTEUR du soleil.	TEMPÉRAT. selon l'inclinaison des rayons solaires.	TEMPÉRAT. réduite selon l'humidité.	TEMPÉRAT. réduite selon l'épaisseur de l'air.	TEMPÉRAT. de l'air.	SOMME. Chaleur reçue par un thermomèt. au soleil.	DIFFÉRENCE.
4 1/2	4°37	0°24	0°07	0°01	18°70	18°71	1°92
5. ..	4,40	2,00	1,08	0,20	20,43	20,63	4,28
6. ..	26,58	12,60	7,10	3,01	21,90	24,91	4,35
7. ..	35,21	16,10	9,98	5,59	23,67	29,26	4,47
8. ..	43,21	19,10	13,02	9,11	24,62	33,73	6·58
9. ..	50,17	21,40	17,34	14,09	26,22	40,31	5,86
10. ..	55,27	22,90	20,73	19,17	27,00	46,17	3,37
11. ..	57,27	23,40	22,52	21,99	27,55	49,54	1,86
12. ..	57,27	23,40	23,40	23,40	28,00	51,40	0,98
1. ..	55,33	22,90	24,20	23,94	28,44	52,38	2,41
2. ..	50,30	21,40	23,32	21,29	28,68	49,97	4,43
3. ..	43,31	19,20	21,02	17,09	28,45	45,54	5,80
4. ..	35,32	16,10	17,32	12,12	27,62	39,74	5,37
5. ..	26,34	12,40	12,87	7,21	27,16	34,37	8,34
6. ..	4,60	0,20	0,16	0,07	25,96	26,03	1,17
7. ..	0,00	0,00	0,00	0,00	24,86	24,86	4,60
7 1/2	0,00	0,00	0,00	0,00	20,26	20,26	
Moyenne du jour.....				10,48	25,28	34,96	
— du lever du soleil à midi...				10,73	24,23	34,96	
— de midi au coucher du soleil				11,68	26,38	38.28	

Le plan incliné au nord-ouest donne les résultats suivants :

HEURES.	HAUTEUR du soleil.	TEMPÉRAT. selon l'inclinaison des rayons solaires.	TEMPÉRAT. réduite selon l'humidité.	TEMPÉRAT. réduite selon l'épaisseur de l'air.	TEMPÉRAT. de l'air.	SOMME. Chaleur reçue par un thermomèt. au soleil	DIFFÉRENCE.
4 1/2	0°00	0°00	0°00	0°00	18°70	18°70	1°73
5. ..	0,00	0,00	0,00	0,00	20,43	20,43	1,52
6. ..	4,37	0,20	0,12	0,05	21,90	21,95	5,92
7. ..	25,56	12,10	7,50	4,20	23,67	27,87	4,77
8. ..	34,18	15,60	11,46	8,02	24,62	32,64	5,97
9. ..	42,30	18,80	15,23	12,39	26,22	38,61	6,05
10. ..	49,35	21,10	19,10	17,66	27,00	44,66	4,32
11. ..	54,58	22,80	21,94	21,43	27,55	48,98	2,52
12. ..	57,29	23,40	23,40	23,40	28,00	51,40	1,19
1. ..	57,25	23,40	24,73	24,15	28,44	52,59	1,19
2. ..	55,28	22,90	24,64	22,78	28,62	51,40	4,04
3. ..	50,22	21,40	23,27	18,91	28,45	47,36	5,37
4. ..	43,21	19,10	20,55	14,37	27,62	41,99	5,47
5. ..	35,21	16,10	16,71	9,36	27,16	36,52	5,31
6. ..	26,58	12,60	12,37	5,25	25,96	31,21	6,30
7. ..	4,41	0,20	0,11	0,05	24,86	24.91	4,64
7 1/2	4,00	0,10	0,05	0,01	20,26	20,27	
Moyenne du jour.....				10,71	25,28	35,99	
— du lever du soleil à midi...				9,68	24,23	33,91	
— de midi au coucher du soleil				13,14	26,38	36.52	

Si l'on remarque maintenant ce qui se passe dans ces trois positions, on trouve 1° que les deux plans inclinés au nord ont une température moyenne de la journée plus faible que celle du plan horizontal; elle serait plus forte si les plans étaient inclinés au midi; 2° que la température moyenne de la journée est plus forte sur le plan incliné au nord-ouest que sur celui incliné au nord-est, parce que l'action solaire la plus grande y coïncide avec la moindre humidité relative et la plus haute température de l'air; 3° que la température de la matinée est plus élevée sur le plan incliné au nord-est que sur celui incliné au nord-ouest, et que c'est le contraire pour la température de la soirée; 4° que la température de la matinée est moindre sur le plan nord-est que sur le plan horizontal, et que celle de la soirée est plus grande sur le plan nord-ouest que sur le plan horizontal; 5° que le maximum de chaleur totale arrive plus tard sur le plan incliné au nord-ouest que sur les deux autres.

Si on répète pour le solstice d'hiver et pour les équinoxes le travail que nous venons de faire pour le solstice d'été, on aura une idée complète des propriétés du terrain sous le rapport de l'échauffement.

Nous nous abstiendrons de traiter en détail de tous les autres azimuths et inclinaisons de terrain; on verrait que le terrain incliné au midi jouit de grands avantages calorifiques; que celui qui est incliné au nord plein éprouve une grande diminution de chaleur, parce qu'il ne reçoit les rayons du soleil que quand la hauteur de cet astre surpasse son inclinaison, et qu'alors même il ne la reçoit qu'obliquement. Ainsi, à la latitude de 49° et avec une inclinaison de 20°, ce dernier terrain ne verra le soleil que sous un angle de 6 degrés environ à midi, au solstice d'hiver, et au solstice d'été sous celui de 44°,8, et sa chaleur solaire ne sera alors que de 13 degrés. Un terrain exposé en plein midi et ayant une inclinaison de 20 degrés, à la latitude de 44°,8, verra le soleil, le jour du solstice, près de

former avec lui un angle droit; la chaleur solaire étant de 27°,72, et la chaleur atmosphérique de 27°,8, la chaleur totale sera de 55°,6. C'est sur des coteaux ainsi exposés que les raisins mûrissent le mieux et deviennent fortement alcooliques.

Si, après avoir indiqué la manière de déterminer numériquement les effets de l'azimuth et de l'inclinaison du terrain, nous voulons résumer ce qui résulte de ces recherches, nous verrons que les terrains exposés au levant se réchauffent dès le matin. C'est le moment de la journée où le soleil les frappe le plus directement; il élève alors les brouillards et dessèche le sol baigné par la rosée. Quand le soleil le quitte, c'est le moment où la journée est le plus chaude et où, par conséquent, la transition est le moins brusque. Au printemps, il fait courir de grands dangers aux plantes qu'il porte, et qui, chargées de givre, reçoivent tout à coup l'impression d'un soleil ardent; la température monte parfois alors de 0° à + 12° en une heure.

Le terrain exposé au couchant reste plongé le matin dans l'humidité atmosphérique; la rosée y séjourne et s'y dissipe lentement; il manque de soleil pendant l'époque la plus froide de la journée, et le soir il le reçoit directement et pendant les heures les plus chaudes : de là vient un climat diurne extrême. Voici une observation qui fera mieux sentir cette différence. La vallée de l'Isère, au delà de Grenoble, se dirige du sud au nord entre deux parois de montagnes très élevées. Le 1^er^ juillet, à 8 heures du matin, le sol de la face tournée au levant et inclinée marquait, à un millimètre de profondeur, 36°; l'air atmosphérique était à 17°; sur la face tournée au couchant, le thermomètre en terre marquait 15° comme celui exposé à l'air. Le soir, à quatre heures, le thermomètre de la face regardant le levant marquait 30° dans la terre et 26° à l'air, celui de la face tournée au couchant 27°dans l'air et 46°dans la terre. La transition de la chaleur de la terre avait été, pour le premier, de 10°, et pour l'autre, de 31; aussi les habitants de la partie de la vallée

exposée au levant se portent-ils bien, tandis que les fièvres, les goîtres, les scrofules attaquent ceux de la face exposée au couchant.

Les effets d'une telle position ne peuvent pas s'apprécier sur les plantes de la même manière que sur les hommes; on sait qu'il y a peu d'analogie entre la santé des unes et des autres, et que les lieux où la végétation est la plus vigoureuse sont souvent ceux où l'espèce humaine éprouve les plus terribles infirmités. C'est que les plantes se trouvent bien d'un air humide et chargé de miasmes, mais chaud, tandis que la santé de l'homme exige un air pur et sec. Il suit de là que dans les pays de hautes montagnes, à pentes rapides, la face tournée vers le couchant, plus longtemps saturée de l'humidité nocturne et matinale, plongée ensuite dans la vapeur qui ne se dissipe que tard, porte de préférence les grands végétaux, les prairies, les récoltes vertes, tandis que les arbres à fruit, les vignes, les céréales même, réussissent mieux à l'exposition du levant.

Dans les climats méridionaux et quand les pentes ne s'élèvent pas à une grande hauteur, il en est autrement. La face regardant le couchant est plus chaude, comme le démontre le tableau ci-dessus; elle devient et reste brûlante pendant l'après-midi; à l'exposition du levant, les plantes jouissent d'un climat plus égal et plus favorable.

Dans les pays froids, dans les parties élevées de la Suisse et en Écosse, on a remarqué que les terrains inclinés vers le nord, quand la pente n'est pas trop abrupte, sont les plus productifs. On explique cette anomalie par la fréquence des dégels qui ont lieu sur les versants méridionaux. Dans ces pays, les plantes sont couvertes presque chaque matin de givre, et un brusque dégel à l'apparition du soleil est bien plus défavorable aux plantes que la prolongation de la gelée elle-même [1].

Mais, de toutes les expositions, la plus avantageuse est celle

(1) Boussingault, *Économie rurale*, t. I, p. 531.

du midi. En hiver, elle jouit toute la journée d'un soleil direct; en été, au lever du soleil, les rayons ne lui arrivent pas immédiatement; ils la frappent obliquement pendant longtemps et l'abandonnent de bonne heure le soir; la chaleur reçue s'accroît et diminue dans une progression régulière, au lieu de lui venir et de la quitter brusquement, comme cela arrive aux deux expositions du levant et du couchant.

SECTION II. — *Influence de l'inclinaison du sol sur la culture et la stabilité des terres cultivées.*

On se fait en général une fausse idée de l'inclinaison des pentes. Peu de personnes s'imaginent ne pouvoir monter une hauteur inclinée de 45 degrés. Bouguer et Saussure ont constaté qu'une pente de 31° est à peu près la plus rapide qu'un homme puisse monter sur un sol dur et uni; ce n'est qu'en formant des marches dans le talus que l'on parvient à en monter ou à en descendre de plus escarpées. M. de Humboldt a constaté que celles de 37° sont inaccessibles si le sol est un roc ou un gazon trop serré pour qu'on puisse y faire des gradins avec les pieds. Si les moutons pâturent ces pentes, c'est en les parcourant obliquement et en les entaillant peu à peu en escaliers.

M. Elie de Beaumont nous a rendu le service de réunir tous les détails sur les inclinaisons des pentes dans le quatrième volume de ses Mémoires de géologie. Le terrain cultivé le plus incliné qu'il ait vu était un champ de sarrasin, dans le Tyrol, qui faisait un angle de 33 degrés avec l'horizon; il a observé dans la Tarentaise une pente couverte de sapins qui avait 45 degrés d'inclinaison. Mais on jugera combien de telles pentes s'éloignent de celles qui peuvent être cultivées, quand on saura qu'une pente de 13 degrés est à peu près la limite de l'inclinaison que les voitures ne montent qu'avec la plus grande peine, et que le maximum de pentes toléré aujourd'hui en

France pour les grandes routes est de 2° 51′ ou 0^{m},05 de hauteur verticale pour 1 mètre de longueur.

Le travail à la charrue, en montant et en descendant, s'arrête sur une pente plus rapide que 5 à 6 degrés, 0^{m},10 à 0^{m},11 par mètre; au delà on ne laboure plus qu'en travers, à moins que l'on ne se résigne à ne cultiver qu'en descendant; on perd ainsi à peu près la moitié du temps destiné aux labours, ce qui oblige au reste à faire plus tard des transports de terre de bas en haut; au delà de 0^{m},11 à 0^{m},12 on ne laboure plus du tout, mais on cultive et on fait des terrasses horizontales partout où l'industrie est un peu développée.

Une pente modérée est une circonstance très heureuse pour un terrain; elle permet aux eaux pluviales de s'écouler facilement. Si la pente était trop forte, leur cours deviendrait trop rapide et ravinerait le terrain, surtout dans le cas où il recevrait les eaux supérieures. Nous pensons que l'inclinaison d'une terre ne peut passer 2° 55′ ou 0^{m},05 par mètre, pente maximum assignée aux routes nationales, sans perdre de sa valeur, soit par les efforts qu'exige le labourage, soit par les travaux qu'exige la direction des écoulements, soit enfin, quand la pente est plus forte, par la dépense de construction et d'entretien des terrasses.

CHAPITRE III.

Des abris.

Nous entendons par abri un obstacle qui s'élève au-dessus de l'horizon dans une certaine direction. L'abri placé au midi intercepte les rayons solaires qui parviendraient au terrain, en raison directe de son élévation et en raison inverse de son éloignement; l'abri placé dans la direction du vent régnant en détourne aussi le cours dans les mêmes proportions que son éléva-

tion et de son éloignement, et, de plus, en raison de l'angle sous lequel le vent arrive à la surface de la terre.

Il faut un obstacle bien élevé et bien rapproché au midi pour que la droite menée au sommet fasse avec le terrain un angle plus grand que la hauteur du soleil. Ordinairement ce sont des haies, des murs, des maisons, qui produisent cet effet sur une petite partie du champ. Les abris au levant et au couchant peuvent porter longtemps leur ombre sur le terrain, quoique moins élevés, parce que, dans ces régions du ciel, la hauteur du soleil est moindre.

Sous le rapport des vents, les abris ont une grande utilité, parce que les courants atmosphériques parallèles à l'horizon ne font un angle peu ouvert qu'au pied des montagnes, et qu'une élévation de quelques décimètres protége toujours un assez grand espace de terrain. L'abri est surtout important quand il est placé dans la direction du vent le plus froid, qui, en hiver, amène un courant glacial et accroît la rigueur de la saison. Le vent qui passe par-dessus la crête de l'abri ne se mêle pas immédiatement avec l'air échauffé par le soleil qui est à son pied; ce mélange ne se fait que lentement. Ainsi, dans les plaines d'Orange, le vent du nord, qui franchit les montagnes du Dauphiné, vient fouetter les terres sous un angle de 15° environ, d'où il suit qu'une hauteur de 200 mètres préserve un espace de 2,160 mètres, lisière toujours consacrée aux récoltes les plus précieuses et qui craignent le plus le froid. Sous l'influence d'un pareil abri, la température moyenne de l'année s'élève de plus de 1°. C'est ainsi que les orangers viennent en pleine terre à Ollioules et à Hyères, tandis qu'ils ne résistent pas aux hivers de Marseille; c'est ainsi que la température des bords des lacs de Côme et de Guarda permet de cultiver l'olivier, qui n'ose se montrer dans les plaines de la Lombardie.

Une simple haie de 2 mètres d'élévation protége, dans notre vallée du Rhône, une distance de 22 mètres. C'est à des abris

pareils que l'on cultive les pois, les melons, les artichauts, que la violence des vents ne permet pas de cultiver à découvert. Dans les plaines ouvertes de la Provence, on obtient des haies encore plus élevées en plantant des cyprès et des lauriers.

En Italie, les plantations au midi préservent aussi de l'influence du mauvais air les maisons qu'elles abritent.

Mais il ne faut pas se dissimuler qu'en maintenant à leur pied une humidité qui n'est pas enlevée par les vents, les abris deviennent la cause de rosées qui, au printemps, dégénèrent en gelées blanches.

CHAPITRE IV.

Observations générales sur les propriétés physiques des terres.

En terminant ce que nous avons à dire sur les propriétés physiques des terres et sur les modifications qu'elles subissent, nous devons résumer en peu de mots ce qu'elles présentent d'important pour l'agriculture. Parmi ces propriétés, il en est de premier ordre qui supposent les autres et dispensent de les rechercher, savoir : la fraîcheur du sol, sa tenacité, sa faculté de s'échauffer; au moyen de ces qualités, souvent réunies aux donnéeschimiques que nous avons indiquées comme essentielles. on approche autant qu'il est possible aujourd'hui de la solution du problème fondamental de l'agrologie. En effet, la fraîcheur moyenne de la terre nous indique si les plantes y trouvent l'humidité convenable nécessaire à leur consommation; par la faculté d'échauffement, nous jugeons si la végétation a un degré d'activité en rapport avec l'humidité; par la tenacité, nous connaissons enfin les difficultés de la culture. La recherche de ces propriétés n'a que le défaut de ne pouvoir être faite dans le laboratoire. La tenacité seule peut y être déterminée,

Quant à l'échauffement, il exige une observation assez longue et qui peut cependant être abrégée par des procédés que nous décrirons dans la météorologie ; la fraîcheur nécessite des expériences qui embrassent au moins le cours d'une année. C'est que ces deux propriétés sont de véritables synthèses qui embrassent un grand nombre de circonstances que l'on combinerait imparfaitement, en supposant qu'elles fussent toutes bien connues. Nous les avons étudiées en détail, et cela était nécessaire pour nous rendre bien compte des causes qui produisaient l'effet total ; mais dans la pratique leur combinaison deviendrait impuissante pour remonter à l'effet.

Ainsi, supposons que nous connaissions bien l'hygroscopicité d'un terrain : comment remonter à sa fraîcheur qui est la propriété qui importe surtout au cultivateur ? N'avons-nous pas vu qu'un terrain peu hygroscopique, dont le sol aura peu d'épaisseur, qui aura un sous-sol imperméable, une inclinaison nulle, et qui constituera le fond d'un bassin, sera humide quoiqu'il retienne peu d'eau ? Quant à la propriété de l'échauffement, le terrain aura beau être fortement coloré, s'il est incliné au nord, si un abri s'interpose entre lui et le soleil, s'il est habituellement humide, il sera froid nonobstant sa faculté énergique d'admettre la chaleur lumineuse. La connaissance de tous ces détails donnera bien des indices plus ou moins utiles, mais qui ne peuvent conduire à une certitude. Et voilà justement contre quels abus se sont élevés les agronomes distingués qui, jugeant de l'agrologie par l'imperfection des moyens de recherches qu'elle avait employés jusqu'ici, niaient le pouvoir de la science et lui préféraient la routine des paysans. Mais à l'avenir, cessant de s'isoler, les savants et les praticiens sentiront la nécessité de s'éclairer mutuellement. La longue querelle qui régnait entre eux est prête à s'éteindre, à l'aspect des services que tous les arts reçoivent de cette union que l'agriculture doit chercher à cimenter à son tour.

QUATRIÈME PARTIE

DE LA FORMATION DES TERRAINS AGRICOLES. GÉOLOGIE AGRICOLE.

INTRODUCTION.

Quand on considère l'étendue des matériaux terreux qui couvrent le squelette du globe, on se demande d'abord quelle est leur origine, et l'on cherche autour de soi s'ils ne sont pas seulement les débris des roches qu'ils recouvrent, usés par le frottement, ou décomposés par le temps et par les agents physiques et chimiques. Mais on ne tarde pas à reconnaître que ce cas, qui paraît le plus simple, est loin d'être général, et qu'il n'est même qu'une exception relativement à l'étendue des terrains qui n'ont aucun rapport avec les roches qui leur servent de base. On est donc conduit naturellement à rechercher la cause qui a amené ces vastes amas de débris, et qui les a pulvérisés de manière à rendre la végétation possible; car les roches nues, à leur état solide, n'auraient pu recevoir qu'une végétation chétive, et le globe, privé de grands végétaux, eût été privé aussi des animaux qui l'habitent et de l'homme qui marche à leur tête.

Il ne faut pas croire que l'étude que nous nous proposons de faire aujourd'hui soit purement curieuse et qu'elle n'ait pas aussi son degré d'utilité; nous verrons qu'elle se lie à un grand nombre de considérations de pratique, et que d'ailleurs, en nous donnant une idée générale de la disposition des terrains agricoles à la surface de la terre, elle nous apprend, jusqu'à un certain point, les analogies qui existent entre les différentes contrées, soit dans les produits, soit dans les méthodes de cul-

ture; elle vient au-devant de l'analyse et y supplée souvent; elle indique les amendements qui seraient utiles à ces pays, enfin elle lie l'agriculture à une des branches les plus brillantes de l'histoire naturelle.

Les derniers progrès de la géologie ont dirigé un grand nombre de bons esprits vers l'étude de la formation des couches terreuses. C'est un complément qui manque encore à cette science; jusqu'à présent, ceux qui s'en étaient occupés n'avaient vu dans ces détritus superficiels qu'un *magma* informe et indigne de les occuper. Dans leur belle description géologique de la France, MM. Élie de Beaumont et Dufrénoy ont senti cette lacune et ont souvent cherché à la combler; mais une recherche de cette nature s'éloignait du but qu'ils s'étaient proposé, celui de reconnaître les terrains solides qui forment l'écorce du globe, et ce n'est qu'accidentellement, comme pour témoigner de l'importance qu'ils attachaient à ce sujet, qui n'était pas le leur, qu'ils ont parlé des formations terreuses. Le succès de leur travail a inspiré le désir d'en faire un semblable et qui fût consacré uniquement à la couche superficielle et meuble de la terre. M. de Caumont en a fait la proposition formelle au conseil général d'agriculture; elle a été accueillie avec applaudissements, et il faut espérer qu'un jour elle portera ses fruits, et que le gouvernement provoquera et encouragera la reconnaissance de nos terres arables et fera exécuter une carte agricole de la France, complément indispensable de la carte géologique, et qui assurera à notre agriculture les mêmes avantages que la carte géologique présente à la métallurgie et à plusieurs autres arts.

Mais déjà cette reconnaissance a été poussée, sur une grande partie de la France, par un homme qui a rendu de nombreux services à l'agriculture, par M. Puvis, correspondant de l'Institut. Dès 1813, dans un Mémoire sur les sols calcaires et les sols siliceux, il se préoccupait non-seulement de leurs qualités,

mais de leur position relative dans les bassins de la Saône et de l'Ain. Cette idée ne l'abandonna pas quand il fit son *Essai sur la marne,* et alors, cherchant les terrains où l'usage de la marne était répandu, il décrivit les terrains siliceux de la Bourgogne et de la vallée du Rhône; enfin il parcourut le Gâtinais, la Sologne et le Berry, et y revit les mêmes variétés de terrains et les mêmes formations; il publia alors son intéressant travail sur l'agriculture de ces pays. Les ouvrages de cet auteur sont en général remarquables par leur direction géologique, et si nous possédions sur le reste de la France et de l'Europe des travaux semblables aux siens, les grands linéaments, la grande triangulation de la carte que nous désirons seraient tout tracés. C'est un sujet d'étude proposé à l'émulation de la jeunesse studieuse qui cherche un but utile et sérieux pour ses travaux, et nous avons la ferme espérance qu'il ne sera pas longtemps dédaigné.

Si nous jetons un coup d'œil général sur la distribution des terrains agricoles dans notre Europe occidentale, nous reconnaîtrons un fait important : au sud de la barrière que le plateau central de la France élève entre le nord et le midi, les terres sont généralement calcaires et contiennent presque toujours de la chaux; elles ne deviennent purement siliceuses que par l'évidente superposition de couches transportées, montrant encore par leurs cailloux roulés la preuve de l'événement qui les a entraînés plus récemment que le fond du terrain. Au nord et à l'ouest de cette barrière, les terres sont siliceuses ou glaiseuses; cette disposition n'a d'exception que dans des bassins fermés qui ont été mis à l'abri de la débâcle ou dans les terres d'alluvion provenant de dépôts de montagnes voisines et d'une nature différente, dépôts dont il est toujours facile alors d'indiquer l'origine.

Ce plateau a donc bien réellement servi de barrière aux matières siliceuses qui venaient du nord et qui ont pu pénétrer

plus loin vers le midi, jusqu'aux Pyrénées, par l'absence de cette barrière vers cette partie de la France. Au nord, tous les terrains participent plus ou moins de cette nature, et si la glaise ne se présente pas à la surface, c'est qu'elle a été recouverte ou enlevée par des courants partis de montagnes calcaires plus rapprochées. Une immense nappe de débris glaiseux (argilo-siliceux) a été étendue sur l'Allemagne, la Flandre, nos provinces septentrionales et occidentales. Au midi, au contraire, les dépôts siliceux n'ont pénétré que par certaines ouvertures (la vallée du Rhône, par exemple), et tout le reste de la surface du pays doit sa formation aux matières calcaires transportées des chaînes des Alpes.

Mais dans cette même partie méridionale, et à d'assez grandes hauteurs, on retrouve cette même couche siliceuse qui semble avoir été soulevée avec la montagne elle-même, soulèvement qui aurait précédé la formation des vallées, comblées ensuite par les détritus des chaînes calcaires qui forment un massif si étendu au pied des Alpes, du côté de la France.

Quoi qu'il en soit de ces hypothèses, et en désirant vivement que de nouvelles recherches viennent confirmer ou modifier ces vues, nous devons reporter aujourd'hui nos regards de cet ensemble aux détails dont il se compose; nous devons étudier séparément les diverses formations de nos terres arables et chercher leur construction géologique et agricole.

CHAPITRE I^er^.

Des différentes formations des terres arables.

SECTION I. — *Terrains formés en place.*

Les terrains formés en place par la décomposition des roches sur lesquelles ils sont placés n'ont jamais une grande profon-

deur, si la surface des roches est horizontale et s'ils n'ont pas reçu des dépôts entraînés par les eaux supérieures. On reconnaît dans ces terrains tous les éléments de la roche fondamentale qui, le plus souvent, a conservé ses formes cristallines; souvent même la texture de la roche n'a pas complétement disparu, et l'on en trouve des fragments entiers. En regardant ces terrains au microscope, il semble que l'on soit au milieu d'un amas de roches fracassées dont on distingue l'espèce et l'origine. Mais on se tromperait beaucoup si on voulait déduire de l'analyse des roches celle des terrains eux-mêmes. L'acte de la décomposition, quand il n'a pas eu lieu par une force purement mécanique, s'exécute au moyen de réactions chimiques qui, mettant à nu les alcalis et les rendant solubles, facilite leur enlèvement par les eaux pluviales. Les terrains décomposés sont donc bien moins riches en alcalis que les roches elles-mêmes, surtout quand il s'est écoulé un long temps depuis la décomposition.

Les roches sont attaquées mécaniquement : 1° par la gravité qui fait tomber les parties séparées et peu adhérentes, ou par le frottement qu'exercent sur elles d'autres matières dures entraînées par les eaux ; 2° par l'imbibition de leurs molécules qui, ayant des facultés hygroscopiques différentes, prennent des volumes différents, d'ou il résulte des déchirements qui du dedans se manifestent au dehors ; 3° par l'effet des gelées sur les roches poreuses ou fendillées, l'eau qui passe à l'état de glace occupant plus d'espace et faisant l'effet d'un coin placé dans les interstices de la roche pour en séparer les parties ; 4° par l'effet des racines qui pénètrent dans les fentes et les vides des roches.

Les roches sont décomposées chimiquement : 1° par l'oxygène qui agit sur les parties oxydables qu'elles contiennent ; 2° par l'acide carbonique mêlé à l'eau, qui dissout les carbonates terreux et attaque aussi, selon toutes les apparences, les silicates alcalins ; 3° par l'eau elle-même qui entraîne en dis-

solution les sels alcalins, le gypse et la silice à certain état. Elles sont décomposées physiquement par la réaction électrique des différents corps rapprochés et ayant des tensions électriques contraires. Mais ces causes n'agissent pas avec une égale activité sur tous les genres de roches.

1° Le quartz pur, le pétrosilex, le porphyre quartzifère ne se décomposent que mécaniquement. Ces roches fournissent peu de terre et une terre siliceuse peu fertile; ce n'est que par des chocs violents et des frottements répétés qu'elles sont devenues pulvérulentes. Après la lévigation qui en sépare la poussière apportée par les vents, l'inspection microscopique ne fait reconnaître dans les terres qui en proviennent que des fragments anguleux et assez peu volumineux, et ne pouvant constituer qu'un sol agraire peu consistant et peu hygroscopique. Il arrive cependant qu'une certaine quantité d'argile s'y trouve mêlée, et elle peut être due aux eaux qui l'y ont déposée.

2° Les gneiss se décomposent peu et donnent presque toujours un sol complétement stérile [1].

3° Les granites sont sujets à se décomposer quand ils sont exposés à l'action de l'atmosphère, surtout dans certaines circonstances et dans le voisinage des lieux qui ont été le siége d'une action volcanique; car on a remarqué que les granites de l'Auvergne se décomposent facilement, tandis que ceux des Alpes sont à peine altérés. C'est par la décomposition du feldspath qu'a lieu la désagrégation de la roche; le feldspath perd à la fois de la potasse et de la silice; enfin le fer du mica passe à son maximum d'oxydation; le granite alors devient friable à sa surface, tandis qu'il reste entier et solide dans les parties qui sont les plus profondes.

M. Fournet [2] se rend compte de ces effets par un dimorphisme qui a changé la texture cristalline; les eaux, chargées

(1) Dufrénoy, *Carte de France*, p. 111.
(2) *Annales de chimie*, mars 1834, p. 225.

d'acide carbonique (ce qui, au reste, se présente plus fréquemment dans les terrains volcaniques), mettent en liberté la potasse des silicates et entraînent aussi la silice qui se trouve alors dans un état gélatineux. M. Becquerel a observé que les granites extérieurs de la cathédrale de Limoges étaient altérés jusqu'à la profondeur de huit millimètres, tandis qu'ils étaient intacts à l'intérieur de l'édifice et que la surface extérieure des masses de granites était friable jusqu'à $1^{m},60$ de profondeur [1].

« Le feldspath du granite, dit M. Dufrénoy [2], produit, en se décomposant, une terre argileuse, et suivant la proportion de cette terre et des graviers quartzeux, le sol, presque toujours de qualité inférieure, est cependant susceptible de quelque produit.

« Dans la Corrèze et dans les Cévennes, l'abondance du quartz communique une grande stérilité au pays. Le roc dur ne fournit point de terre argileuse ; il ressort presque partout, à travers une mince couche de sable impropre à la végétation. Là, tout est solitude ; on fait souvent plusieurs kilomètres sans trouver une habitation, et l'on ne rencontre que de loin en loin des châtaigniers improductifs.

« Dans quelques cantons privilégiés, comme au nord de Pompadour, le granite presque entièrement feldspathique donne une couche de terre végétale de plus de $0^{m},33$ d'épaisseur, d'une admirable fertilité ; aussi la végétation y déploie toute sa splendeur ; les châtaigniers et les chênes y acquièrent des dimensions généralement inconnues à ce pays, et les magnifiques prairies de Pompadour nourrissent les plus beaux bœufs du Limousin.

« La terre formée par la destruction du granite, en général très légère, est connue sous le nom de terre de bruyère. On ne peut la fertiliser qu'en lui donnant beaucoup d'engrais ; il faut même le renouveler toutes les fois qu'on la destine à produire

(1) *Traité d'électricité*, t. V, p. 207.
(2) *Description de la carte de France*, t. I, p. 111.

des récoltes. On ne cultive les mêmes terres que tous les dix ans, après avoir essayé de les féconder en faisant brûler les fougères, les ajoncs épineux et les genêts qui y croissent rapidement. Légère et friable, le froid soulève cette terre et déracine les plantes que l'on y sème; la fertilité des terres feldspathiques est en rapport avec la ténuité de leurs éléments, pourvu toutefois qu'elles renferment assez de gros gravier pour peser sur les racines des plantes et les retenir dans la terre quand le vent les agite et que la gelée les soulève. Si tous les éléments sont trop divisés, ils ne fournissent que des terres presque stériles.

« Le seigle, le blé sarrasin, les pois, les pommes de terre, sont les seules plantes utiles à l'homme qui puissent y réussir dans l'état actuel de la culture. On y voit cependant, çà et là, quelques champs de blé et d'avoine; mais la paille est grêle et les épis clair-semés ne portent que des graines rares et fort petites.

« Les chênes et les hêtres y deviennent vigoureux ; le châtaignier y prospère presque partout, mais principalement sur les pentes des coteaux, car les sommets sont en général nus et stériles. Le châtaignier, véritable arbre à pain de cette partie de la France, fournit la principale nourriture du pauvre, sert en partie à celle des bestiaux et donne le revenu le plus solide, parce que, même sans culture, les produits en sont quelquefois très abondants.

« Le sol granitique présente fréquemment des marécages ordinairement improductifs et qu'il serait presque toujours facile de rendre à la culture ; mais l'art des desséchements comme celui des irrigations est peu connu dans ces contrées. Souvent même on ne sait pas donner aux terres labourables la pente nécessaire pour l'écoulement des eaux. Quelques-uns de ces marécages pourraient donner lieu à des exploitations intéressantes de tourbes; mais l'abondance des châtaigneraies vient encore fournir à un des plus pressants besoins de l'homme dans ces contrées souvent froides et humides.

« Les vallons de ces contrées, recouverts des parties les plus ténues des terres formées sur les montagnes environnantes et des matières végétales et animales qui s'y trouvent décomposées, sont généralement fertiles. Le chanvre y réussit, le seigle y produit d'abondantes récoltes lorsqu'il n'est pas atteint par le brouillard.

« Les prairies y donnent un foin abondant et de qualité supérieure.

« Dans quelques points privilégiés, il existe des dépôts modernes qui modifient le sol et lui donnent souvent une grande fertilité : telles sont les vallées de la Loire, de la Dordogne et de l'Allier. Cette dernière surtout, dont le sol est formé de calcaires d'eau douce mélangés de débris de roches volcaniques, est d'une richesse extraordinaire dans la partie de son cours comprise entre Brossac et Moulins, et qu'on désigne sous le nom de Limagne. Elle produit les plus beaux blés de France ; les arbres fruitiers y déploient une fertilité vraiment prodigieuse, et la vigne elle-même, presque inconnue dans le centre de la France, y donne d'abondantes récoltes. »

Nous n'avons pas voulu retrancher un mot de cette intéressante monographie des terrains granitiques. Si les autres terrains avaient été décrits avec le même talent et le même détail, nous n'aurions eu qu'à copier, pour compléter la description géologique agraire. Nous devons cependant faire observer que l'on se tromperait si l'on attachait à l'expression de *terre de bruyères* l'idée d'un terrain formé exclusivement de débris granitiques ; elle a une valeur plus générale et plus spéciale à la fois ; tout terrain siliceux sur lequel croît la bruyère en abondance et qui a été mélangé au terreau formé par les débris de cette plante est pour nous, comme nous l'avons dit, la *terre de bruyère*.

Nous ne pensons pas non plus que la stérilité des terrains granitiques dont les éléments sont trop ténus tienne à ce que ces terrains ne pèsent pas assez sur les racines des plantes, mais

bien à leur grande hygroscopicité et à leur tendance à se soulever par les gelées quand ils sont imbibés d'eau.

4° Les schistes argileux se décomposent par l'effet de leur hygroscopicité; la qualité de la terre qu'ils forment dépend de la composition plus ou moins quartzeuse ou plus ou moins argileuse de la roche. Tantôt ils se résolvent en terres argileuses, tantôt en terres sablonneuses; quand on les soumet à la lévigation, le premier lot présente des graviers de quartz; dans le troisième, il n'y a que de l'argile fine; quelquefois les couches de ce terrain sont assez profondes, leur décomposition pénétrant facilement au-dessous de la surface.

5° Les ardoises, rangées aussi parmi les schistes argileux, présentent des caractères particuliers qui annoncent qu'elles ont été formées dans des circonstances différentes, ou qu'elles ont éprouvé des modifications depuis leur formation; probablement par l'action du feu, car on sait que leur argile a perdu la faculté de se délayer dans l'eau et de former une pâte liante. M. d'Omalius d'Halloy fait observer[1] qu'à la surface des plateaux l'ardoise devient blanchâtre, tendre, friable, douce au toucher, d'un aspect stéatiteux, et que la terre qui s'en forme est légère, onctueuse et ne fait pas pâte avec l'eau. Quant aux ardoises qui se décomposent sans avoir éprouvé longtemps les impressions atmosphériques, elles produisent une terre bleuâtre, poreuse, légère, où l'on distingue encore les feuillets de schiste, et le premier lot fournit de nombreux débris de ces feuillets.

6° Les schistes micacés se détruisent aussi facilement à leur surface, soit par la suroxydation du fer, soit par l'hygroscopicité du silicate d'alumine, soit par l'eau qui parvient à s'interposer entre les feuillets et qui les sépare lorsqu'elle se gèle. Les débris de mica sont doux au toucher et constituent un excellent sol, d'une fraîcheur convenable; mais quand le quartz est abondant, le terrain peut aisément devenir trop sec et trop poreux.

(1) *Journal des mines*, 1808, t. XXIV, p. 254.

Le fond des vallons bordés par des montagnes de schiste micacé possède ordinairement d'excellentes terres composées des débris onctueux du mica qui ont été séparés du quartz par les eaux ; sur les parties supérieures des pentes, au contraire, le quartz est souvent resté à nu et forme un terrain siliceux. On trouve aussi des alluvions de schiste micacé faites par des courants rapides et où il ne reste presque que du quartz. Après la lévigation, le premier lot présente du quartz et des fragments de mica, le troisième de l'argile fine.

7° Les trachytes, les basaltes, sont d'une dureté qui les rend difficiles à altérer par une action mécanique ; mais il suffit d'avoir parcouru les pays à volcans anciens pour avoir vu des basaltes profondément altérés et quelques-uns entièrement changés en une masse argileuse, et d'autres où cette modification est commencée à la surface. Faujas en cite de nombreux exemples que nous avons pu vérifier [2]. Ce genre de décomposition a lieu sans qu'on puisse indiquer l'agent qui l'a produit. On trouve aussi, dans les volcans modernes, des trachytes qui ont été attaqués par les émanations acides qui en sortent. Quoi qu'il en soit, les rivières qui coulent des pays volcaniques entraînent un sédiment noirâtre et rougeâtre qui appartient évidemment à ce genre de roches.

8° Les roches calcaires pures, primitives, jurassiennes ou néocomiennes, résistent aux agents mécaniques en raison de leur plus ou moins de dureté ; mais elles sont attaquées par les eaux pluviales et terrestres plus ou moins chargées d'acide carbonique et nitrique. On trouve à leur surface une couche terreuse peu épaisse, qui contient toujours des bicarbonates et souvent des nitrates, et qui nourrit quelques plantes labiées, le thym, le serpolet, la lavande. Si la roche présente des fissures qui se sont remplies de matières terreuses, on y trouve des romarins, des genevriers et même de grands arbres, comme des

(1) *Minéralogie des volcans*, p. 582 et suiv.

pins, des micocouliers. Vue au microscope, cette terre formée en place offre dans tous ses lots la même composition ; dans le 1^er^ lot, des grains de sable calcaire ; dans le 2^e^ et le 3^e^, une poussière fine qui tend à se réunir, à se pelotonner, et dont on a beaucoup de peine à distinguer de fines particules.

9° Les calcaires plus ou moins sablonneux et argileux sont plus facilement attaqués par les agents extérieurs. On trouve alors des graviers de quartz dans le 1^er^ lot, et le 3^e^ se présente après la dessiccation sous forme d'une plaque consistante, composée en grande partie d'argile. Les couches terreuses provenant de ces roches sont plus profondes, mais dépassent rarement 0^m^,06 à 0^m^,08 dans les lieux plats; les moindres dépressions de terrain offrent déjà des couches cultivables. C'est ainsi que se sont formés quelques-uns des *causses* des Cévennes et de l'Aveyron, qui sont de très bonnes terres à froment.

10° Les grès purement siliceux sont durs et ne se désagrégent pas plus facilement que le quartz ; mais les grès verts qui contiennent de la chlorite, de l'argile et du fer oxydé tombent facilement en poussière et forment des couches assez fertiles pour les cultures printanières ou arbustives, et pour toutes les cultures dans les lieux où l'on peut arroser. Sur les plateaux, cependant, la terre manque de profondeur.

11° Le gypse se décompose facilement par l'action de l'eau et par les agents mécaniques ; il forme des terres froides et humides en hiver, pulvérulentes et sèches en été.

12° Il en est de même de la craie, dont la surface se détrempe et se pulvérise en formant un sol sec et chaud, ressemblant à de la bouillie après les pluies, mais très facile à travailler, ce qui compense, jusqu'à un certain point, ses défauts.

Section II. — *Terrains diluviens.*

On n'a pu jusqu'ici faire que des conjectures sur l'érup-

tion qui a recouvert l'écorce solide de la terre de cette masse de débris pulvérulents qui composent la plus grande partie de nos terres arables, et que l'on trouve à la fois dans les plaines et sur de hautes montagnes. C'est une cause finale admirable que celle qui a préparé le siége d'une opulente végétation et a devancé le cours des siècles qui auraient été nécessaires pour que l'efflorescence et la décomposition mécanique des roches solides fût devenue capable de produire nos grands végétaux. Une violente action a dû avoir lieu pour pulvériser ainsi et répartir ensuite sur le squelette du globe cette chair, ainsi que l'appelle Prony [1], qui devait le revêtir.

Dans son ouvrage remarquable sur le Gâtinais [2], M. Puvis a décrit une partie de ce grand dépôt argilo-siliceux qui constitue le diluvium. Il l'a observé en France ; il aurait pu le faire aussi bien dans toute l'Europe, dont il forme pour ainsi dire le sol. Cet auteur lui donne pour caractères l'absence ou une très petite proportion de calcaire, un sous-sol entièrement dépourvu de terreau, une couche de marne à une plus grande profondeur, circonstance d'autant plus heureuse que la marne est l'amendement le plus puissant pour ces terres.

Il semblerait ainsi qu'une première éruption aurait balayé les terrains calcaires et marneux supérieurs, et qu'ensuite une nouvelle débâcle aurait recouvert ces débris par ceux de terrains plus anciens et où manquent les principes calcaires.

Nous avons indiqué, dans l'introduction de cette partie de notre ouvrage, la distribution du diluvium sur la surface d'une portion de l'Europe et de la France; nous n'y reviendrons pas, mais nous ferons observer que sa composition n'est pas partout identique. La proportion d'argile et de silice varie beaucoup et fait varier aussi les propriétés des terrains. Il paraît que, suivant que le courant était rapide ou lent, il laissait déposer en

(1) Marais pontins.
(2) *De l'agriculture du Gâtinais*. Paris, 1833.

plus ou moins grande quantité l'un ou l'autre de ces éléments.

On trouve souvent, à d'assez grandes hauteurs, un diluvium qui paraît d'une autre nature que celui-ci, et qui est composé d'une marne ocreuse ; ce terrain est souvent très fertile. Seraient-ce les couches marneuses du diluvium qui, à cause de la hauteur des pentes, n'auraient pu être recouvertes par les couches argilo-siliceuses transportées par un courant moins élevé?

Dans l'axe et à l'embouchure de la vallée du Rhône, qui va du nord au midi, le diluvium est caractérisé par une énorme quantité de cailloux roulés que l'on trouve parfois dans des localités assez élevées (160 mètres au-dessus du Rhône, sur le plateau de Villeneuve-d'Avignon). Il repose aussi sur un poudingue et sur un lit de marne. C'est ce diluvium qui constitue en partie les terrains appelés *craux* et dont celui d'Arles est le plus célèbre[1]. Dans le midi, là où la couche de terre est peu épaisse, ce terrain ne sert qu'au pâturage ; mais là où elle est profonde, il y a d'excellents vignobles (Saint-Gilles) et des plantations de mûriers ; enfin, quand les cailloux sont peu nombreux, on trouve de beaux terrains à sainfoin.

L'examen de ce dépôt méridional semble prouver qu'il a eu lieu sous les eaux de la mer, qui en a lissé et poli les galets, et que le grand courant avait lieu dans la direction du nord au sud, entraînant les gros débris dans l'axe de sa direction et déposant les sables et les argiles dans les anses qui se trouvaient dans la partie latérale de son cours et où se formaient des remous.

Aussi les particules qui le composent varient beaucoup de forme et de grosseur, selon les lieux où on les observe. Tantôt l'argile y domine avec un sable d'une extrême ténuité (ce sont des bolbènes, terres blanches) ; d'autres fois, c'est le sable gris ou ocreux, à particules plus grossières, qui l'emporte.

(1) Selon Cambden (*Britannia*, cap. *de primis incolis*), *crau* vient de *craig*, *crug* ou *carreg*, qui signifie en celte une pierre ou un rocher. Le mot grès viendrait-il de la même racine?

En général, le gypse y manque encore plus que le carbonate de chaux; et, en effet, le gypse en solution ne pouvait se déposer par le repos et ne s'est manifesté que par l'évaporation; aussi toutes ces terres sont-elles très sensibles à l'action du plâtre. Ce caractère géologique des terres se lie ainsi à un fait agricole important.

Il ne faut pas confondre ce diluvium avec d'autres diluviums partiels et tout à fait locaux, provenant des vallées qui s'ouvrent sur les plaines et qui, probablement, par la rupture des digues de leurs lacs, sont venus les recouvrir de couches reconnaissables aux minéraux qui les forment et se placer aussi quelquefois sur les anciens diluviums. C'est ainsi que la Durance a fait une irruption sur le diluvium de la Crau, et que l'Ouvèze et l'Eygues ont fait auprès d'Orange le grand dépôt qui porte le nom de Plan-de-Dieu, qui s'arrête à sa rencontre avec l'ancien diluvium, près le bois de Pécoulette.

Section III. — *Terrains d'alluvion.*

Les terrains déposés par les cours d'eau actuels, formés d'éléments divers, suivent les vallées parcourues par les rivières qui les ont transportés, sont composés de matières plus ou moins volumineuses, depuis le caillou jusqu'à la plus fine argile, en proportion avec la pente plus ou moins torrentueuse, plus ou moins tranquille que la rivière conserve dans cette partie de son cours. Là où la rivière court avec rapidité et où, par conséquent, elle a beaucoup de force d'impulsion, elle ne dépose que des pierres et des sables. Mais quand elle a perdu de sa pente et de sa force, elle laisse déposer d'abord des sables et ensuite un mélange de sable fin, d'argile et de carbonate de chaux; enfin il ne reste presque plus que ces deux dernières matières pour ses dépôts tranquilles et qui sont aussi les plus compactes. Ainsi, par une loi remarquable, les sols hygrosco-

piques sont accordés de préférence aux pays qui ont le climat le plus chaud.

Les alluvions n'ayant lieu qu'à l'époque des crues, chaque crue n'apporte qu'une faible couche de dépôt qui diffère du dépôt précédent selon que tel ou tel affluent de la rivière, apportant de préférence telle ou telle nature de terre, a dominé dans la crue. Il en résulte que le terrain d'alluvion est formé de couches minces successives et différant les unes des autres, soit par leur épaisseur, soit par leur nature; de plus, comme les ruisseaux en coulant sur les gazons, les terres cultivées et dans les bois, entraînent toujours du terreau, chacune de ces couches est pourvue de cette substance. Ainsi, ce qui caractérise les alluvions, outre leur position qui manifeste clairement leur origine, c'est leur séparation en couches d'épaisseur inégale, de composition différente et toutes pourvues de terreau, et leur tenacité d'autant plus grande qu'elles sont plus éloignées du lieu de départ de l'alluvion ou de l'axe de son courant.

Cette répartition des particules selon la force du courant résulte, comme nous l'avons dit, de la vitesse nécessaire pour les entraîner et les tenir en suspension. Nous avons vu dans la lévigation qu'avec le mouvement que nous pouvons apprécier à $0^m,773$ par seconde [1] (vitesse de la Seine entre Surène et Neuilly, la rivière étant à $1^m,26$ au-dessus de l'étiage [2]), l'eau laisse déposer le gravier et le gros sable, mais tient encore en suspension l'argile et les matières fixes. Dubuat prétend qu'à cette vitesse un courant peut entraîner des galets de $0^m,027$ de diamètre et des pierres grosses comme des œufs de poule; mais il suffit de voir l'effet produit sur le cours de la Seine pour juger de l'exagération de cette donnée. L'eau ne soutient plus alors même le gros sable; ce n'est donc que quand les

(1) Dans la lévigation, l'eau fait, en 26 secondes, cent fois le tour d'un verre de 201 millimètres de circonférence.

(2) Gauthey, *Construction des ports*, p. 177 et 178.

rivières débordent sur la surface du sol avec une vitesse de $1^{m},50$ à 7 mètres (le Rhône dans ses crues) qu'elles peuvent le couvrir de cailloux et de gros sable. Mais comme dans leurs débordements les courants perdent de leur vitesse en s'étendant sur les plaines, les rivières déposent d'abord à leur bord immédiat des graviers et des sables; lorsqu'elles deviennent moins rapides, du sable fin; et enfin, là où le courant s'arrête, de l'argile. C'est par le même mécanisme que le long de leur cours elles ont déposé les graviers à la partie supérieure et l'argile à leur embouchure.

M. Gorsse, ingénieur des ponts et chaussées, estime qu'à l'étiage le Rhône charrie 1 mètre de limon sur 7,000 mètres cubes de fluide, 1 mètre sur 230 pendant les grandes crues, et 1 mètre sur 2,000 en moyenne[1]. M. Plagniol, professeur de physique et de chimie à Nîmes, ayant analysé ce limon, a trouvé que, dans les basses eaux, il était composé de 0,25 carbonate de chaux et 0,75 argile avec sable très fin; dans les eaux moyennes, 0,3516 carbonate de chaux, 0,10 sable micacé, 0,5484 argile; et, dans la crue extraordinaire de novembre 1825, de 0,3974 carbonate de chaux, 0,2426 sable micacé, 0,36 argile[2]. Mais les observations suivies de la commission hydrométrique de Lyon, dirigées par M. Lortet, faites jour par jour, nous montrent pour le Rhône, en 1844, un maximum de 493 grammes de dépôt par mètre cube d'eau, un minimum de 7 grammes, une moyenne de $138^{g},8$; et pour la Saône un maximum de $100^{g},2$, un minimum de $8^{g},4$, et une moyenne de 40 grammes par mètre cube; ou, pour le Rhône, 1 mètre cube de limon pour 1,000 mètres d'eau en moyenne; et, pour la Saône, de 1 mètre pour 4,000 mètres cubes d'eau

(1) Mémoire de M. Poulle, sur *la Camargue*. Les expériences avaient été faites à Arles.

(2) Mémoire de M. de Rivière sur *la Camargue; Nouvelles annales d'agriculture*, t. XXXIV, p. 78.

environ. D'après M. Fonvielle, les eaux de la Seine, à Paris, contiennent 20g,0042 de limon desséché par mètre cube d'eau. Ce sont ces matériaux qui sont apportés par les alluvions et qui constituent les terrains de ce genre, abondants en sable là où les courants sont très forts, et ayant une forte proportion d'argile là où les courants sont modérés.

Il résulterait d'expériences faites à Bonn, par M. Hevaz, que le Rhin étant très bas au mois d'avril, l'eau ayant une couleur jaunâtre, la proportion de la matière solide sèche à l'eau serait seulement de $\frac{1}{20734}$, et qu'en novembre, après plusieurs jours de grandes pluies, les eaux étant jaune foncé, cette proportion serait de $\frac{1}{12500}$ en poids. Cette énorme différence des matières transportées par le Rhin et le Rhône provient-elle de ce qu'après avoir déposé les parties terreuses dans le lac de Constance, le premier fleuve ne reçoit plus de courant venant de hautes montagnes déboisées?

De semblables recherches, faites sur les différentes rivières, auraient un grand degré d'utilité en montrant ce que l'on peut espérer des retenues de leurs eaux pour combler les terrains bas et les améliorer.

Il y a aussi des alluvions formées par des rivières au cours tranquille, et qui, à l'œil, paraissent claires. Elles déposent à la longue une argile d'une tenacité extrême qui forme des terres très difficiles à cultiver.

Les terres les plus fertiles que l'on connaisse sont des terres d'alluvion. La basse vallée du Nil en est toute formée ; celle du Gange, celle du Pô, celles du Rhône, du Rhin, de la Garonne, offrent des exemples remarquables des sols les plus riches du monde qui appartiennent à cette formation.

Comment se fait-il que, par une erreur que l'on ne peut trop déplorer, les efforts des riverains aient souvent tendu à diguer ces rivières bienfaisantes, de manière à prévenir tout débordement de leurs eaux sur les terres? Ne devait-on pas se

borner à prévenir leur abord direct qui, par la vitesse du courant, leur amène des sables et des graviers, et ne devait-on pas continuer à les recevoir à reculons, en laissant leurs digues ouvertes à la partie la plus basse? C'est ainsi que l'on a agi dans la plaine qui borde le Rhône d'Orange à Donzère, et cette plaine est restée fertile. Partout où l'on a fermé tout accès à l'eau, l'appauvrissement n'a pas tardé à se faire sentir. En effet, plus de nouveau principe fertilisant, plus de nouveau terreau amené par les crues annuelles, et dès lors nécessité de consacrer à la culture des quantités toujours croissantes d'engrais, qui remplacent l'engrais déposé autrefois par les eaux.

Le véritable motif d'une conduite si imprudente n'est pas difficile à trouver; il y a quelquefois des crues à la fin du printemps et en été qui enlèvent une récolte au moment de la moisson. La perte est patente, facile à calculer, et on ne la met pas en balance avec un avenir obscur, incertain. On veut s'y dérober sans calculer les pertes annuelles que l'on se prépare, soit par la diminution de fertilité, soit par l'entretien toujours plus coûteux des digues qui doivent être d'autant plus fortes et plus élevées que l'on resserre les eaux dans un canal plus étroit, soit par les ruptures de digues alors beaucoup plus fréquentes, et qui dans les années extraordinaires, comme celles de 1841 à 1843, ravagent tout le pays; soit enfin par l'exhaussement progressif du lit du fleuve qui passe au-dessus des campagnes à un niveau élevé, entretenant les terres au-dessous de lui dans un état humide et marécageux, et menaçant toujours de se frayer un nouveau lit, à moins d'un entretien coûteux et incessant, comme on le voit dans la partie inférieure du cours du Pô et de l'Adige.

Section IV. — *Terrains d'atterrissement.*

C'est sous le nom de terrains d'atterrissement que l'on dési-

gne les terrains formés sur la côte de la mer par les courants marins et par les flots. Sur les côtes, la mer ne cesse d'attaquer et de battre en brèche certaines parties saillantes, dont elle transporte les débris dans les anses enfoncées où son mouvement s'est ralenti; les courants littoraux s'emparent aussi des matières transportées par les fleuves à leur embouchure; il se forme ainsi graduellement des plages que le flot finit par ne plus pouvoir recouvrir si ce n'est dans les plus hautes marées ou dans les tempêtes, et qu'alors on ne peut soustraire à l'inondation que par le moyen de travaux d'art. C'est ainsi que les Belges et les Hollandais ont conquis sur la mer de vastes étendues de terrain.

Sur les côtes de la Méditerranée, où les marées sont peu sensibles, les atterrissements sont nécessairement plus mêlés de sable, parce que n'ayant lieu que par l'effet des vents et des courants, et non par l'apport journalier des marées, les flots qui les apportent soulèvent toujours par leur violence une plus grande quantité de particules pesantes. Voici de quelle manière se forment les atterrissements dans cette mer. Dans les golfes et les lieux où le courant littoral diminue l'action directe des flots venant du large, il se forme peu à peu des bancs qui finissent par enfermer dans leur digue et séparer de la haute mer une certaine étendue d'eau qui devient un étang. Si celui-ci reçoit les affluents ou les alluvions de l'intérieur des terres, il se comble peu à peu, passe à l'état de marais, et finalement à celui de *maremme*. C'est purement une alluvion favorisée par l'atterrissement. Mais longtemps abreuvées par les eaux de la mer qui franchissent souvent la digue, les terres se pénètrent de sel. Si les eaux de l'intérieur n'arrivent pas dans l'étang ou n'y apportent pas de dépôts suffisants, il reste alors dans l'état où il se trouvait quand le dépouillement complet des montagnes a fait cesser le travail de l'alluvion des rivières. C'est ainsi que les marais Pontins sont restés dans cet état de demi-comblement; c'est ainsi que dans l'île de Camargue, à

l'embouchure du Rhône, une première partie qui borde le fleuve est comblée, une partie intermédiaire reste à l'état de marais depuis que l'île, entourée de digues, ne permet plus aux eaux du Rhône de l'atterrir, et enfin, une troisième partie, la plus voisine de la mer, le Valcarès, est restée un étang. On dit qu'il se forme actuellement au large une nouvelle barre qui deviendra bientôt une digue et formera un étang au sud du Valcarès.

Quant aux maremmes ou parties comblées des anciens étangs, ce sont des terrains malsains à cause du voisinage de ces flaques d'eau isolées qui se remplissent et se dessèchent alternativement; mais il n'est pas sûr qu'après leur desséchement ils cessent tout à fait d'être malsains. Il se fait dans ces terrains de lentes décompositions de matières organiques que retient le sol et qui s'en exhalent quand la sécheresse succède à la saison des pluies. Il faut probablement longtemps pour que la surface de ces émanations soit complétement tarie. La culture de la surface et peut-être son écobuage, souvent renouvelé, sont les meilleurs moyens pour accélérer le moment où elles cessent de nuire.

La fertilité des polders, des lais et relais de la mer et de toutes ces terres nouvellement apportées par les eaux, prouve combien ce remaniement est favorable à la végétation quand la surabondance du sel n'y met pas obstacle.

Section V. — *Terrains paludiens.*

Les marais intérieurs ne reçoivent pas ordinairement leurs eaux de rivières limoneuses qui y apporteraient un tribut abondant de terres; ils sont alimentés ou par des eaux pluviales qui coulent sur les déclivités de leur bassin, ou par des sources qui jaillissent près de leur bord ou au centre même de leur étendue. Ce sont des eaux peu rapides, qui ne se chargent que du limon le plus ténu, et qui même quelquefois paraissent

entièrement limpides. Aussi le sol des marais est-il formé alors de particules très fines analogues au terrain des environs quand ce sont des eaux pluviales qui l'entretiennent, où au sous-sol qui porte les terres arables si ce sont des sources, et quelquefois enfin seulement de tourbe provenant des plantes qui croissent dans les eaux claires. Mais, dans tous les cas, la tourbe est mêlée, en particules plus ou moins discernables, aux terres des marais. Lorsque l'on en fait l'analyse par les acides, les débris charbonneux se retrouvent en grande quantité avec la silice, même quand ils n'étaient pas visibles à l'œil.

Dans la lévigation, le premier lot renferme des débris de coquilles terrestres ou fluviatiles, du terreau carbonisé dans lequel on distingue quelquefois la forme des plantes; on trouve du terreau non décomposé à la surface de l'eau qui a servi à la lévigation. Le sous-sol est nécessairement un terrain qui retient l'eau et ne peut être traversé par les racines des plantes. La valeur du terrain est donc en raison de la profondeur de la couche perméable.

Parmi ces natures diverses de sols, variables autant que les circonstances de leur formation, on distingue surtout les terrains paludiens formés par les dépôts provenant de la couche marneuse, si étendue sous nos terres arables et d'où elle a été amenée à jour par les sources. Cette nature de sol, si longtemps dédaignée, a pris une grande importance depuis qu'elle est devenue le siége de la riche culture de garance que l'on fait dans le département de Vaucluse. Ces terrains sont très productifs au moyen de fréquents engrais quand leur couche est profonde et quand le sous-sol est frais sans retenir des eaux stagnantes; car, dans ce dernier cas, le marais souterrain devient une cause d'infertilité et d'insalubrité.

Section VI. — *Dunes.*

Les dunes sont formées de sables mobiles transportés par les

vents ; leur présence est un véritable danger pour l'agriculture : c'est le typhon des anciens, qui des déserts de la Libye ne cesse de menacer la fertile Égypte. En effet, quand elles ne rencontrent pas d'obstacles, l'action du vent ne cesse de leur faire gagner du terrain aux dépens des terres labourables. Les sables mobiles du Sahara sont composés de grains de quartz translucide qui ont, en terme moyen, 7/10 de millim. de diamètre, sans mélange d'aucune autre substance[1]. Quand rien ne les arrête, ils s'avancent de 3 à 4 mètres par an. Les sables qui composent les dunes de Bordeaux sont aussi quartzeux ; ils règnent sur une longueur de 240 kilomètres sur une largeur moyenne de 5 kilomètres. Cette mer de sable, à laquelle rien ne résiste, s'avance invariablement de l'ouest à l'est dans la direction des vents dominants, avec une vitesse moyenne de 24 mètres par an, couvrant les terres, les villages, les bois, comblant les rivières et les forçant à s'étendre en étangs et en marais à la surface du sol. En Hollande, on plante les dunes d'*arundo arenaria* pour les recouvrir et dérober le sable à l'action du vent. En Guienne, Brémoutier imagina de fixer les dunes par de grandes plantations de pins qu'il parvint à faire croître par d'ingénieuses précautions. Cette opération se continue annuellement. Les arbres, une fois enracinés et préservés par leurs voisins du ravage que fait dans leur feuillage et leurs jeunes branches le sable siliceux poussé par la violence du vent, réussissent bien, grâce à la fraîcheur constante de l'intérieur de ces dunes, entretenue par l'humidité des vents de mer[2].

Aussi M. de Candolle[3] s'étonne-t-il que l'on n'ait pas songé plus souvent à utiliser le sol des dunes ; il parle du hameau de la

(1) Costaz, *Mémoire sur l'Égypte*, t. II, p. 264.

(2) Voir les Mémoires de Brémoutier et le Rapport de Chassiron dans le tome IX des *Mémoires de la société d'agriculture de la Seine*, p. 414.

(3) *Mémoire sur la fertilisation des dunes ; Mémoires de la société d'agric. de la Seine*, t. V, p. 440 et 443.

Panne, entre Dunkerque et Furnes, dont les habitants s'étaient formé au milieu des dunes un petit territoire où le seigle, la pomme de terre, la carotte, venaient à merveille ; mais surtout il cite un exemple remarquable de ce que peut l'industrie dans des terrains de ce genre ordinairement si dédaignés. « Qu'on me permette, dit-il, d'entrer dans quelques détails sur un établissement formé en 1798. Le premier soin d'Heitfeld (c'est le nom de l'industrieux cultivateur) a été de bâtir sa chaumière auprès d'une source d'eau douce; cette chaumière est très basse et l'entrée en est au sud-ouest; afin d'être à l'abri des vents du nord-ouest, fréquents sur cette côte. En creusant pour avoir de l'eau, il a trouvé un banc de tourbe qu'il exploite et dont il se sert pour brûler... Dès qu'Heitfeld a eu bâti sa chaumière, il s'est occupé à protéger sa future possession des vents du nord-est. Dans ce but, d'après la méthode reçue, il a d'abord placé sur les hauteurs qui l'environnent l'arundo arenaria. Ce gramen se transplante sans difficulté lorsqu'on l'arrache avec de longues racines. Mais pour se préparer de l'ouvrage pour l'avenir, les planteurs hollandais qui sont chargés d'en garnir les dunes avancées le coupent avec des racines très courtes, de manière qu'il périt la première ou la seconde année et ne pousse pas de nouvelles racines. Ce sont cependant les racines qui, par leurs entrelassements, retiennent le sable mobile. Heitfeld ne plante plus d'arundo et préfère employer des arbres pour arrêter le vent. Le peuplier blanc et le peuplier d'Italie réussissent bien dans ce terrain dont le fond est humide. Il a établi des haies assez épaisses pour résister aux efforts du vent ; c'est derrière cet abri que cet industrieux paysan a commencé à cultiver. L'humidité dont le sol des dunes est imprégné le dispense d'arroser pendant l'été. Faute de secours pécuniaires, il n'a jamais mis d'engrais, et malgré cela l'avoine a réussi dans ce sable comme dans un terrain ordinaire ; le blé sarrasin s'est élevé à un mètre ; le seigle et le trè-

fle réussissaient très bien, mais ils ont gelé cet hiver ; la spergule vient à merveille ; le chanvre atteint 13 décimètres de hauteur ; le lin s'est élevé à 12 décimètres et a fourni la graine la plus grosse et la plus nourrie que j'aie encore vue ; le colza d'été et la moutarde y ont aussi prospéré ; les diverses variétés de lentilles, de féves, de pois, de haricots, y ont parfaitement réussi; mais la culture qui y est la plus avantageuse est celle des racines tubéreuses et charnues. Je l'avais soupçonné en voyant la grosseur que la racine de la moindre plante sauvage acquiert dans les dunes... L'agriculture a confirmé ces indications de la botanique ; les pommes de terre, les raves, les carottes, les scorsonères, la betterave, ont prouvé, par leur prospérité et par leur saveur, qu'elles ne se refusaient point à croître dans les dunes. Outre tous ces essais, j'ai vu chez Heitfeld des oignons, des laitues, des épinards, de l'oseille, du persil et du céleri naissant et bien portant. Le maïs qu'il a semé cette année ne paraît pas réussir aussi bien.

« Tel était l'état de la plantation de Heitfeld en prairial an VII (mai 1799). L'hiver cruel qu'il avait eu à supporter a augmenté les difficultés de son entreprise, mais aussi a rendu ses résultats plus certains ; car toute plante qui n'a pas gelé pendant l'hiver de l'an VII peut certainement supporter ce climat. Le sol des dunes gèle très profondément, mais se dégèle avec la même promptitude, » à cause de la porosité des sols sablonneux.

Les terrains des dunes ne sont donc pas complétement improductifs quand ils sont bordés par les eaux de l'Océan occidental et humectés par ses vents d'ouest. Sous d'autres conditions, les dunes ne peuvent pas être utilisées par des cultures annuelles ; mais si elles ne sont pas battues par des vents violents, on les voit se couvrir d'arbres tels que les pins, les genevriers, etc. En Languedoc, la clématite y abonde et les habitants la récoltent pour en faire un bon fourrage sec. Les dunes

ne repoussent donc pas toute végétation, et présentent à côté de leurs immenses inconvénients un certain degré d'utilité.

Les vents, au reste, ne se bornent pas à former des dunes avec les particules de sable transportées; elles ajoutent encore aux couches terreuses par un effet lent, mais continu, et qui, dans la direction des terrains mobiles, peut être assez appréciable. M. Rozet rapporte[1] avoir vu un vent de sud-ouest très violent élever des volcans du Puy-de-Dôme de gros nuages de poussière noire qui, apportés en un instant à Clermont et sur la Limagne, y déposèrent sur les terrasses et sur les pavés une couche de 1 à 2 millimètres d'épaisseur de *lapilli* et de cendres volcaniques. Il regarde comme très probable que le sol de la Limagne a été ainsi formé, car de pareils transports de matières volcaniques sont très fréquents dans ces contrées. Dans quelque mesure que l'on adopte cette opinion, il n'en paraît pas moins certain que ces vents doivent contribuer puissamment à modifier la nature du sol.

Section VII. — *Terrains volcaniques.*

Si les laves scoriacées, les basaltes, les trachytes, sont d'une décomposition difficile et ne fournissent pas de nombreux contingents aux terres arables, en revanche les vaques, les argilolites, les produits boueux des volcans, se réduisent facilement en terres propres à la culture; ce sont eux qui forment les sols argileux dans les terrains volcaniques, et qui, par leur mélange avec les produits plus siliceux, composent les meilleures terres qui s'y rencontrent. Mais on trouve aussi des sols composés seulement de fins débris de ponce que l'on a appelés tufs ponceux. Ils sont de couleur rougeâtre ou grisâtre; ils ont un éclat soyeux et contiennent des parcelles de fer oxydulé. Quand les fragments de ponce sont fort atténués, ils donnent à la terre

(1) *Mémoire sur les volcans d'Auvergne*, p. 15.

l'apparence et quelques-unes des qualités des terres argileuses. Ces tufs ponceux composent une grande partie du sol de la riche campagne de Naples.

Ce que l'on appelle *lapilli* et *cendres volcaniques* ne sont que deux degrés différents d'atténuation des laves compactes lancées par les volcans. Les *lapilli* sont de petits fragments de lave de 1 à plusieurs millimètres de diamètre ; les cendres volcaniques ne sont que ces mêmes fragments réduits à de plus petites dimensions ; ils constituent des terrains secs et incon-sistants, et il est à peine croyable que la végétation puisse y exister. Cependant c'est sur des terrains pareils que viennent les vignes qui produisent le *lacryma Christi* au pied du Vésuve. M. Webb remarque que les pommes de terre qu'on cultive à Ténériffe, dans des amas de ponce entièrement dépourvus de terreau, acquièrent en peu de temps un développement extraordinaire[1], et nous avons vu ce même sol mis en culture entre Nicolosi et l'Etna. Ce sont des *lapilli* pyroxéniques, constituant un terrain sec et filtrant, d'une grande profondeur, où la vigne, le figuier, l'amandier, ont assez bien réussi, et où la *genista juncea* devient un véritable arbre[2]. Quand on met en culture les laves récentes, il s'en élève, surtout en hiver et dans les temps pluvieux, une odeur désagréable, annonçant des réactions chimiques et qui, attaquant les organes respiratoires des ouvriers, leur cause un véritable orthopnée[3].

La fertilité de ces terrains qui viennent d'être soumis à une chaleur incandescente, et privés par conséquent de toute substance organique, s'explique par la présence de la potasse et de la soude dans toutes les laves et par celle de sels ammoniacaux que l'on trouve auprès des volcans et dans les pseudo-

(1) *Bibliothèque universelle de Genève*, t. LII, p. 359.

(2) *Coup d'œil sur l'agriculture de Sicile; Journal d'Agriculture pratique*, t. III, p. 433.

(3) Mémoire de Galvagni dans les *Actes de l'Académie gioenia de Catane.*

volcans (chlorhydrate et sulfate d'ammoniaque). Sans être obligé de tirer les substances nécessaires à leur nutrition de la décomposition des corps organisés ou de l'avare distribution qu'en fait l'atmosphère, les plantes trouvent donc immédiatement dans les terrains volcaniques deux des éléments les plus importants et les plus rares, les alcalis fixes et l'ammoniaque. Ce fait explique l'opulente végétation de ces terrains, surtout quand il s'y joint l'humidité procurée par l'irrigation.

CHAPITRE II.

Disposition des couches des terrains agricoles.

Les terrains meubles qui couvrent la surface de la terre et qui sont le domaine de l'agriculture sont formés de plusieurs couches superposées les unes aux autres, mais que nous devons ranger sous deux divisions principales, les couches perméables à l'eau, les couches imperméables. Nécessairement, pour qu'il puisse y avoir culture, les couches supérieures sont plus ou moins perméables ; car une argile pure ou une roche aride ne seraient pas susceptibles de nourrir des végétaux. C'est à partir de la couche imperméable et en remontant vers le sol que se trouvent les terres qui peuvent être pénétrées par les racines et dont nous aurons à nous occuper.

Nous appellerons le *sol* la couche supérieure du terrain jusqu'à la profondeur où elle conserve la même nature minérale. Le sol se divisera ainsi : 1° le *sol actif* est mêlé de terreau, reçoit les impressions de l'atmosphère et les sels solubles, donne lieu aux phénomènes de la végétation, et est atteint par les labours; 2° au-dessous de cette première couche et quoique conservant la même composition minérale, si le sol est profond, nous appellerons *sol inerte* la seconde couche qui n'est pas entamée par les cultures.

Au-dessous du sol, au moment où une nouvelle couche de composition minérale différente se présente, nous avons le *sous sol* qui peut être formé lui-même de plusieurs couches variables aussi dans leur composition jusqu'à ce qu'on atteigne dans la profondeur la couche imperméable.

Si le sol est placé immédiatement sur la couche imperméable, il n'y a pas de sous-sol. La profondeur du terrain est la distance qui existe entre la surface et la couche imperméable; Par exemple, les terres peuvent être composées d'une des manières suivantes :

	mètres.	
Terre calcaire silicate. .	1	$0^m,33$ sol actif. $0^m,67$ sol inerte.
Terre siliceuse.	2	sous sol.
Argile.		couche imperméable.
Profondeur. . . .	3	

ou

Terre siliceuse.	$0^m,30$	sol actif.
Roche de grès.		couche imperméable.
Profondeur. . . .	$0^m,30$	

ou encore

Terre argilo-siliceuse . .	2	sol actif.
Terre argilo-calcaire. . .	1	sous-sol.
Roche calcaire.		couche imperméable.
Profondeur. . . .	3	

Section I. — *Du sol actif.*

La profondeur du sol actif dépend entièrement, d'après la définition que nous en avons donnée, de celle des labours. En effet, leur effet étant de presser la terre piétinée par les chevaux et corroyée par le sep, et de la rendre ainsi très compacte, il se forme artificiellement à cette profondeur un sous-sol presque imperméable qui s'imprègne difficilement d'eau et qui n'est jamais en contact avec l'atmosphère. Il dépend donc du

cultivateur d'avoir un sol actif, profond ou mince. Dans un sol profond, les racines s'enfoncent sans peine et vont chercher l'humidité et les sucs nourriciers dans un plus grand cube de terre. Aussi, tous les cultivateurs sont d'accord, maintenant, sur les avantages d'un sol actif profond, et dans des contrées entières on l'entretient en cet état par des minages périodiques très coûteux et que l'on ne croit pas acheter trop chèrement.

Souvent et surtout dans les terres d'alluvion, le sol actif se trouvant épuisé de certains principes, on renouvelle sa fertilité en le mêlant au sol inerte qui les possède et qu'on lui substitue. C'est ainsi que nous voyons des terres cultivées en garance améliorées par le défoncement profond nécessaire pour extraire la racine de cette plante ; c'est qu'alors le sol inerte est d'une excellente nature et que, n'ayant jamais été épuisé par l'action de la végétation, il a conservé en dépôt les substances nutritives que les eaux avaient entraînées. Mais si le sol est devenu actif seulement par le mélange des engrais, et que le sol inerte ait été rendu presque imperméable par le tassement, et qu'il ne contienne aucun principe fertilisant, il résulte de la substitution de ce dernier au sol actif une série de mauvaises récoltes jusqu'à ce qu'on l'ait de nouveau fertilisé par les engrais.

SECTION II. — *Du sol inerte.*

L'existence du sol inerte au-dessous du sol actif n'est pas toujours avantageuse. Quand le sol actif a des qualités excessives, soit en ténacité ou en légèreté, ou en sécheresse, ou en humidité, il est bien préférable d'arriver immédiatement à un sous-sol d'une qualité opposée et que l'on puisse mélanger avec le sol par le moyen des labours profonds. Mais dans les sols de bonne qualité, et surtout dans les alluvions, un sol d'une bonne profondeur est chose très désirable. Quand le sol inerte repose sur la couche imperméable ou sur une couche filtrante abreuvée

d'eau, il ne peut pas dépasser un mètre de profondeur sans inconvénient, parce que, dans cette dimension, il transmet encore l'humidité du fond à la surface, s'il est composé de substances hygroscopiques. Dans le cas où la couche d'eau est très profonde ou bien dans celui où le sous-sol est d'une mauvaise qualité, la grande épaisseur du sol inerte est un avantage, puisqu'on peut toujours, par le moyen des labours profonds, en faire un utile récipient d'humidité en permettant aux racines d'aller chercher celle-ci profondément.

SECTION III. — *Du sous-sol.*

La nature du sous-sol acquiert beaucoup d'importance quand il est situé à une petite profondeur et peut être atteint par les labours. Alors on doit chercher : 1° s'il est suffisamment filtrant ; 2° s'il est d'une nature meilleure ou pire que le sol, et s'il peut ou non lui servir d'amendement ; 3° si sa couche supérieure est d'une grande ou d'une petite épaisseur, et, dans ce dernier cas, quelle est la nature de la couche immédiatement inférieure.

1. *Sous-sol filtrant*. Cette nature de sous-sol est très avantageuse pour les terres fortes et pour celles qui sont situées sous un climat pluvieux ou qui peuvent être arrosées. Un sous-sol bien perméable à l'eau l'est aussi aux racines, et les arbres y prennent un développement admirable. C'est sur un sous-sol formé de terres graveleuses que viennent les magnifiques noyers et châtaigniers des vallées, de même que l'opulente végétation de mûriers de quelques parties des Cévennes. Les luzernes et le sainfoin y donnent de belles récoltes, parce que ces plantes cherchent surtout leur nourriture dans la profondeur de la terre. Mais aussi un tel sous-sol peut rendre le sol trop aride pour les plantes annuelles dans les climats méridionaux.

2. *Sous-sol peu filtrant*. Si ce sous-sol est trop près de la surface de la terre, il retarde l'écoulement de l'eau en hiver, il

se charge d'extrait de terreau, absorbe l'oxygène et en prive les racines des plantes qui s'y macèrent et souffrent ou meurent. L'inconvénient diminue avec la profondeur de ce sous-sol, parce qu'alors le sol cesse d'être complétement imbibé. Les terrains argilo-calcaires pesant 16, tandis que l'eau pèse 10, et recevant $0^{m},50$ d'eau dans leur complète imbibition, une pluie d'un centimètre n'imbibera complétement que $12^{mill.},5$ de terre; mais quand les pluies sont fréquentes et abondantes, et que la terre n'a pas de pente, ce n'est pas trop de $0^{m},30$ de profondeur pour que les plantes restent toujours dans un état moyen d'humidité pendant la saison des pluies.

3. La nature du sous-sol contribue à augmenter la valeur de la terre quand elle est meilleure que celle du sol lui-même. Ainsi il arrive dans les alluvions que d'excellents limons ont été enterrés sous des couches de graviers qui constituent le sol. On peut utiliser ceux-ci par des plantations d'arbres si la couche inférieure est assez peu profonde pour qu'ils puissent l'atteindre en quelques années; ces arbres, qui languissaient d'abord tant que leurs racines étaient encore dans la couche de gravier, se raniment en atteignant le riche sous-sol et prennent un beau développement. C'est sur ce principe que nous avons pu rendre à la production une partie du domaine du Bordelet, au confluent de l'Ardèche et du Rhône, qui avait été couverte de sable et de gravier par l'inondation de 1827, et qui maintenant est une véritable forêt de mûriers plantés sur un mètre d'épaisseur de ce nouveau sol aride.

4. Si le sous-sol est situé près de la surface et qu'il n'ait pas une grande épaisseur, il est essentiel de connaître la nature de la couche immédiatement inférieure et de calculer si, en brisant le sous-sol et le mêlant avec le sol, on parviendra à se procurer un nouveau sous-sol de meilleure qualité. Ainsi, quelquefois, sous les sols de sable et de gravier, se trouve une couche peu épaisse de sable ou de cailloux agglutinés par un

ciment calcaire ou ferrugineux ; c'est ce qui arrive, par exemple, dans les Landes. En rompant ce sous-sol, si cela est économiquement possible, on se procurera un nouveau sous-sol plus profond, plus perméable, plus frais. Il m'a été rapporté que des plantations qui ne pouvaient réussir, à cause de la petite épaisseur du sol, avaient eu un grand succès, et avaient produit de très beaux chênes dans ces mêmes landes, quand on avait percé le pouddingue inférieur avec une aiguille de mineur pour introduire leur pivot sous la couche peu épaisse du sous-sol. Quel travail faudrait-il, dans quelques situations favorables de la contrée, pour miner et rompre cette couche et avoir un sous-sol excellent pénétrant jusqu'au réservoir des eaux inférieures?

D'autres fois c'est une couche d'argile imperméable qui forme le sous-sol, et quand elle est fort mince, elle peut aussi être rompue, et avec les mêmes avantages que dans le cas précédent. Dans la plaine centrale de Vaucluse, un sous-sol d'argile de quelques centimètres d'épaisseur suffisait pour retenir les eaux à la surface en hiver, pour ôter aux plantes en été le bénéfice de l'humidité souterraine, pour gêner le développement des racines, pour constituer enfin un terrain détestable et maudit; le brisement de cette couche, opéré pour cultiver la garance, a décuplé la valeur des terres en mettant le sol en communication avec le réservoir permanent des eaux.

Il se présente aussi quelquefois des phénomènes qui sont inexplicables si l'on n'examine pas la nature et la constitution du sous-sol. Ainsi, en Camargue, on remarque des places où le sel remonte à la surface par la capillarité, à côté de places où il ne surabonde jamais. C'est que le sous-sol imperméable qui empêche la communication entre le sol et les terrains imprégnés de sels inférieurs au sous-sol vient à manquer, et qu'il se trouve là remplacé par une veine de terre filtrante et capillaire.

Ces exemples, que nous pourrions multiplier, prouvent la

grande importance que l'on doit attacher à étudier et à bien connaître la stratification du terrain que l'on cultive. Ordinairement on acquiert cette connaissance en observant la succession des couches lorsqu'on creuse des puits qui se poussent jusqu'au réservoir des eaux. Quand nos paysans veulent cultiver ou acheter un sol qu'ils ne connaissent pas, ils ne manquent jamais de l'ouvrir profondément avec la bêche; mais il est plus commode et plus expéditif de se servir d'une petite sonde dont on peut pousser le travail à plusieurs mètres en quelques heures.

SECTION IV. — *De la couche imperméable et du réservoir des eaux.*

Le réservoir inférieur des eaux n'est pas partout à 550 mètres de profondeur comme à Grenelle; il arrive au contraire souvent qu'il n'est pas assez éloigné de la surface pour que les longues racines ne puissent y aller puiser l'eau nécessaire à une belle végétation, ou que par l'effet de la capillarité, s'il n'y a pas de couches intermédiaires interposées, son humidité n'entretienne la fraîcheur du sol; quelquefois même il se trouve trop près de cette surface et l'entretient dans un état constant d'humidité très nuisible aux plantes.

Les racines qui se dirigent horizontalement sous la surface du sol, quand le sous-sol est sec et imperméable ou quand il ne porte qu'une eau désoxygénée, plongent verticalement, au contraire, quand le sous-sol est filtrant et qu'au-dessous de lui passe un lit de sable ou de gravier, une eau courante et aérée. C'est la condition de la vallée du Nil où les dépôts limoneux du fleuve sont superposés à un sable filtrant et abreuvé d'eau [1]. Nous avons vu sur les bords éboulés du Rhône et de l'Ardèche

(1) Girard, *Observations*, p. 289, dans la grande description de l'Égypte.

des mûriers, des luzernes et des *blés* étendre leurs racines à 3 mètres de profondeur, pour atteindre le réservoir inférieur de l'eau filtrant à travers les graviers; sur les bords de la Sorgue, le sous-sol argileux ayant été défoncé, comme nous l'avons expliqué précédemment, le sol a été mis en communication avec des masses tourbeuses constamment lavées par la filtration de la rivière, et par le moyen desquelles l'ascension de l'humidité entretient la fraîcheur du sol. A Nîmes, le sous-sol de la plaine de Vistre est un pouddingue au-dessous duquel est le réservoir des eaux courantes; en le perçant en plusieurs points, les eaux sont montées au-dessus des pouddingues, là où leur niveau le permettait, et ont été mises en communication avec le sol.

Quand les eaux du réservoir, au lieu d'être courantes, sont stagnantes comme dans les terres concaves, il y a non une rivière, mais un marais intérieur; les eaux sont désoxygénées, et il est important que leur réservoir ne soit pas trop près de la surface; mais à une certaine profondeur, à un mètre, par exemple, elles n'auront plus d'effet que par leur ascension capillaire, pendant laquelle elles se mettent en communication avec l'air et reprennent l'oxygène qu'elles ont perdu.

Mais il arrive trop souvent que ces réservoirs stagnants ne sont entretenus que par les eaux pluviales, et que, dans la saison chaude, ils se dessèchent complétement après s'être remplis outre mesure pendant l'hiver. Ce genre de réservoir intérieur est donc plutôt fâcheux qu'utile.

Quand le réservoir intérieur des eaux n'est pas à plus de 4 mètres de profondeur, on peut toujours se procurer avec facilité, par le moyen de la machine à vapeur, l'eau nécessaire à l'irrigation pour une somme moindre que celle que l'on paie aux canaux d'irrigation existants dans le midi, en supposant la houille au prix qu'elle a le long des lignes navigables et en employant une force *minimum* de cinq chevaux-vapeur; on

pourrait atteindre à une plus grande profondeur avec le même déboursé, relativement à l'étendue du terrain, si l'on employait des machines plus fortes. Nous apprécierons mieux encore l'utilité d'un réservoir d'eau placé à cette profondeur, sous une couche imperméable, en traitant de la valeur des terres sèches comparée à celle des terres arrosées.

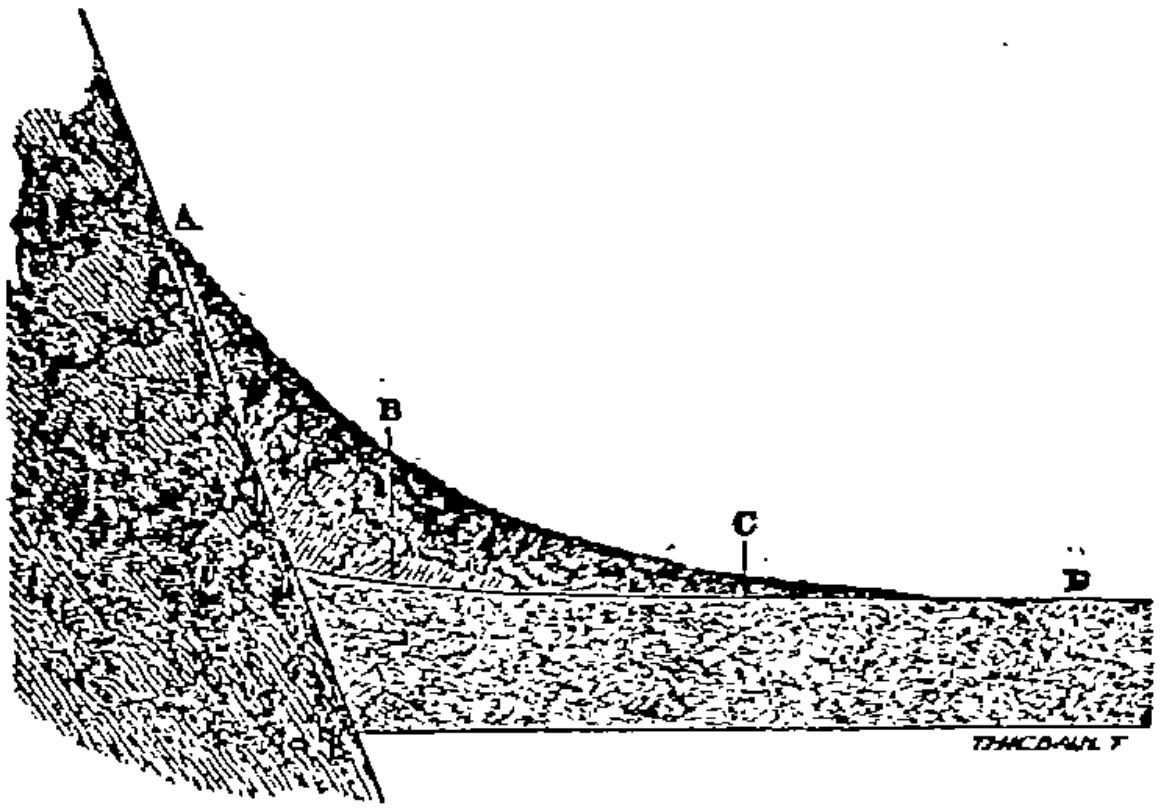
Quand le réservoir inférieur des eaux se trouve à une profondeur telle qu'il ne peut être utilisé ni par la capillarité naturelle du sol, ni par les machines, ou est soumis à la rigueur de toutes les variations des saisons, il faut obéir à la loi météorologique, heureux quand elle n'est pas sujette à de grandes variations annuelles dans la distribution des pluies. On doit donc chercher à constater l'existence, la situation et la profondeur du réservoir des eaux et la constance ou l'inconstance de son niveau, soit pour se rassurer par la certitude que l'hygroscopicité des terres suffira pour entretenir la fraîcheur du sol, soit pour s'approprier par les moyens mécaniques les eaux d'un réservoir trop profond, soit enfin pour diriger la culture et le choix des assolements, selon les circonstances où l'on se trouve, et se résigner aux alternatives des saisons.

Section V. — *Défauts de parallélisme (non concordance) des couches des terrains.*

On serait loin de connaître complétement la stratification d'un terrain un peu vaste, si l'on se bornait à l'observer sur un seul point; le résultat ne serait exact que dans le cas où le sous-sol et la couche imperméable seraient parallèles; mais il en est très souvent autrement. Ainsi il arrive, surtout dans les diluviums, que le sol a été déposé sur une surface déjà ondulée et formée, par exemple, d'une partie concave sur laquelle des argiles auront été déposées horizontalement, puis sur des roches inclinées qui forment le bord du bassin. Si le sol

à une pente qui se rattache à la roche, il se trouvera qu'au point A (*fig.* 2) il aura un sous-sol rocheux qui ira toujours en

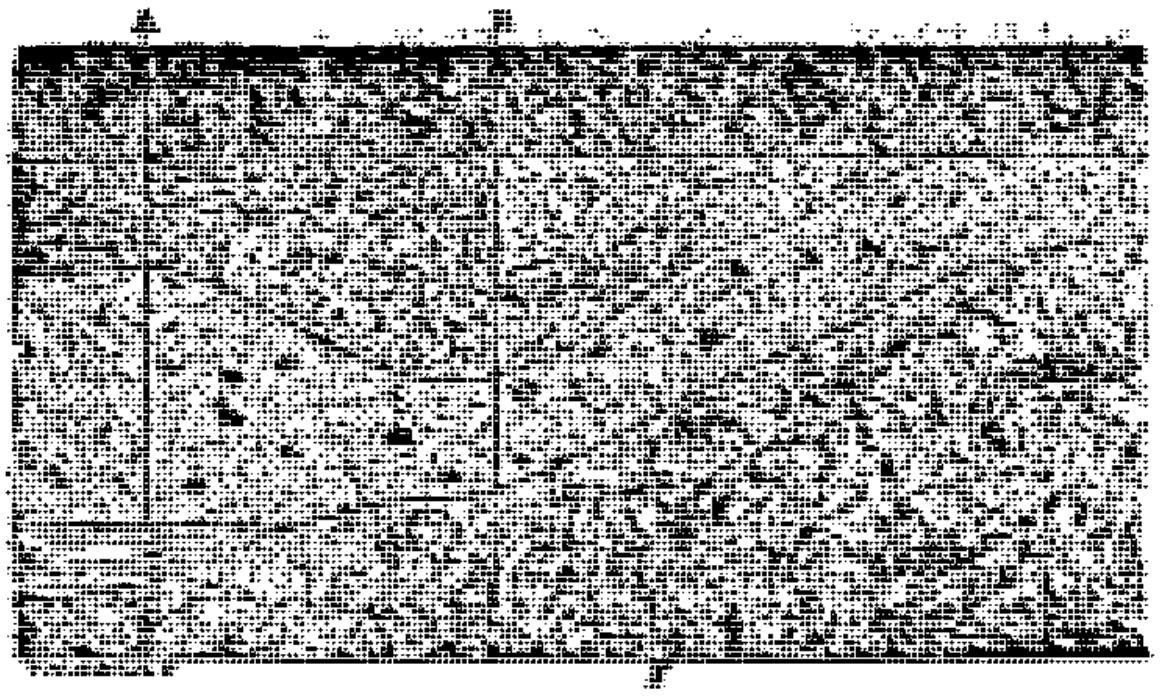
Fig. 2.



s'approfondissant en s'approchant de B; qu'en B il aura un sous-sol argileux qui ira en diminuant de profondeur vers C, et qu'enfin en D le sol changera de nature, que ce ne sera plus le diluvium, mais l'argile qui le constituera.

Dans les terrains d'alluvion, on trouve les mêmes variations qui se manifestent aussi par l'absence et la présence successives du réservoir d'eau; car les eaux courantes entassent quelquefois certaines couches aux places où elles trouvent des obstacles et n'en laissent pas trace là où elles ont toute leur impétuosité. Ainsi, dans l'exemple ci-dessous, le niveau de l'eau

Fig. 3.

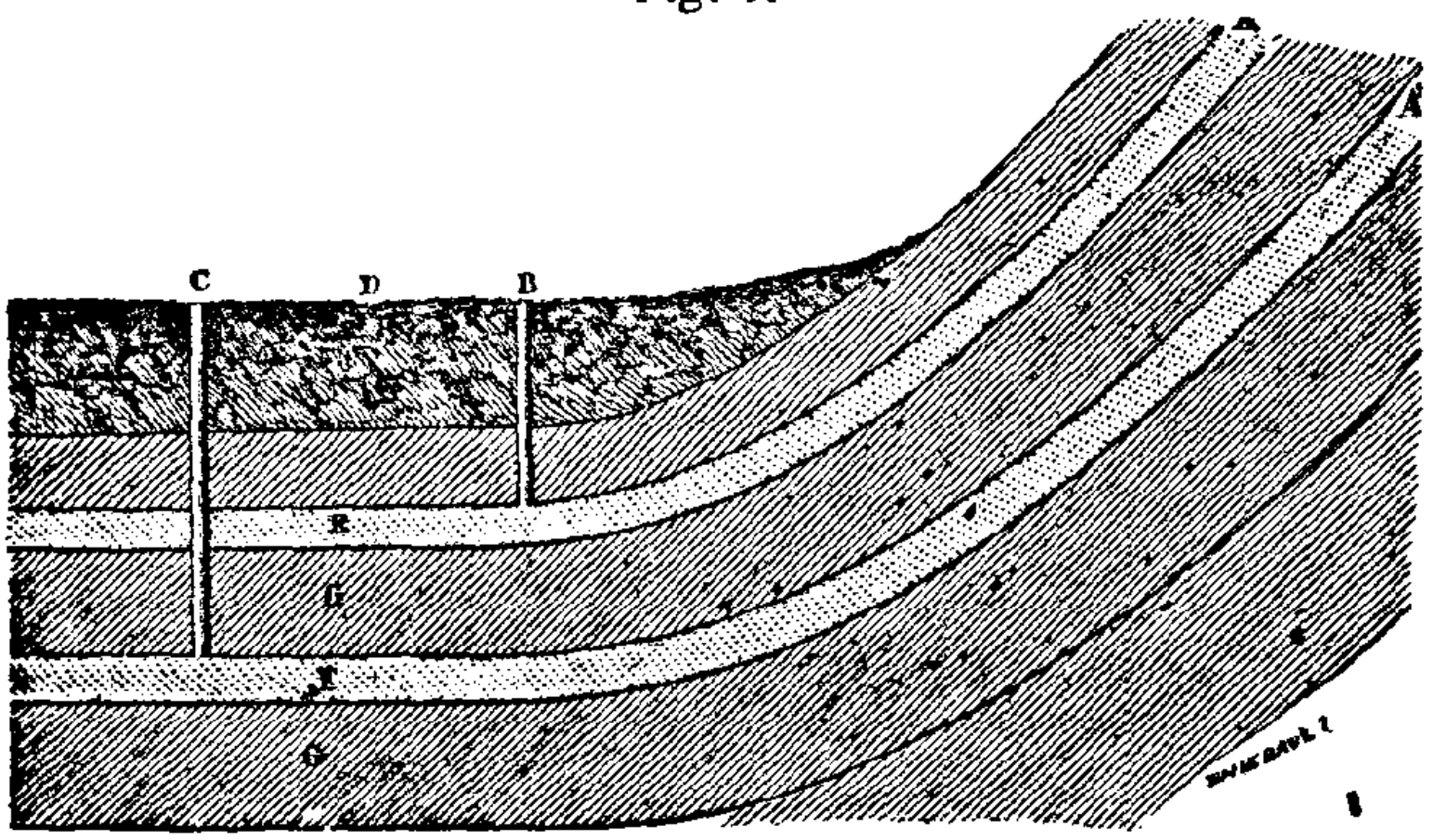


étant G (*fig.* 3), le sol aura de A en C un sous-sol argileux;

mais en A on trouvera le niveau de l'eau après avoir percé une mince couche d'argile; en B on percera une forte couche d'argile, mais on arrivera au gravier qui se trouve au-dessus du niveau de l'eau et par conséquent à sec; le réservoir de l'eau n'existe plus pour le sol; en C, l'argile manque et le sous-sol est du gravier. Rien n'est plus variable que la stratification des alluvions. C'est encore au défaut de concordance dans la stratification des couches de terrains que l'on doit la possibilité d'atteindre quelquefois à de si grandes profondeurs, au-dessous d'un sol à peine incliné, des amas d'eau considérables qui peuvent remonter à la surface et produire ce que l'on appelle les puits artésiens. En effet, on sait que diverses formations à couches perméables ou imperméables ont été soulevées de leur position horizontale, inclinées à l'horizon de manière à former les montagnes; ces couches se rattachent au noyau de la montagne, à différentes hauteurs, et les eaux qui coulent sur les pentes s'infiltrent nécessairement dans les couches perméables, les suivent, et, contenues par les couches imperméables supérieures et inférieures, forment sous les plaines des réservoirs d'eau comprimée par la pression qu'exerce la hauteur de l'eau depuis son point de départ. Si l'on vient donc à percer la couche imperméable supérieure, l'eau jaillit dans le trou de sonde pour se mettre de niveau avec le point le plus élevé de sa charge, et souvent assez haut pour venir arroser la plaine située au-dessous. S'il existe plusieurs étages de couches perméables venant se rattacher à la montagne à différentes hauteurs, il y aura plusieurs réservoirs d'eau inférieurs que l'on trouvera successivement en approfondissant le trou de sonde. La profondeur à laquelle on rencontrera l'eau variera à la fois selon l'éloignement des montagnes qui lui servent de point de départ et selon l'épaisseur des bans imperméables qui la recouvrent. La *fig.* 4 montre la constitution de pareils terrains. E est une couche perméable, premier réservoir d'eau; F une couche

perméable, second réservoir d'eau; G, G, des couches imperméables; B, C, des trous de sonde.

Fig. 4.



L'eau pénètre dans les couches perméables en A et A'; elle descend avec ces couches au-dessous du sol de la plaine; si l'on creuse en B ou en C, l'on trouvera l'eau plus profondément, soit que l'on veuille atteindre le premier ou le deuxième réservoir, et si les couches continuent à plonger sous le terrain, elles peuvent descendre à une profondeur si grande que les efforts humains ne pourraient l'atteindre [1].

Ce qui se passe en grand pour les dépôts susceptibles de former des puits artésiens se passe en petit pour les sources, et il suffit d'une lacune dans la couche imperméable qui leur sert de toit, il suffit d'un percement qui y aura été fait pour qu'une terre soit habituellement humide. Elkington reçut une gratification du parlement anglais pour avoir appliqué cette théorie à l'art des desséchements et avoir compris qu'il s'agissait d'atteindre l'eau dans la couche filtrante, vers la partie la plus haute du

(1) Voir Garnier, *l'Art du fontainier sondeur*, et toute la théorie des puits artésiens, exposée clairement dans une note de M. Héricart de Thury insérée dans les *Mémoires de la Société centrale d'agriculture*, 1828, t. I, p. 6.

terrain, et de la conduire dans des fossés hors du champ, pour le dessécher complétement, ce que l'on ne faisait qu'imparfaitement en cherchant à réunir les eaux déjà parvenues à sa partie la plus basse.

CHAPITRE III.

De la végétation naturelle du sol.

Si nous considérons la propriété qu'ont les plantes de substituer, dans un grand nombre de cas, un principe constitutif à un autre, par exemple la soude à la potasse, et l'existence de la plupart des principes minéraux, soit dans le sol, soit dans la poussière atmosphérique, soit dans les eaux de pluie, nous penserons qu'un germe déposé dans un terrain quelconque pourra y prendre un certain développement et y exister plus ou moins longtemps, quoiqu'il n'y trouve pas tous les éléments nécessaires à sa vie complète et facile. On a été même plus loin, et l'on est parvenu à faire végéter des plantes sur du quartz pilé, dans du charbon; mais alors les seuls éléments puisés dans l'atmosphère concouraient à leur nutrition, et leur développement était incomplet et peu considérable. Il semblerait donc, d'après ce raisonnement, que les plantes devraient être indifférentes aux terrains sur lesquels elles vivent, et qu'ainsi la végétation d'un sol ne serait qu'un indice trompeur, si l'on voulait juger d'après elle de sa nature et de ses propriétés.

A l'appui de cette conclusion, on rapporte les faits qui se passent dans les jardins de botanique, où toutes les plantes sont également admises dans le même sol; mais il faut observer qu'au milieu des éléments si divers qui composent ce sol, il n'est pas étonnant qu'elles trouvent ceux qui conviennent à leur nature. Il ne faut pas oublier non plus que les jardiniers savent va-

rier les terres selon les différentes plantes, et qu'il y en a des séries entières qui ne prospèrent que quand on leur fournit de la terre de bruyère.

Ce qui prouverait davantage, c'est que les botanistes trouvent à peu près les mêmes plantes sur les montagnes calcaires et sur les montagnes schisteuses et granitiques. De Candolle dit qu'il ne saurait citer un seul végétal qu'on puisse affirmer n'avoir été trouvé que dans des terrains calcaires et dans des terrains granitiques; mais il ajoute qu'on trouve plus habituellement, sur les terrains calcaires, le buis, la *potentilla rupestris* et *caulescens*, le *polypodium calcareum*, la *gentiana cruciata*, l'*asclepias vincetoxicum*, le *cyclamen europæum*, le *trifolium montanum*, l'*adonis vernalis*; plusieurs espèces d'orchis, des buplèvres, des lichens, etc.; et, sur les terres plus ou moins siliceuses, les châtaigniers, le *digitalis purpurea*, *sedum villosum*, *pteris crispa*, *polystachium orcopteris*, *saxifraga stellaris*, *achillæa moschata*, *carex pyrenaica*[1]. M. Théod. de Saussure indique le *chrysanthmum alpinum* comme se trouvant uniquement sur les terrains granitiques.

Cependant de Candolle admet des exceptions à l'énumération que nous venons de transcrire. Ainsi, il a trouvé le buis en abondance dans un terrain schisteux, à Gèdres (Hautes-Pyrénées), dans les terrains granitiques du Morbihan, dans les terrains volcaniques des environs de Coblentz; le châtaignier se trouve entre Nîmes et Alais, dans un terrain calcaire où il est mélangé à l'olivier.

Et, en effet, les influences météoriques, l'abondance des pluies, l'évaporation, les abris, l'épaisseur du sol, la situation du réservoir des eaux, sont, en général, des causes bien plus influentes sur la végétation que la présence ou l'absence de telle espèce minérale qui peut souvent être suppléée. C'est

(1) *Physiologie végétale*, p. 1239.

ainsi que M. T. de Saussure[1] trouvait, dans l'analyse des cendres de pin, que les pins de Breven, crus sur un terrain granitique, renfermaient 13,43 de silice et 6,77 de magnésie, tandis que ceux du Reculey, venus sur un sol calcaire, ne renfermaient ni l'une ni l'autre de ces substances, et que tous les autres principes y étaient dans des proportions très différentes.

Il est probable qu'il suffit, pour la végétation, que la plante trouve dans le sol des bases quelconques propres à saturer les acides qui s'y forment. Quelques recherches de M. Macaire ont déjà montré qu'en calculant l'oxygène des bases diverses trouvées dans les végétaux qui avaient cru dans des terres d'espèces différentes, on leur trouvait la même capacité de saturation[2].

M. de Caumont a observé, en Normandie, que telle plante qui croît spontanément sur les granites et sur les terrains primordiaux, ne se rencontre plus du tout dans les plaines de calcaire secondaire; mais M. Payen a trouvé en Bretagne que le calcaire n'avait de plantes particulières à sa surface que parce qu'il s'échauffe plus facilement que les schistes environnants; car il en a d'autant plus qu'il est plus friable, et toutes celles qu'il y a rencontrées spécialement se retrouvent dans les schistes, surtout au midi de la province et sur les côtes[3].

Cependant, il ne faut pas avoir beaucoup voyagé pour se rappeler que les différents terrains présentent un ensemble particulier de végétation qui constitue leur physionomie végétale et qui, dans nos souvenirs, se lient indissolublement avec les lieux que nous avons visités. D'où vient donc ce fait général en opposition avec les faits particuliers que nous venons de citer? C'est que les botanistes, en cherchant leurs plantes, ne s'enquièrent que de leur présence ou de leur absence, et

(1) *Journal de physique*, 1800, t. II, p. 10, note.
(2) *Bibl. univ. de Genève*, nouvelle série, t. LI, p. 283.
(3) *Compte rendu de l'Académie des sciences*, 30 août 1841, p. 183.

que l'œil apprécie aussi leur nombre relatif, leur groupement, leur développement. C'est cette intuition qu'il faudrait réduire en chiffres pour apprécier réellement l'influence des terrains ; il faudrait prendre quelques mètres carrés du sol et compter le nombre de plantes de chaque espèce qui s'y trouvent, les peser même, et comparer ce résultat à celui que l'on aurait obtenu ailleurs et sur des terres différentes. C'est ainsi que, souvent, nous avons fait l'analyse botanique des prairies pour apprécier leur qualité.

Dirigées de la sorte, nos recherches nous apprendraient qu'en général la statistique des plantes indique plutôt la disposition relative des couches de terre et leur état d'atténuation que leur composition minérale, qu'ainsi le *tussilago farfara*, le *cichorium intybus*, l'*inula dysenterica* annoncent plutôt un sous-sol imperméable et humide qu'une véritable argile, et que la nombreuse série des plantes des sables croît sur les sables calcaires comme sur les sables siliceux.

Il ne faut cependant pas méconnaître que beaucoup de plantes sont loin d'être indifférentes à la composition minérale du sol, que l'abondance des sainfoins, des trèfles, des mélampyres, des coquelicots, de l'ononis, indique un sol calcaire, tandis que la petite matricaire, l'oseille, la bruyère, l'ajonc, la fougère annoncent généralement un sol qui en est dépourvu; et quel est l'agriculteur, ayant devant les yeux les miracles de la marne, de la chaux et du plâtre, qui pourrait nier les effets d'une substance ajoutée aux terrains où elle manque?

Après l'existence ou la fréquence des plantes sur tel ou tel sol vient une autre question, celle des qualités spéciales que les sols communiquent aux plantes qui y croissent. M. de Caumont affirme que les acheteurs ne craignent pas de payer 3 fr. de plus le double décalitre de blé d'une localité, parce qu'une augmentation dans le poids viendrait correspondre à cette augmentation de prix. Le fait de cette augmentation de poids et

de prix est vrai, quoique renfermé dans des limites plus étroites que celles que cet auteur indique ; mais il tient bien moins, pour les pays dont nous avons connaissance, à la constitution géologique du sol qu'à une meilleure exposition et à une plus grande sécheresse du terrain. En général, les grains venus sur des pentes exposées au midi, dans des sols graveleux et secs, compensent, jusqu'à un certain point, par leur densité, la faiblesse des récoltes qu'ils y donnent.

Le même auteur a constaté aussi, dit-il, d'une manière non moins certaine des différences dans la saveur, les qualités relatives de l'alcool. Le cidre récolté dans les plaines calcaires devient de bonne heure acide; les pommes sont moins sucrées que celles qui croissent sur le sol argileux[1]. M. de Caumont a pu arriver à dresser ainsi une carte à la fois agronomique et géologique, où sont indiquées les distinctions du sol de Normandie, par rapport aux quantités et à la qualité des cidres que le pommier y donne relativement, et à la manière plus ou moins heureuse dont il y pousse et s'y plaît.

Dans le congrès de Lyon[2], M. l'abbé Croizet rapportait avoir observé à cet égard, en Auvergne, que les vins récoltés sur les sols granitiques sont un peu plus alcooliques que ceux récoltés sur les sols volcaniques. D'autres membres de ce congrès appuyaient cette observation en déclarant, l'un, que les terrains calcaires produisaient un vin plus léger et moins alcoolique que les terrains primitifs; un autre, qu'en Savoie les vins les plus alcooliques et qui se paient le plus cher sont ceux des terrains granitiques; viennent ensuite les vins des sols calcaires; puis, enfin, ceux qui sont fournis par les vignobles plantés dans les alluvions essentiellement argileuses.

Toutes ces observations ne sont vraies que relativement. Il

(1) Lettre sur les cartes agronomiques, *Mémoires de la société d'agriculture de la Seine-Inférieure*, 1843, p. 598.

(2) Tome I, p. 45.

serait facile de citer une foule d'observations contraires. Les vins les plus alcooliques de la côte du Rhône, ceux de Roquemaure et de Tavel viennent sur des terrains entièrement calcaires. Tous les vins à eau-de-vie de Languedoc croissent sur des terrains pareils. Les vins les plus spiritueux de la Sicile, ceux de Syracuse, proviennent aussi de terrains calcaires; ceux de Madère et de Ténériffe de terrains volcaniques. On ne doit voir dans toutes ces nuances que des phénomènes d'exposition et d'hygroscopicité, et non des phénomènes tenant à la nature géologique du terrain, jusqu'à ce que l'on ait donné des preuves plus fortes et plus dégagées des circonstances accessoires.

M. Liebig assure[1] connaître des cas où la simple transplantation a suffi pour qu'un arbre qui produisait des amandes amères n'ait plus produit que des amandes douces. Il y aurait eu ici destruction d'un principe d'une grande importance, l'amygdaline. Il ne dit pas que le contraire ait été observé. Habitant d'un pays à amandiers, nous n'avons jamais entendu parler de la transformation dont parle M. Liebig; toujours la greffe nous a donné des amandiers à fruits doux ou à fruits amers, sans que la nature du sol ait influé d'une manière quelconque.

On ne peut cependant nier l'influence des sols, surtout l'influence de leur composition minérale, bien plus que celle de leur âge géologique. Les observations que nous venons de citer devront être recueillies avec soin, mais seulement comme des éléments, et non comme la solution d'un problème. Elles sont une précieuse indication qui nous prouve qu'il y a quelque chose à chercher. Le blé et le vin, par la grande extension de leur culture, nous semblent en effet les meilleurs sujets à observer. Si l'on parvenait à prouver, par exemple, que sur les terrains de telle ou telle formation, de telle ou telle composition minérale, les céréales ont constamment plus de gluten, plus de fécule, plus de poids; que sur d'autres terrains, les

(1) *Lettres sur la chimie*, p. 169.

raisins ont plus de parties sucrées ou plus de bouquet; si les observations étaient nombreuses et faites sous des climats différents, on aurait éclairci une matière qui, quant à présent, nous paraît loin de présenter ce degré de certitude qu'on voudrait lui attribuer. Néanmoins les cartes agronomiques que demande M. de Caumont auront un degré d'utilité que l'on ne peut méconnaître, puisqu'elles offriront au moins un point de comparaison aux observations futures.

Quant à présent, la science est moins avancée, et elle n'admet que des conclusions plus modestes. Il faut en revenir à ce point, que si toutes les plantes peuvent végéter misérablement sur du quartz pilé, elles ne prennent tout leur développement que là où elles trouvent toutes les conditions de leur existence complète : que quelques germes peuvent bien s'égarer et croître loin de la station qui leur convient, mais qu'ils y restent comme des exilés et qu'ils n'y multiplient pas; que la végétation d'un terrain prise en grand a une véritable signification, et que, quand elle sera étudiée de cette manière, elle conduira à un résultat tout autre que celui auquel nous conduisent les catalogues botaniques dressés par la méthode actuelle. C'est encore une étude à laquelle nous convions les jeunes botanistes qui veulent apporter un utile tribut à la science agricole.

CINQUIÈME PARTIE

CLASSIFICATION DES TERRAINS AGRICOLES.

INTRODUCTION.

En tout temps, les agriculteurs ont senti le besoin d'une nomenclature pour nommer et désigner les terres qu'ils cultivent, et celles dont ils veulent rendre compte de vive voix ou par écrit. Partout on a créé une telle nomenclature, mais elle n'a pu être basée dans chaque lieu que sur le petit nombre d'objets de comparaison qui se présentaient à l'observation. Ainsi, dans certains pays, on a admis des terres rouges et blanches; ailleurs, des terres fortes et légères. La pratique a fait ses classifications sur un caractère unique qui renfermait pour elle tous les autres caractères des natures de sol que l'on considérait; mais l'idée complexe que représentait chacun de ces mots n'était pas la même à quelques kilomètres plus loin : ici, les terres rouges étaient aussi des terres légères; ailleurs, des terres fortes. L'utilité de ces nomenclatures ne pouvait donc s'étendre plus loin que le champ de l'observation.

Quand on a voulu étudier scientifiquement l'agriculture, quand on a voulu comparer les cultures et les résultats de deux pays éloignés, des aperçus aussi superficiels n'ont plus suffi. Les descriptions, les préceptes devenaient vagues et inexplicables sans une langue qui traduisît les perceptions des sens, qui retraçât à tous les yeux les mêmes images; sans elle, chacun se trouve réduit à son expérience individuelle, et les Arthur Young, les Schwerz, les Bürger, les Lullin de Châteauvieux ne

transmettent plus qu'incomplétement à notre esprit le résultat de leurs courses intermédiaires.

Au milieu du mouvement scientifique moderne, qui s'est étendu à l'agriculture, il était impossible que la nécessité ne produisît pas quelque chose de pareil à ce qui s'est passé dans toutes les sciences naturelles, et qu'une pareille langue ne se formât pas spontanément; mais le travail individuel se fait trop sentir dans la nomenclature adoptée. Faute de s'être entendus et d'avoir fixé, par de bonnes définitions, la valeur des mots, tous les écrivains sont loin d'attacher le même sens aux mêmes termes. La classification entière est à refondre, et il faut le faire en ne perdant pas de vue les propriétés agricoles des terres, et sans se laisser dominer par des notions scientifiques d'un autre ordre. Nous allons l'essayer dans cette cinquième partie; mais nous commencerons par jeter un coup d'œil rapide sur les divers systèmes de classification, et, après avoir reconnu leur insuffisance, nous essaierons d'établir les principes qui doivent dominer un pareil travail, et d'en faire nous-même l'application.

CHAPITRE Ier.

Examen des divers systèmes de classification.

Les classifications proposées jusqu'ici pour les terrains agricoles ont pour base, ou la composition minérale, ou les propriétés physiques, ou le genre de culture auxquels ils sont propres, ou enfin un mélange plus ou moins judicieux de ces différents éléments. Il serait trop long et assez inutile de recueillir, dans tous les traités d'agriculture, les classifications diverses que les auteurs ont cru devoir proposer. Nous nous bornerons à choisir quelques exemples dans chacune des divi-

sions que nous venons d'indiquer; ce que nous en dirons pourra s'appliquer aux classifications faites sur les mêmes principes.

SECTION I. — *Classifications fondées sur la composition minérale du sol.*

Parmi les anciens, Varron est le premier qui ait proposé un système de classification, fondé sur la composition minérale du sol. Il divise les terres: 1° en crayeuses; 2° sablonneuses; 3° argileuses; 4° graveleuses; 5° ocreuses; 6° charbonneuses. Il admet ensuite les combinaisons deux à deux de ces différentes terres, et les divise en trois degrés, en disant qu'elles sont fortement, médiocrement, faiblement crayeuses, sablonneuses, argileuses, etc. [1]. Rien de plus vaste que ce cadre: il possède, en vertu de l'association de mots qu'il autorise, une élasticité qui se prête à la formation de tous les groupes imaginables; mais qui ne voit qu'il n'est qu'une véritable abstraction fondée sur des principes étrangers à l'agriculture, un travail de cabinet, un de ces systèmes que l'on construit aisément à l'aide d'un caractère donné et de quelques accolades?

Si nous l'examinons en détail, nous remarquons d'abord que ses trois premières classes sont en effet très naturelles, qu'elles indiquent des natures déterminées, connues, et qui annoncent le tact de l'auteur; mais les trois dernières ne sont plus de même ordre; du gravier dans une terre n'est qu'une circonstance accessoire: le principal, c'est la nature de la terre qu'accompagne le gravier. Dire d'une terre qu'elle est graveleuse, sans ajouter qu'elle est argileuse, crayeuse ou sablonneuse, ce n'est pas en donner une idée suffisante. Il en est de même de la terre ocreuse et de la terre charbonneuse. Varron n'a donc réellement admis que trois classes primor-

(1) Varron, cap. IX.

diales, qui peuvent se trouver plus ou moins affectées, comme épithète, par le titre des trois dernières. Mais il y a plus, les terres peuvent n'être décidément d'aucune des trois classes du premier ordre, même modifiées par les épithètes du second ordre; elles peuvent être un mélange des trois premières classes prises deux à deux et trois à trois, et tel qu'il soit impossible de leur assigner une place fixe dans le tableau. Suffira-t-il alors de dire qu'elles sont fortement, médiocrement peu sablonneuses, crayeuses ou argileuses, sans exprimer la qualité mixte du composé? Ainsi, on peut, sans injustice, regarder cette classification comme insuffisante pour rendre compte de toutes les modifications que nous présente la nature.

Pendant longtemps nos modernes ont moins bien fait; ainsi, Monnet[1] proposait de diviser les terres agricoles : 1° en argiles, 2° marnes, 3° terres tuffacées, 4° terres bolaires, 5° terres à porcelaine; sans parler de l'incomplet d'une telle nomenclature, qui ne renferme ni les terres sablonneuses, ni les glaises, ni les craies, et qui propose des variétés d'argile sous plusieurs divisions, nous ne trouvons ici de nouveau que la classe de la marne qui est distinguée des véritables argiles.

Chaptal[2], venu plus tard, divisait les terres : 1° en glaise, 2° calcaire, 3° marne, 4° sables ; il négligeait les terres tourbeuses qui occupent d'assez vastes étendues; mais, quoique très rationnelle, sa division était encore toute minéralogique, et ne reposait sur aucune considération agricole. Thaër l'adopta dans son grand ouvrage[3].

Pontier[4] adoptait les trois classes de Varron, et les associant

(1) *Journal de physique*, 1774, t. II, p. 180.
(2) *Chimie agricole*, t. I, p. 115.
(3) *Principes d'agriculture*, § 530.
(4) *Mémoire sur la connaissance des terres agricoles*. Aix, 1826.

entre elles deux à deux et trois à trois selon la prédominance des éléments qui les constituaient, il formait le tableau suivant :

I. Classe argileuse.	1. Argilo-calcaire. 2. Argilo-siliceuse. 3. Argilo-calcaire-siliceuse.
II. Classe calcaire.	4. Calcaire-argileuse. 5. Calcaire-siliceuse. 6. Calcaire-argilo-siliceuse.
III. Classe siliceuse.	7. Silico-argileuse. 8. Silico-calcaire. 9. Silico-calcaire-argileuse.

Nous ferons observer que l'auteur ne dit pas ce qu'il entend par la prédominance d'une de ces terres. Est-ce un plus grand poids, un plus grand volume de cet élément? Mais une terre peut passer pour argileuse et peut être très forte, quoiqu'elle contienne moins d'argile que de calcaire. D'ailleurs, combien n'aurait-il pas été difficile d'appliquer exactement ces dénominations, sans une analyse assez avancée des terrains ! On passe dans ce système par des nuances si fines, que la détermination serait sans cesse sujette à contestation.

M. Oscar Leclerc[1] a complété ce cadre, mais en même temps il l'a compliqué par de nouvelles considérations. Voici le système de classification qu'il propose :

I. Terre argileuse.	Argilo-ferrugineuse. Argilo-calcaire. Argilo-sablonneuse. Argilo-ferrugino-calcaire. Argilo-ferrugino-siliceuse. Argilo-ferrugino-calcaire. Argilo-sablo-calcaire.
II. Terre sableuse.	Sablo-argileuse. Quartzeuse et graveleuse. Granitique. Volcanique. Sablo-argilo-ferrugineuse. Sables de bruyère. Sables purs.

(1) *Maison rustique du XIX^e^ siècle*, t. I, p. 24.

III. Terre calcaire. { Sables calcaires. / Sables crayeux. / Sables tuffeux. / Terres marneuses.

IV. Terre magnésienne.

V. Terre tourbeuse. { Tourbeuse. / Uligineuse. / Marécageuse.

La première classe n'est que la reproduction du système de Pontier, et mérite les mêmes reproches. La seconde confond les notions minéralogiques et les notions géologiques; plusieurs de ses genres ont une double et une triple place dans le cadre. Ainsi, les sables granitiques peuvent être rangés par les uns dans les terres sableuses-argileuses, ou dans les quartzeuses-graveleuses; les terres argilo-ferrugino-siliceuses sont bien près des sablo-argilo-ferrugineuses et des argilo-ferrugino-siliceuses. La magnésie ne se trouve jamais constituer un terrain assez étendu pour pouvoir être élevée au rang de classe; enfin, les terrains tourbeux, par opposition aux terrains tourbeux-uligineux et marécageux, ne font que reproduire plusieurs fois la même espèce de terrain avec des caractères tous différents.

M. Devèze de Chabriol [1] avait classé les terrains en : 1° granitiques, 2° schisteux, 3° d'alluvion sableuse, argileuse, calcaire, 4° volcaniques, 5° tourbeux. Il avait fait ses observations dans un pays où les terrains formés en place étaient nombreux; aussi, pour lui, étaient-ils la règle, et les terrains transportés l'exception. Ceux-ci qui, chez lui, formaient seulement la troisième classe, composent réellement la plus grande masse des terrains agricoles.

Quoique le système de classification de Hundeshagen, que l'on vient de nous faire connaître, paraisse fondé sur l'appréciation forestière des terrains, il n'est au fond qu'un système

(1) *Mémoires de la société centrale d'agriculture*, 1819, p. 260.

géologique de classification. Nous le rapportons ici dans les termes mêmes dont s'est servi M. Moll [1].

I^re^ CLASSE. — Roches formant des sols très riches.

1° Toutes les formations calcaires en général. Parmi elles le *tuf calcaire*, par sa facile décomposition, forme d'ordinaire les plus fertiles.

2° Les différentes couches secondaires de gypse et de marne de diverses natures.

3° Les formations volcaniques (laves) ; celles du basalte, du trappe et des brèches trappéennes.

4° L'euphotide, le chlorite ou grès flexible, la serpentine, le schiste magnésien et le schiste argileux lorsqu'il contient également de la magnésie.

5° La marne oolithique, lorsqu'elle a plus de 10 p. 100 de chaux.

6° Les gisements quartzo-calcaires de quelques couches de grès, lorsqu'ils forment un sol calcaire ferrugineux.

7° Les porphyres.

Les sols de cette première division peuvent, suivant Hundeshagen, faire croître, même sans mélange d'humus et d'engrais, les essences de bois les plus exigeantes, ou du moins les empêcher de dépérir. Les essences qui se contentent d'un sol moins bon, comme le bouleau, les pins sylvestre et maritime, s'y rencontrent rarement, et la surface n'est jamais couverte de fougères, de bruyères et de genêts, mais présente une végétation vigoureuse de bonnes plantes qui exigent et révèlent un sol fécond.

II^e^ CLASSE. — Roches formant des sols de fécondité moyenne.

1° Le schiste argileux, abondant en quartz et pauvre en chaux, en magnésie et en oxyde de fer.

(1) *Journal d'agriculture pratique*, 2° série, t. II, p. 372.

2° Le granite et le gneiss.

3° Le schiste siliceux.

4° Le tuf quartzeux et ordinaire.

5° Le schiste micacé.

6° Le grès primitif.

7° Les meilleures variétés (les plus riches en argile) du grès bigarré et du grès oolithique.

Les essences qui exigent un bon sol ne viennent déjà plus aussi bien dans les terres de cette nature, à moins qu'elles ne contiennent des détritus organiques en suffisante quantité; lorsque ces détritus manquent, elles dépérissent bientôt. Les autres essences plus sobres s'y développent fréquemment, de même que des arbrisseaux tels que le genêt, la bruyère, la myrtile.

IIIe classe. — Roches formant des sols pauvres.

1° Les grès bigarrés en général.

2° Les grès de nouvelle formation reposant sur la chaux coquillère, les grès de *Keuper* et du *Lias*.

3° Les brèches.

4° Les molasses et en général les grès de la plus nouvelle formation.

La croissance des arbres sur les terrains de cette nature est encore plus dépendante de la portion de matière organique (humus) qui entre dans leur composition. Les essences qui exigent beaucoup de fécondité, comme le hêtre commun, le charme, le tilleul, le sapin, le pin du Nord, etc., ne s'y conservent que par des soins et un traitement convenables. Le frêne, l'aune, l'érable, etc., n'y viennent plus originairement, et le gazon et les herbes n'y croissent que dans les places riches en humus; en revanche, les fougères, les genêts, les bruyères s'y rencontrent en grande quantité, quoique ne montrant plus la

même vigueur de végétation qu'elles ont dans les sols précédents. Situés à des expositions sèches et chaudes, ces terrains risquent de devenir tout à fait stériles.

IV^e^ CLASSE. — Roches formant des sols très maigres.

Cette dernière division comprend les terrains formés de cailloux roulés, de galets et de sable mouvant.

Ce sont des terrains de transport qui possèdent tous les défauts de la classe précédente, mais à un degré beaucoup plus fort. La surface en est tellement aride que les bois les plus sobres n'y viennent que très mal, et, lorsque la situation n'est pas naturellement fraîche, n'y viennent pas du tout. »

On voit que Hundeshagen ne considère presque ici que les terrains formés en place, et qu'il semble jeter un regard de mépris sur les terrains de transport, relégués par lui dans sa classe des sols très maigres, et qui, cependant, fournissent les terres les plus fertiles du monde. D'ailleurs, ses déductions pourraient être contestées, car, en plaçant chacun de ses terrains dans des circonstances physiques différentes, il sera facile de faire de chacun d'eux un terrain supérieur ou un terrain inférieur aux autres. De pareils travaux peuvent bien servir de renseignements sur les dispositions relatives des terrains; mais, pris d'une manière absolue, comme les présente l'auteur, ils ne sont propres qu'à égarer les esprits qui n'ont pas été prémunis contre ces erreurs par les leçons de l'expérience.

SECTION II. — *Classifications fondées sur les propriétés physiques du sol.*

Pendant que les savants étaient occupés, dès les temps les plus anciens, à classer les sols d'après leurs principes compo-

sants, le vulgaire s'en tenait toujours à leurs propriétés physiques. Varron fut l'expression de la première tendance, Columelle le fut de la seconde. Il distinguait les terres de la manière suivante : 1° grasses, 2° maigres, 3° meubles, 4° fortes, 5° humides, 6° sèches, et il en formait huit classes principales :

1° Grasse, meuble, humide. (Quand elle était médiocrement humide, c'était la terre qu'il appelait *pulla*, la terre par excellence.)
2° Grasse, forte, humide.
3° Grasse, meuble, sèche.
4° Grasse, forte, sèche.
5° Maigre, forte, humide.
6° Maigre, forte, sèche.
7° Maigre, meuble, sèche.
8° Maigre, meuble, humide.

On n'a rien fait de mieux ni de plus complet, depuis cet auteur, pour classer les terres selon leurs propriétés physiques, isolées de toute autre considération. Ceux qui ont voulu retoucher à cette classification, qui reproduit si bien le langage populaire, n'ont fait que la mutiler.

Elle pouvait suffire dans ce sens à l'agriculture quand elle ne connaissait pas les propriétés attachées à la composition minérale des terrains, les propriétés des terres calcaires, par exemple, en opposition avec celles des terrains qui ne possèdent pas l'élément calcaire. Les progrès de la science et ceux de l'observation agricole elle-même exigent que l'on fasse entrer de nouvelles considérations dans la formation d'une nomenclature.

Section III. — *Classifications fondées sur les genres de cultures convenables aux terres.*

La plus ancienne classification de ce genre est celle de Caton, car elle est entièrement relative aux cultures déjà établies sur le sol. Selon lui, on distingue les terres : 1° en vignes, 2° jar-

dins, 3° saussaies, 4° olivettes, 5° prairies, 6° terres à blé, 7° bois, 8° vergers, 9° chenevières. C'est la division d'un cadastre, mais nullement celle qui est propre à donner une idée de la nature des terres, car l'erreur du cultivateur qui planterait une vigne sur une terre de jardin la classerait parmi les terres fort différentes des autres vignobles.

Mais les Allemands, qui ont aussi adopté une classification tirée des cultures, ne sont pas tombés dans cet empirisme. Ainsi Thaër divise les terres : 1° en terres à froment, 2° terres à orge, 3° terres à seigle, 4° terres à avoine ; mais en même temps il joint à ces dénominations des analyses chimiques qui, dans son esprit, se lient intimement aux propriétés agricoles qu'il leur attribue. Les analyses de Thaër ne sont que de simples lévigations précédées de l'action d'un acide pour enlever la chaux, et c'est d'après le résultat d'une telle opération qu'il a présenté un tableau de la valeur relative des terrains, et leur a assigné la culture qui leur convenait [1], sans songer que le troisième lot de la lévigation peut, au lieu d'argile, ne contenir que de la silice très divisée. Au reste, Burger [2] a déjà fait justice de cette prétention en nous donnant l'analyse suivante de deux terrains selon la forme adoptée par Thaër :

Parties constituantes.	Terre A.	Terre B.
Parties solubles dans l'eau froide.	0,001	0,000
Parties combustibles.	0,066	0,069
Parties terreuses impalpables (lot n° 3) . . .	0,178	0,192
Sable fin (lot n° 2).	0,071	0,216
Gros sable mêlé de gravier (lot n° 1)	0,681	0,523

A l'examen de ce tableau, on trouve les lots numéros 2 et 3 de la terre A égaux à 249, et ceux de la terre B à 408 ; qui ne croirait que la terre B est plus tenace, moins légère? et cependant c'est le contraire qui est vrai : A forme des mottes

(1) *Principes d'agriculture*, § 554.

(2) *Cours d'économie rurale*, traduit par Noirot. Dijon, 1836, p. 23 et 24.

dures, B se pulvérise facilement. Nous avons déjà montré plus haut et par expérience qu'il en devait être ainsi toutes les fois que le troisième lot n'était pas formé uniquement d'argile dans deux terres que l'on compare. Selon Thaër, A serait classé comme un bon terrain à avoine, B comme une terre à orge de deuxième classe, et cependant A est une terre extrêmement fertile, qui convient au maïs et au froment, et B est d'une maigreur et d'une aridité presque absolues. Ce seul exemple prouve le danger des classifications par culture, quand elles sont basées sur un seul caractère et non sur un ensemble de caractères qui se rapportent aux besoins des plantes. Ainsi, l'on pourrait sans danger définir une terre à froment celle qui, n'étant pas trop humide lors de la semaille, conserve $0^{m},12$ de son poids d'eau à 33 centimètres de profondeur jusqu'à la maturité du froment, et terre à seigle celle qui ne conserve cette humidité que jusqu'à la maturité du seigle. Hors de ces caractères synthétiques, qui sont le résultat et la combinaison d'une foule de données diverses, on n'agit plus avec sûreté.

La classification de Kreissig est aussi fondée sur les cultures qui conviennent aux terres. Cet auteur a cherché à se garantir de la faute que Thaër avait commise en donnant un ensemble de caractères pour signaler ses classes, au lieu d'un seul caractère tiré de la lévigation. Il divise les terres en terres à céréales d'hiver et terres à céréales de printemps. Les terres à céréales d'hiver sont celles qui ne sont pas trop humides dans cette saison ; les terres à céréales de printemps sont celles qui se dessèchent de bonne heure au printemps et peuvent être ensemencées après être restées tout l'hiver dans l'humidité. Ces considérations annoncent que le système a été fait pour un pays où l'on se préoccupe peu de la sécheresse précoce de l'été ; il n'a donc pas le degré de généralité que l'on peut désirer sous le point de vue scientifique.

Les terres à céréales d'hiver sont divisées en trois classes, auxquelles Kreissig assigne les caractères suivants :

1° Terres à froment, celles où l'argile prédomine, qui se crevassent par la sécheresse et se divisent en grosses mottes difficiles à rompre ;

2° Terres à seigle, peu argileuses, qui ne se crevassent pas et dont les mottes se divisent facilement ;

3° Terres à céréales de printemps.

Ces ordres sont divisés en classes ; mais ici les caractères cessent d'être précis ; ils sont fort multipliés, tiennent à des modifications ambiguës et qui, n'étant pas complètes, laissent le plus grand nombre des terrains en dehors du cadre.

On peut en outre objecter que, borné au point de vue de la culture des céréales, considéré seulement dans les circonstances qui conviennent à l'Allemagne, ce cadre manque d'universalité, et que son utilité se borne, comme l'a voulu son auteur, à servir de base aux opérations cadastrales de son pays.

Plus récemment encore, M. Moll, professeur au Conservatoire des arts et métiers, nous a donné [1] un système de classification et d'appréciation des terrains, basé sur leur aptitude à produire des fourrages, genre de produit très propre à indiquer les propriétés agricoles des sols. Il admet neuf classes de terrains, selon la réussite constante de certains fourrages les plus généralement cultivés : la luzerne, le trèfle rouge, le sainfoin et le trèfle blanc.

« Ire CLASSE. — Terre à luzerne de première classe.

(*a*) Sol d'alluvion, profond, argilo-calcaire, riche en terreau.

(*b*) Terre franche, moins argileuse que la précédente, profonde, riche, mais sujette au déchaussement. Le colza, le blé,

(1) *Journal d'agriculture pratique*, 2e série, t. II, p. 374.

les féves, la luzerne y viennent parfaitement. La luzerne produit 10,000 kilog. de foin par hectare.

IIe CLASSE. — Terre à trèfle de première classe.

Argilo-calcaire, suffisante quantité de terreau à sous-sol un peu humide. La luzerne y dure peu. Le trèfle produit 7,500 kilog. par hectare.

IIIe CLASSE. — Terre à luzerne de seconde classe.

Terrain léger, profond, à sous-sol sec. Le trèfle et le blé y souffrent dans les années sèches. La luzerne produit 6,000 kilog. de foin par hectare.

IVe CLASSE. — Terre à sainfoin de première classe.

Terrain calcaire léger, à sous-sol moins compacte. Le seigle, l'orge, les pommes de terre, toute récolte printanière, y réussissent bien; le blé y donne passablement de grain, peu de paille. Le sainfoin produit 5,000 kilog. de foin par hectare.

Ve CLASSE. — Terre à trèfle de seconde classe.

Argile compacte, peu de terreau, sous-sol imperméable; convient encore au trèfle, au blé, et surtout à l'avoine. Récolte assez considérable, frais de culture élevés. Le trèfle produit 5,000 kilog. de foin par hectare.

VIe CLASSE. — Terre à luzerne de troisième classe.

Terrain sablonneux, sous-sol de sable et de cailloux. Les récoltes-racines, la navette, le seigle, le sarrasin y donnent des

récoltes avec de fortes fumures. Le blé n'y réussit que dans les années humides. La luzerne y vient peu; elle produit 3,000 kilog. de foin par hectare.

VII^e^ CLASSE. — Terre à trèfle blanc de première classe.

(*a*) Sol argileux, maigre, sous-sol imperméable.

(*b*) Terrain quartzeux, sous-sol imperméable. Ce terrain ne convient qu'au trèfle blanc et à l'avoine; le blé n'y donne de bonnes récoltes qu'à l'aide de fortes fumures et du marnage ou du chaulage. Ce terrain nourrit une vache un quart par hectare.

VIII^e^ CLASSE. — Terre à sainfoin de seconde classe.

(*a*) Sable calcaire, sous-sol rocheux.

(*b*) Marne sablonneuse, brillante.

(*c*) Terre pierreuse, reposant sur de la rocaille.

(*d*) Sol crayeux, sous-sol de craie pure. Le sainfoin produit 2,000 kilog. de foin par hectare.

IX^e^ CLASSE. — Terre à trèfle blanc de seconde classe.

Sol sablonneux, pauvre; sous-sol de même nature. Terres ordinaires des landes *noires*. Ce terrain nourrit 4 moutons par hectare. »

Cette classification nous semble de beaucoup préférable aux classifications précédentes, et si l'auteur était parvenu à donner des caractères univoques auxquels on pût reconnaître d'avance la classe d'un terrain donné, nous n'hésiterions pas à dire qu'elle nous paraîtrait éminemment agricole. Mais les caractères choisis par l'auteur et tirés de la nature du sol sont loin d'être sûrs. Accordons de l'humidité à ses terres à luzerne de troisième classe, placées si bas dans son échelle, et nous les amènerons

facilement à entrer dans sa première; elles seraient d'ailleurs évidemment supérieures aux terres de la troisième. Or, si nous faisons abstraction des caractères minéralogiques, que reste-t-il? L'indication de la nature des récoltes, c'est-à-dire que l'auteur définit une terre à luzerne de première classe celle où la luzerne vient parfaitement, et ainsi de suite. Nous ne doutons pas qu'en faisant cette classification il n'ait eu en vue des faits de pratique; nous croyons seulement qu'il a trop voulu les généraliser. Nous verrons plus loin que M. Moll a très bien su apprécier la valeur des terrains qu'il décrivait, et la critique que nous hasardons ici ne doit être considérée que comme une preuve de l'estime sincère que nous avons pour ses talents et ses solides connaissances économiques.

On ne peut trop louer ces tentatives vraiment agricoles; leurs auteurs se sont séparés, en grande partie, de l'école purement minéralogique; ils ont cherché à faire une classification en rapport avec les besoins de l'agriculture. La spécialité de leurs sols allemands ou les étroites limites d'un assolement exclusivement composé de céréales et de fourrages ne leur a pas permis de s'apercevoir des cas nombreux où d'autres terrains et d'autres genres de culture exigeaient un plus large développement de leurs cadres.

Section IV. — *Classifications mixtes.*

Après avoir constaté si souvent l'impuissance d'un principe unique pour présider à la classification des terrains, il était naturel d'essayer de réunir plusieurs principes différents. Mais peut-être que, pour réussir dans cette entreprise, il aurait fallu que l'analyse des terres fût plus avancée qu'elle ne l'était quand la Société économique de Berne proposait la classification suivante [1].

(1) *Œuvres d'Arthur Young*, t. X, p. 15.

I. Terres fortes.	Argile.
	Marne.
	Terre de marais.
II. Terres légères.	Mélangées.
	Sables.

Ici les principales divisions étaient tirées de la ténuité des terres et les divisions secondaires de la nature minérale. Mais d'abord les terres de marais sont bien éloignées d'être toutes des terres fortes; celles qui sont fortement calcaires, comme les terres du Trentin (Vaucluse), ont à peine quelque tenacité. Malgré ce défaut, on voit combien le bon sens pratique des membres de la Société économique se rapproche de la bonne route.

Plus tard, Arthur Young s'en écartait visiblement quand il donnait, dans son *Guide du fermier* [1], le plan de classification suivante :

I. Terres compactes.	Motteuses.
	Friables.
	Loam compacte.
II. Sols graveleux.	Sains et chauds.
	Humides et froids.
III. Sols sablonneux.	Légers.
	Compactes.
IV. Crayeux.	
V. Marécageux.	

Ici les éléments physiques se trouvent mêlés aux éléments minéralogiques, mais sans ordre, sans logique, puisqu'on admet des terres compactes friables, des terres crayeuses qui ne pourraient être graveleuses, des sols sableux compactes qui ne seraient pas placés parmi les terres compactes.

L'examen rapide que nous venons de faire des divers systèmes de classification de terres proposés jusqu'ici doit nous faire sentir que ce qui leur manque, c'est d'avoir été précédés d'un examen sérieux des principes sur lesquels doit être basée une telle classification; nous allons nous efforcer de les établir.

(1) T. XI, p. 2 de la traduction de ses œuvres.

CHAPITRE II.

Principes de la classification des terres.

Si nous étudions les corps pour les connaître en eux-mêmes et sans but prochain d'application, c'est dans leur être intime, dans les rapports de leurs parties, dans leur ressemblance et leur dissemblance que nous trouvons les moyens de les grouper entre eux, sans aucun égard aux circonstances étrangères à leur existence propre; c'est ainsi que Jussieu a établi ses familles de plantes, Cuvier celles des animaux; chacun de leurs groupes réunit les êtres qui se ressemblent le plus entre eux, sous tous les rapports de leur organisation, sans aucun mélange de l'idée étrangère de leur utilité : c'est de l'histoire naturelle pure.

Mais si nous changeons de point de vue, si ce n'est pas l'être et le corps en lui-même que nous voulons étudier, mais seulement telle ou telle de leurs propriétés, dès lors la classification cesse d'être une *méthode naturelle* et devient une *méthode usuelle*. Ainsi, quand nous voulons étudier les plantes sous le point de vue agricole, la considération des familles ne pourrait que nous égarer, nous ne trouverons aucun principe agricole commun à une famille entière. Celle des graminées, par exemple, nous présente le blé, le seigle, l'orge, le riz, la canne à sucre, le fromental, le ray-grass, qui exigent des soins et servent à des usages différents. D'ailleurs, le nombre des familles cultivées est peu considérable, et en suivant l'ordre des familles dans un cours d'agriculture, on n'aurait plus que des lambeaux de ces familles, qui, séparées de leur ensemble, ne formeraient plus qu'un chaos, quand on aurait fait disparaître les chaînons intermédiaires qui établissent l'ordre de leur en-

chaînement. Que ferions-nous donc dans ce cas? Nous rapprocherions entre elles les plantes dont le genre de culture a le plus d'analogie, et nous aurions, par exemple : 1° les arbres forestiers; 2° les arbres et arbustes récoltés annuellement (mûriers, vignes, arbres à fruit); 3° les plantes à grains féculents (blé, avoine, sarrasin); 4° les plantes à graines huileuses (colza, pavot); 5° les plantes fourragères (luzerne, ivraie vivace, spergule); 6° les plantes textiles (chanvre, lin); 7° les plantes à tige tinctoriale (indigo, gaude, pastel); 8° les plantes oléracées (épinards, chicorée); 9° les racines (pommes de terre, betteraves, carottes, garance, etc.). Nous formerions ainsi des classes dans lesquelles les affinités des plantes sont brisées, mais qui nous offrent un autre genre d'affinité, celui qui résulte de leur mode de culture, qui est devenu l'objet principal de nos études. Ce sont des classes naturelles sous le rapport agricole, tandis qu'elles cessent de l'être sous celui de la botanique.

C'est ce qui a été fait aussi pour les matières médicales, alimentaires, etc. La chimie elle-même a classé les êtres naturels dans un autre ordre que la minéralogie. Ainsi non-seulement les sciences d'application (sciences technologiques), mais les sciences pures elles-mêmes, modifient leurs classifications selon l'objet qu'elles se proposent, en les faisant dériver de celles des propriétés des corps qui importent à leur objet.

En agrologie, ce ne sont déjà plus des substances simples, des corps dans leur état individuel, comme une plante, un cristal, que nous avons à examiner; ce sont des mélanges de plusieurs substances dont on ne forme des individus que par abstraction, ainsi que cela a lieu pour les roches, et formées comme celles-ci de la réunion de plusieurs minéraux simples. Mais cette opération intellectuelle, qui saisit la réunion habituelle de plusieurs substances pour en former un être collectif, est bien plus naturelle dans la pratique que celle qui ne considérerait dans un granite que les trois minéraux qui le compo-

sent, sans avoir égard à leur mode d'agrégation, ou mieux encore à celle qui décomposerait ces minéraux en leurs derniers éléments chimiques, rayant ainsi le granite des nomenclatures, pour ne plus y placer que l'oxygène, le silicium, l'aluminium, le potassium, le magnesium et le fer.

Il en est ainsi des terres, soit qu'elles ne présentent qu'une seule espèce minérale, la silice, par exemple; soit, comme cela arrive le plus souvent, qu'elles en présentent plusieurs, et qu'on les trouve associées à des débris végétaux et animaux. Nous pouvons considérer abstractivement chacun de ces mélanges comme une roche pulvérisée, et agir sur lui comme l'on a agi sur les roches pour en former un ensemble systématique.

Après avoir montré que la raison et l'usage nous autorisent à proposer une classification des terres sous le point de vue spécial de l'agriculture, nous devons examiner : 1° quels sont les caractères que l'agriculture doit rechercher dans les terres; 2° la valeur relative de chacun d'eux; 3° leur application à la classification.

SECTION Ire. — *Caractères des terres relativement à l'agriculture.*

Quand un agriculteur s'attache à l'étude d'une terre, il lui est fort indifférent qu'elle soit composée d'alumine, de silice, ou que ces substances soient à l'état de quartz ou de feldspath, ou que, dans leur agrégation, elles soient les débris d'un granite, qu'elles appartiennent aux terrains primitifs ou d'alluvion; ce qu'il demande, c'est de savoir quel genre de plante la terre qu'il observe portera avec le plus d'avantage, la force qu'exigera sa mise en culture, les amendements qu'elle réclame pour acquérir son maximum d'effet; voilà les vrais caractères agricoles, ceux qui s'adaptent au plan de l'agrologie, ceux qui portent la lumière dans ses recherches.

Or, ce que nous avons dit en parlant de la composition des sols nous prouve que certains éléments sont en rapport avec les propriétés recherchées par les agriculteurs. Ainsi, les terrains qui contiennent en certaine proportion les carbonates de chaux et de magnésie sont éminemment propres à la culture du froment; si l'on y ajoute du gypse, les légumineuses y prospèrent aussi; les glaises qui abondent en silice sont le sol spécial des forêts.

Les propriétés physiques des terres les rendent aussi plus ou moins convenables à certains végétaux; les terres constamment fraîches portent de belles prairies; les terres sèches en été sont propres au froment ou au seigle, selon l'époque de leur dessiccation; les terres humides en hiver veulent des récoltes de printemps, si à cette époque elles ont perdu une partie de leur humidité; les terres sèches à la surface et à sous-sol frais s'utilisent pour les arbres et les arbustes; les terres inondées produisent de précieuses récoltes de roseaux servant aux litières.

Sous le point de vue de la facilité et de la difficulté des travaux, les terres siliceuses et sablonneuses s'ouvrent sans effort, ainsi que celles de nature organique; les terres argileuses, les glaises et les terres mélangées offrent des degrés assez différents à cet égard, selon la quantité d'argile propre à faire pâte qu'elles renferment.

Sous le rapport des engrais et des amendements, les terres sablonneuses et calcaires, plus perméables à l'air, décomposent plus facilement les engrais et demandent des fumures fréquentes, tandis que les terres argileuses retiennent le fumier, ne le cèdent qu'après s'en être saturées, et peuvent ainsi être fumées à de longs intervalles et avec plus d'abondance; les terres riches en principes organiques exigent l'emploi de la chaux: celles où cette substance manque s'améliorent par son addition, etc.

Ainsi, nous retrouvons tous les caractères minéralogiques et physiques des terres en certains rapports avec les caractères

agricoles. Il y a des groupes entiers de terres dont les caractères naturels répondent à un caractère agricole. Voyons maintenant quelle est leur importance et leur généralité.

Section II. — *Valeur des caractères.*

Pour apprécier la valeur relative des caractères agricoles, il faut rechercher quels sont les plus indispensables, ceux qui, s'ils n'existaient pas, apporteraient le plus de perturbation dans l'agriculture. Le degré de cette nécessité indiquera leur subordination.

La physiologie végétale nous a appris que les semences peuvent germer, les tiges et les feuilles s'accroître par le seul secours de l'eau et de l'air atmosphérique. Cette végétation est sans doute imparfaite ; elle absorbe le carbone de l'air, elle puise de l'oxygène et de l'hydrogène dans l'eau ; mais elle ne peut augmenter la dose d'azote et de sels alcalins et terreux que ses semences renfermaient déjà. Cependant c'est une végétation, et, sans eau, la terre la plus fertile ne développerait pas le germe. On peut donc affirmer qu'un degré convenable d'humidité dans le terrain est le premier de tous les caractères agricoles.

Mais nous ne pouvons concevoir l'action de l'eau dans la culture sans l'intermédiaire de la terre : c'est elle qui a conservé et cédé à l'eau les éléments qui doivent composer la plante et permettent sa reproduction ; ces éléments sont disposés de manière à favoriser l'accroissement de certaines plantes de préférence à d'autres. Or, cette appropriation des terres aux diverses cultures nous semble, après leur humidité, le caractère qui a le plus de valeur. En effet, c'est par cette considération que commence toute tentative d'exploitation agricole. Ce n'est qu'après avoir destiné telle ou telle terre aux cultures qui lui sont appropriées, que l'on pense aux travaux et aux amende-

ments qui lui sont nécessaires; ces travaux, ces amendements seraient sans but, si l'on ignorait à quelles plantes ils doivent servir. La force nécessaire pour exécuter les travaux a aussi une grande importance; si l'appropriation du sol décide le côté physiologique d'une culture, le travail qu'elle exige s'adresse à son côté économique; il modifie le plan d'assolement, que l'on arrêterait trop légèrement sur la première considération isolée; il a une influence décisive sur le choix des moyens à employer pour vaincre la résistance, sur le nombre, le genre de forces à appliquer aux machines, sur les machines ou les outils que l'on doit choisir.

Enfin, quant aux engrais nécessaires aux plantes sur un sol donné, ils sont sans doute le signe et le couronnement d'une bonne agriculture, mais leur usage est loin d'être général ; le plus grand nombre des terres se cultive presque sans leur secours; on ne pourrait donc considérer l'usage intelligent des engrais, qui malheureusement n'est encore qu'une exception, comme un caractère aussi général que les précédents.

SECTION III. — *Subordination des caractères.*

En cherchant le caractère qui doit être pris pour dominer la classification des terres, qui doit en faire la division primordiale, nous remarquons que leur humidité, qui est le premier caractère physiologique, n'est pas complétement dépendante de la nature et de la composition des terrains. C'est une propriété trop souvent variable, qui s'applique, selon le cas, aux mêmes natures de sol; elle est essentiellement locale, s'étend à tous les genres de terrains quand elle provient d'une qualité excessive du climat; d'autres fois elle tiendra à sa disposition topographique, et elle embrassera toute une section de territoire, quelle que soit la nature des terres. Ainsi, en Arabie, on n'aura que des terres sèches qui seront argileuses, sablonneuses,

calcaires ; en Irlande, on n'aura que des terres humides, argileuses, sablonneuses, calcaires ; ailleurs, une partie du territoire située sur un plateau sera sèche, tandis que les pentes et les vallées formées des mêmes terrains seront humides. Il y a plus, un canal d'arrosage, un fossé de desséchement changeront complétement l'état du sol sous le rapport de l'humidité, sans affecter nullement la nature des terres, et sans rien avoir de permanent, car la clôture du canal, le comblement du fossé modifieront sur-le-champ la qualité de la terre. Ainsi l'humidité du sol, qui est la propriété physique la plus importante, celle dont le cultivateur doit surtout se préoccuper, n'est pas propre à régir une classification, et ne ferait que la rendre confuse. Elle marche en première ligne dans l'*appréciation* des terrains, elle doit être écartée dans leur classification.

Il n'en est pas de même de l'appropriation des terres aux différentes cultures. Celle-ci présente ce premier avantage, qu'elle s'allie à la classification la plus naturelle du sol; sous le rapport minéralogique, elle rompt le moins d'affinités, et par conséquent rend plus satisfaisante et plus facile la détermination des terrains. Ainsi, en supposant l'existence de la quantité d'humidité nécessaire, toutes les terres calcaires sont propres au froment et aux légumineuses. On n'obtient d'une manière complète ces mêmes récoltes sur les glaises (terres argilo-siliceuses) qu'en leur fournissant, par le moyen de la marne ou de la chaux, l'élément calcaire qui leur manque ; ces terres ont besoin d'engrais ou d'un long repos pour pouvoir rester soumises à la culture. Les sables permettent aux racines de s'étendre pour aller chercher leur nourriture au loin ; ils sont secs de bonne heure au printemps, et, par conséquent, s'échauffent plus facilement en cette saison que les autres natures de terre ; ils sont donc propres aux récoltes de printemps. Les terreaux ont pour caractère général de se tuméfier à l'humidité, de s'affaisser par la sécheresse, d'exiger

l'ombre en été pour être maintenus dans un état moyen d'humidité, et alors d'être propres à un grand nombre de cultures, avec l'aide de la chaux. Voilà donc les coupes minérales qui se trouvent coïncider parfaitement avec un grand nombre de propriétés agricoles.

Il est remarquable que, pour les engrais et les amendements, ces mêmes groupes restent aussi presque dans leur entier. Ainsi l'azote, qui généralement est en trop petite quantité ou manque dans les terres, nécessite, pour toutes, l'emploi d'engrais animaux, si l'on veut en obtenir de pleines récoltes; mais les engrais sont suppléés en partie par les nitrifications dans les groupes calcaires qui présentent aux influences atmosphériques une base salifiable, ou par les oxydes de fer, les terreaux et les argiles, qui condensent dans leurs pores l'ammoniaque de l'atmosphère; les amendements calcaires sont propres aux glaises, aux terres siliceuses et aux terreaux; le gypse convient aux mêmes terrains, et quelquefois aussi aux terres calcaires qui ne l'ont jamais contenu ou qui en ont été dépossédées par la succession des temps; les phosphates manquent rarement aux terrains calcaires, aussi les os en poudre y font-ils moins d'effet que sur les terrains glaiseux et siliceux; sous le rapport des amendements, il n'y aurait donc, dans l'identité des coupes minérales et des coupes agricoles, qu'une exception, celle qui exigerait l'emploi du gypse pour quelques terrains calcaires.

Il n'en est pas de même de la tenacité des terres; son application à la classification romprait les groupes naturels; car toutes les espèces minéralogiques sont susceptibles d'un degré plus ou moins grand de tenacité. Si les sables à gros grains n'offrent aucune résistance, la silice elle-même, quand elle est très atténuée, se réunit en masse et présente quelque tenacité; et quant aux terres mélangées, qui sont les plus nombreuses, les glaises très abondantes en silice sont peu tenaces, celles

chez lesquelles l'argile domine le sont beaucoup; les calcaires purs ou seulement siliceux sont peu consistants, mais leurs mélanges avec l'argile produisent des sols très tenaces. Ainsi, tous nos groupes formés par l'accord d'un caractère minéralogique et de deux caractères agronomiques (l'appropriation des plantes et les amendements) cessent d'être d'accord avec les caractères économiques tirés de la tenacité des terrains.

Il ne s'agit donc plus que de décider lequel des deux premiers ou du dernier devra prédominer. Mais d'abord, quant à l'importance agricole de ces caractères, il est facile de juger qu'une plus ou moins grande facilité de travail, séparée de la faculté de produire les plantes les plus utiles, est une qualité tout à fait négative, et qu'entre deux terres d'une égale tenacité, on choisira toujours la plus fertile; que la marne grasse et difficile à travailler sera préférée au sable aride et sans cohésion; et qu'enfin, dans l'examen d'un domaine, c'est l'aspect des plantes que l'on interroge, avant de calculer la force qu'elles ont coûté; que si ce n'est dans certains sols exceptionnels, une bonne récolte sur un sol tenace compense toujours, et au delà, la dépense qu'elle occasionne, comparée à une mauvaise obtenue avec un travail moindre sur un sol favorable.

La tenacité des terrains nous semble donc moins importante à considérer que leur appropriation aux récoltes; elle ne devra servir que comme caractère du second ordre, pour différencier les genres dans chaque division de la classification.

CHAPITRE III.

Classification primordiale des terrains.

D'après ce que nous avons dit précédemment, il ne nous sera pas difficile maintenant de choisir les caractères qui de-

vront former la première division de notre tableau. Une propriété très remarquable nous présente d'abord deux coupes primordiales. Les terres calcaires, par l'action qu'elles exercent sur les engrais atmosphériques et artificiels, les mettent rapidement en état de servir d'aliment aux plantes et sont la matière la plus précieuse pour une culture riche où les rentrées doivent suivre de près les avances. Il faut aux terres qui ne renferment pas de chaux des avances considérables d'engrais qui y reste à l'état latent, ou la longue permanence des pâturages, qui ne sont eux-mêmes qu'une manière de fournir des engrais, et enfin des chaulages et des marnages qui leur donnent le principe qui leur manque pour pouvoir continuer à être cultivées avec fruit. De plus, la végétation des deux groupes est complétement différente, et, outre les plantes adventices caractéristiques pour l'un et pour l'autre, on remarque, pour les plantes cultivées, que le froment double de produit dans les terrains non calcaires, même les mieux fumés, quand on y ajoute la chaux, et que le produit des fourrages légumineux y augmente dans la même proportion. Ainsi ces deux coupes sont parfaitement naturelles et agricoles à la fois.

Si c'est l'élément organique, le terreau, qui domine, il constitue une nature de terrain qui, quelles que soient les substances minérales qui lui sont associées, a des propriétés particulières : celle de changer de volume par les variations hygroscopiques, celle de se dessécher promptement, et par sa couleur sombre de s'échauffer beaucoup, celle enfin d'offrir un mauvais appui aux plantes. Nous avons donc cru devoir en faire une troisième division de notre tableau.

Dans les deux premières divisions, ce qui nous importe surtout, c'est la proportion des différents éléments minéraux qui entrent dans la composition des terres et qui indique à quel point elles participent aux propriétés agricoles que nous re-

cherchons. Ainsi, dans la première division, les trois principaux éléments, la silice, la chaux, l'argile, sont-ils dans une espèce d'équilibre, nous aurons les *limons*[1], parmi lesquels se trouvent les meilleurs sols connus; la silice est-elle en quantité moindre du dixième, nous avons les terres argilo-calcaires; l'argile est-elle moindre du dixième, la chaux forme-t-elle la plus grande partie des principes constitués, nous avons les *craies;* et si c'est le sable siliceux ou calcaire qui domine, nous avons les *sables*.

Dans la division des terres non calcaires, si la silice prédomine, nous avons les terrains *siliceux;* si c'est l'argile, ce sont les *glaises*.

Enfin, dans le terreau, nous trouvons le terreau *doux* n'ayant pas de réaction acide, le terreau *ferrugineux* ou terre de bruyère, et le terreau *acide*.

Les qualités exceptionnelles du terrain, comme d'être salifère, ocreux, caillouteux et graveleux, forment des espèces particulières qu'il est bien difficile de faire entrer dans une classification qui ne doit renfermer que les grandes généralités.

Les sections de chaque division seront déterminées par leur tenacité et leur hygroscopicité, d'autant plus facilement, que leur lévigation et leur lotissement nous fournissent, comme nous l'avons vu, des données très approximatives pour ces propriétés.

Le tableau synoptique qui va suivre est la réalisation de la théorie que nous venons d'exposer. Nous avons eu le soin d'adopter les noms les plus usités, ceux qui sont déjà dans la bouche et les écrits des agriculteurs, pour les appliquer à nos ordres de terrains agricoles; mais nous les avons définis et caractérisés par des signalements univoques, faciles à vérifier, et nous espérons qu'après un petit nombre d'essais il sera

(1) C'est par ce mot que nous remplacerons celui de *loam* que nous avions adopté dans notre première édition.

presque inutile de recourir aux expériences indiquées, et que dans la plupart des cas le coup d'œil les remplacera en grande partie.

- Terrains renfermant l'élément calcaire . . .
  - limons. . . . . : inconsistants. / meubles. / tenaces.
  - argilo-calcaires. : argileux. / calcaires.
  - craies. . . . . : fraîches. / sèches.
  - sables. . . . . : meubles. / inconsistants.
- Terrains ne renfermant pas l'élément calcaire
  - siliceux. . . . . : secs. / frais.
  - glaiseux. . . . . : inconsistants. / meubles. . . : micacés. / schisteux. / volcaniques. / sablonneux. / tenaces.
- Argiles.
- Terreaux. . . .
  - doux.
  - acides. . . . . : terre de bruyère. / terre de bois. / tourbe.

Nota. La vérification des caractères des terres peut être pratiquée à l'aide du petit nombre de réactifs et d'instruments suivants :

1° Un trébuchet ;
2° Un crible de fer-blanc percé de trous de $0^m,0005$ de diamètre ;
3° De l'acide nitrique ;
4° Du nitrate d'argent ;
5° Du carbonate de potasse ;
6° Du papier de tournesol.

Section I. — *Terres calcaires ou magnésiennes.*

Caractères. L'acide produit avec ces terres une effervescence plus ou moins vive. Si l'on verse dans la solution de l'eau

saturée de carbonate de potasse, il se forme un précipité de carbonate de chaux et de carbonate de magnésie.

§ I. — Les limons.

Caractères. Après l'action de l'acide nitrique, le résidu présente de l'argile et de la silice libre, qui, séparées par la lévigation, donnent au moins chacune un dixième du poids de la terre.

Observations. Dans notre première édition, nous avons donné le nom anglais de *loams* aux terres de cette section qui comprennent une partie de celles que, dans cette langue, on désigne par ce nom. Nous croyons devoir y substituer le mot français de *limon*. Celui-ci n'a pas une signification assez précise, comme mot usuel de la langue française, pour nous empêcher de lui donner un sens défini et précis, comme terme de science. D'ailleurs, le plus grand nombre des terres auxquelles nous les appliquons sont de véritables *limons*, dans le sens vulgaire du mot, c'est-à-dire des terres de dépôt et d'alluvion. Ainsi, toute terre qui, contenant de la chaux et de la magnésie, ou de l'une et de l'autre en quantité appréciable, aura en outre au moins 0,10 de silice et 0,10 d'argile, sera un limon.

Ainsi l'on pourra avoir un limon composé comme il suit :

Terreau.	4
Carbonate de chaux. . . .	43,5
Argile.	32,5
Silice libre	20
	100

C'est une excellente terre d'alluvion formée par le Rhône, à Gabet, près Orange, facile à travailler, produisant de beaux blés, de beaux légumes et de beaux mûriers. On pourra aussi avoir un limon composé ainsi qu'il suit :

Terreau.	4
Carbonate de chaux. . . .	2
Argile.	58
Silice libre.	36
	100

Thaër qualifie cette terre de riche terre argileuse. La présence de la chaux, quoique en petite quantité, la modifie au point de la retirer de la classe des glaises, où elle serait d'une moins grande valeur, car cet auteur l'estime à 77, tandis qu'une terre semblable à laquelle manquait la chaux n'était plus portée par lui qu'à 65 de valeur relative.

H. Davy cite comme des sols riches ceux de la vallée de l'Avon, de la vallée de Tiviot, qui sont des limons de différentes proportions.

	Vallée de l'Avon.	Vallée de Tiviot.
Alumine	35	42
Silice.	41	42
Carbonate de chaux	14	4
Oxyde de fer.	3	4
Matière organique	7	8
	100	100

Les limons se couvrent naturellement d'herbes; les bonnes graminées, le petit trèfle dominent parmi les plantes adventices; ils sont la base de la culture la plus riche; ils allient le mieux une tenacité modérée et une suffisante disposition à retenir une humidité convenable; ils n'exigent pas des marnages et des chaulages coûteux pour être portés à leur maximum de produit; d'un autre côté, ils ont assez de liant pour que les racines trouvent un ferme appui, et pour que l'air échauffé ou refroidi ne pénètre point sans intermédiaire jusqu'aux racines des plantes, comme cela a lieu dans les craies et dans les sables.

1. *Limon inconsistant.* Lorsque l'argile est en trop petite quantité, et que la chaux et la silice dominent, on a des terres légères qui se remuent à la pelle, et dont la culture coûte peu

de travail ; mais leur tenacité n'est jamais nulle, comme dans les terrains sablonneux et siliceux, car un dixième d'argile suffit pour leur donner un liant suffisant.

2. *Limon meuble.* Quand les proportions des différents éléments sont mieux équilibrées, le limon a une tenacité moyenne comprise entre 800 et 1,500 grammes, et alors il n'est pas seulement une bonne terre à blé, mais les fourrages légumineux y prennent tout leur développement ; la terre s'émiette facilement : on peut la travailler pendant la sécheresse, sans crainte de former des mottes difficiles à briser, ce qui favorise beaucoup les secondes semailles.

> Nigra ferre et presso pinguis subvomere terra
> Et cui putre solum namque hoc imitatur arando
> Optima frumenti.
>
> VIRGILE, *Georg.*, l. II.

Ce genre de terrain offre en Russie, par son étendue et son uniformité, un exemple très remarquable. M. de Meyendorff l'a signalé le premier à l'attention publique en 1841 [1] ; puis M. Murchisson l'a fait connaître plus en détail à la Société géologique de Londres [2]. Une terre noire, fertile, qu'à la première vue on pourrait croire formée d'un terreau végétal, occupe une étendue immense de pays (80,000,000 d'hectares), limitée par une ligne courbe tirée du 54° de latitude au sud de Lichwin au 57° sur la rive gauche du Volga. Cette même formation apparaît près de Kasan et sur le flanc asiatique de l'Oural à Crasnoï-Glasnova, s'étendant beaucoup en Sibérie, où ses limites septentrionales ne sont pas encore définies. On le rencontre à tous les niveaux jusqu'à une hauteur de 122 mètres.

Ce genre de terrain prend en Russie le nom de *tschernoyzem*. « C'est le champ et le potager de la Russie, dit M. Meyendorff,

(1) *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. XII, p. 1223.
(2) *Annales des sciences géologiques*, mai 1842, p. 457.

région agricole qui nourrit au delà de 20,000,000 d'habitants, et qui déverse annuellement sur l'étranger et sur les autres parties de l'empire au delà de 20,000,000 d'hectolitres de céréales. »

M. Philips, chimiste au muséum de géologie britannique, et M. Payen, ayant fait l'analyse de cette terre, elle s'est trouvée composée ainsi qu'il suit :

ANALYSE DE M. PHILIPS.		ANALYSE DE M. PAYEN.	
Silice.	69,8	Silice.	71,56
Alumine.	13,5	Alumine.	11,40
Oxyde de fer	7,0	Oxyde de fer. . . .	5,62
Carbonate de chaux.	1,6	Chaux.	0,80
Terre végétale. . . .	6,4	Magnésie.	1,22
Acide humide. . .		Chlorures alcalins.	1,21
— sulfurique. .	*traces.*	Acide phosphoriq.	*traces.*
Chlore.		Matière organique[1]	6,95
Perte	1,7	Perte	1,24
	100,0		100,00

C'est donc un *limon meuble*, d'après la théorie ; et, en effet, M. Murchisson nous apprend qu'étant humide, cette terre présente une masse tenace ; mais que, quand elle est sèche, elle se réduit en poudre impalpable, qui s'élève dans l'air par la simple pression des pas des chevaux au-dessus des gazons. Elle se compose de particules très fines de couleur noire et mélangées de grains de sable. Partout où se présente le tschernoyzem, le sol est riant, couvert de champs de blé et de prairies, et n'exige généralement qu'une année de jachère pour recouvrer ses qualités productives premières.

Cette vaste formation, dont on ne connaît pas l'origine, n'est pas l'analogue des diluviums de l'Allemagne et des autres pays, ni même des terrains de transport superficiels, car elle recouvre ces derniers en certains endroits ; elle ne contient

(1) Contenant 2,45 p. 100 d'azote, soit 0, 17 p. 100 de la terre. C'est une terre très riche.

aucun testacé fluviatile ni terrestre; elle ne présente non plus aucun débris des troncs, des branches ou des fibres des végétaux, même dans les points où ce dépôt acquiert 5 et 7 mètres d'épaisseur. M. Murchisson, en ayant égard à ces circonstances et à sa position particulière jusque sur le sommet et les flancs des coteaux, à ses caractères uniformes sur de grandes étendues, croit lui reconnaître des signes non équivoques d'une accumulation sous-marine, déposée tranquillement loin des courants et des autres agents perturbateurs, et conséquemment au delà du cercle d'opération de la grande formation de transport du nord de la Russie. Il pense que sa couche, uniformément noire, est due à la décomposition de la matière végétale qui se trouvait mêlée au limon et au sable fin.

Après le grand diluvium argilo-siliceux et les steppes salines, c'est sans contredit une des formations les plus étendues où l'on remarque l'uniformité de nature du sol.

3. *Limon tenace.* Quand l'argile est prédominante, le limon peut avoir une assez grande tenacité. Ce genre de limon est réputé la terre à froment par excellence, parce qu'il conserve mieux son humidité au retour des chaleurs, et parce qu'il tient en réserve, dans le tissu de son argile, des sels ammoniacaux que le blé semble plus propre que toute autre plante à lui enlever.

L'exemple le plus remarquable du limon tenace est, sans contredit, le limon du Nil, analysé récemment par M. Lassaigne, sur un échantillon qui nous avait été communiqué par M. Élie de Beaumont.

Ce limon a la couleur d'un jaune brunâtre. Il happe fortement à la langue; son toucher est doux et un peu savonneux. Desséché à 100 degrés, il perd 8 p. 100 de son poids; sa pesanteur spécifique est de 2,85. Sa tenacité n'a pas été éprouvée à cause de la petitesse de l'échantillon; mais elle doit être au moins de $5^{k},0$. Sa composition est la suivante ;

		M Regnault avait obtenu en 1812.	
Silice.	42,50	Silice	4
Alumine	24,25	Argile.	48
Peroxyde de fer. . . .	13,65	Oxyde de fer	6
Carbonate de chaux..	3,85	Carbonate de chaux. .	18
Carbonate de magnés.	1,20	Carbon. de magnésie.	4
Magnésie.	1,05	Terreau.	9
Matières organiques azotées, solubl. dans l'ammoniaque. . . .	1,80	Eau.	11
Eau	20,70		100
	100,00		

Les résultats de cette analyse, comparés à ceux obtenus par M. Regnault en 1812, démontrent que le limon du Nil, recueilli en différents lieux, est susceptible de présenter des variations dans sa composition. Le nôtre pourrait être regardé comme un véritable silicate d'alumine formé de deux atomes d'acide silicique et d'un atome d'alumine, tandis que celui de M. Regnault paraît être de l'alumine hydratée mêlée à de la craie magnésienne et un peu de silicate.

La fertilité du sol est évidemment due au terreau azoté qu'il renferme en proportion assez considérable.

§ II. — Terres argilo-calcaires.

Caractères. Après l'action de l'acide qui enlève du poids de la terre plus d'un dixième de chaux, il reste de l'argile dont la lévigation ne sépare pas un dixième de sable siliceux libre.

Observations. Des terrains considérables, formés des débris de calcaires argileux, se trouvent dans des formations géologiques différentes, dans les bassins dominés par le calcaire jurassique, la craie, les formations d'eau douce, ou dans les alluvions des rivières qui en découlent. Le fonds de la vallée du Rhône, bordée de chaînes calcaires, en est rempli. Ce sont

des terres assez fortes, mais fertiles en blé, et propres aux prairies artificielles. Les prairies naturelles y donnent d'excellents foins, et deviennent d'autant meilleures qu'elles sont plus vieilles, ce qui n'a pas lieu dans d'autres terrains, où il faut les défricher de temps en temps. L'action des fumiers, plus lente que dans les craies, y est plus active que dans les glaises; en général, ce sont des terres tenaces, formant, quand on les travaille par la sécheresse, de grosses mottes qui se brisent par la gelée. Le tussilage, la lupuline, la ronce, le chardon hémorrhoïdal (*serratula arvensis*) sont les plantes qui annoncent ces terrains.

Quoique ces terres soient, comme la marne, un composé d'argile et de chaux, nous n'avons pas cru devoir leur conserver ce nom. Le mélange qui constitue la marne est un corps *sui generis*, où les molécules diverses sont croisées et juxtaposées d'une manière intime, qui provoque sa pulvérisation à la moindre humidité. Rien de pareil dans beaucoup de terrains argilo-calcaires; les mottes persistent à l'humidité et sans se déliter. La marne n'est qu'un cas particulier, un genre, si l'on veut, de ces terres.

A. — *Terres argilo-calcaires argileuses.*

Caractères. Terres ayant au moins 0,50 d'argile.

Ce genre de terrain n'offre jamais une terre meuble. Il se rapproche des limons tenaces, dont il diffère par une moins grande quantité de silice libre; il en a toutes les propriétés, tout en étant plus difficile à travailler et en exigeant plus de soin pour l'écoulement des eaux.

B. — *Terres argilo-calcaires calcaires.*

Caractères. Ayant au moins 0,50 de carbonate de chaux ou de magnésie, et au moins 0,10 d'argile.

1. *Tenaces*. Ce genre se rapproche du précédent, et fait, comme lui, de bonnes terres à blé.

2. *Meubles*. La quantité de calcaire augmentant, la terre devient plus friable, et la tenacité ne dépasse pas 2 kilog.

3. *Inconsistantes*. La tenacité diminue encore avec l'accroissement de la quantité de chaux; elle ne dépasse pas $1^{k},5$. L'argile y est en faible quantité. Ces terres sont généralement des terrains paludiens, formés au fond des étangs. Elles sont blanches, ce qui les rend difficiles à échauffer; mais leur légèreté et leur porosité ne permettent pas aux engrais de s'y conserver longtemps. Les récoltes-racines y prospèrent. Les meilleures terres à garance de Vaucluse appartiennent à ce genre ou au genre suivant, qui n'en diffère que par la disparition presque complète de l'argile.

§ III. — Les craies.

CARACTÈRES. Ayant au moins 60 de carbonate de chaux, et au plus 10 d'argile.

OBSERVATIONS. Les terrains auxquels nous donnons le nom de *craies* en agriculture ne répondent pas exactement à ceux que l'on désigne par ce nom en géologie. Pour nous, nos craies ne sont caractérisées que par l'abondance de l'élément calcaire, associé avec un peu d'argile, et en quantité plus ou moins grande de sable siliceux ou de petites coquilles microscopiques, qui la rendent rude au toucher et la font craquer sous la dent, ce que le blanc de Troyes, qui n'est autre chose que la craie dépouillée des particules étrangères à son élément calcaire, ne fait pas.

La couleur blanche des craies rend ces terrains froids et tardifs; leur peu de liant permet aux vents de les déplacer et de découvrir les racines des plantes; aux gelées de les soulever; enfin, les engrais s'y décomposent avec rapidité. L'aridité des

terrains crayeux est absolue dans les pays chauds et secs; la végétation disparaît en été, et les plantes vivaces ne peuvent y vivre; aussi, dans ce cas, les plaines crayeuses sont-elles absolument nues, si ce n'est au printemps et à la fin de l'automne. Dans les pays à pluies fréquentes, les craies présentent des gazons d'herbes fines, délicates, et qui fournissent une alimentation supérieure au bétail et donnent à sa viande des qualités très estimées. Tels sont les herbages de South-Dowers et des côtes de Sussex en Angleterre. Voici l'analyse de deux terrains crayeux, la première faite par Schweitzer, et l'autre par Barruel :

CÔTES D'ANGLETERRE.		BRIMONT, PRÈS REIMS[1].	
Carbonate de chaux. . .	98,57	Carbonate de chaux. . . .	66,7
— de magnésie.	0,38	Phosphate de chaux. . . .	2,0
Phosphate de chaux . . .	0,14	Hydrate de peroxyde de fer.	2,0
Protoxyde de fer.	0,08	Alumine	2,3
— de magnésie.	0,06	Sable siliceux.	27,8
Alumine.	0,16		100,0
Silice	0,64		
	100,00		

La craie, fortement tassée par le temps, a une certaine ténacité; mais quand, à force de labours superficiels, on est parvenu à créer une certaine profondeur de sol meuble, elle se laboure avec la plus grande facilité, ce qui rend le travail des terrains crayeux très économique.

L'absence de la végétation, ou au moins sa rareté, est cause que les terrains crayeux manquent généralement de terreau, et par conséquent de toute source d'alimentation de carbone pour leurs racines. Quand, à la suite de fumures abondantes et réitérées, on est parvenu à créer dans ces terres un excédant de débris végétaux, on dit en Champagne que les terres sont

(1) Mémoire de M. de Brimont dans les *Mémoires de l'Académie de Reims*, t. I, p. 148.

rateintes. Les autres parties de l'engrais, et surtout l'azote, disparaissent dès la première année; mais le carbone reste et, déjà disposé par la fermentation à passer dans la végétation, devient un élément des plus précieux et qui constitue, pour les plantes, la base de leur premier développement. Ce n'est que quand les terres possèdent cette avance, que l'on peut commencer à se promettre des succès marqués de l'emploi des engrais subséquents.

Alors l'expérience indique que le froment, par exemple, peut, avec une fumure de 45,000 kilog. de fumier, douer ces pauvres terres d'une récolte de 33 hectolitres par hectare [1]. Cette dose d'engrais représente une récolte de 47 hectolitres; le blé s'est donc emparé d'un peu plus des deux tiers des portions azotées de l'engrais, l'autre tiers s'évapore en partie; mais il reste en terre la partie charbonneuse qui vient s'ajouter à celle qui existait auparavant, et augmenter la richesse du sol. Dans les terrains argileux, une partie de cet ammoniaque perdu se serait conservée dans les pores de l'argile, mais aussi une moindre partie aurait été absorbée dès la première année par la végétation.

La luzerne, le sainfoin sont les fourrages par excellence des terrains crayeux; ils sont moins exposés que le trèfle à être déchaussés par les gelées, à cause de la longueur de leurs racines. Mais la luzerne ne donne pas de bonne coupe d'été, à cause de la sécheresse des craies. Le froment est le grain qu'on y préfère.

Les arbres qui croissent mieux sur les craies sont le saule marceau, le mahaleb, le merisier, l'aubépine, le rosier et le buis; mais ils restent toujours grêles; le peuplier de Virginie y croît mieux que ses congénères. On y a planté des pins sylvestres qui y vivent difficilement d'abord. Il ne faut pas

(1) *Mémoires de l'Académie de Reims*, t. I, p. 166. Mémoires de MM. Laurent et Paillet.

songer à les y semer, à cause du déchaussement produit par les gelées.

1. *Fraîches.* Nous appelons craies fraîches celles qui ont un sol profond en communication avec le réservoir d'eau, et qui conservent 0,10 de leur poids d'humidité, en été, à 0^{m},30 de profondeur.

2. *Sèches.* Si le sous-sol imperméable est rapproché de la surface, les craies seront sèches, et alors elles ont tous les inconvénients de leur nature, sans autre compensation que la facilité du travail.

§ IV. — Les sables calcaires (terrains sablonneux).

Caractères. Le sol contient 0,50 de sable siliceux et calcaire qui ne passe pas par un crible dont les trous ont un demi-millimètre de diamètre.

Observations. Ces terrains se trouvent au bas des montagnes de grès vert, et le long des rivières qui en découlent. Moins difficiles à traiter que les terres crayeuses, parce que la pluie ne les réduit jamais en bouillie, que les plantes ne déchaussent pas en hiver, et qu'on peut y entrer par tous les temps, ce sont de très bons terrains pour les arbres et les légumes, pourvu qu'ils aient de la profondeur. Ils sont ordinairement colorés et sont aussi moins froids que les craies. Les sables des dunes de la Méditerranée, qui sont souvent de cette nature, se couvrent de pins d'Alep, de genévriers de Phénicie, et de *clematis flamula*, que les habitants récoltent pour fourrage sec, quoique cette plante soit vésicante étant fraîche [1].

1. *Meubles.* Quand la craie fine et l'argile se trouvent dans ces terrains en certaine quantité, ils prennent une consistance convenable, et qui les rend propres à la culture des froments

(1) *Mémoires de la société d'agriculture de Paris*, 1787, hiver, p. xxviij.

et des autres plantes qui mûrissent au commencement de l'été.

2. *Inconsistantes.* Si le sable est prédominant, le terrain n'est plus propre qu'au seigle, parce qu'alors il se dessèche de bonne heure ; mais les vignes et les mûriers y prospèrent, pourvu qu'il ait de la profondeur.

SECTION II. — *Terres non calcaires.*

CARACTÈRES. Terres ne faisant pas effervescence avec les acides; leur solution par l'acide ne donne aucun précipité par le carbonate de potasse.

§ Ier. — Terres siliceuses.

CARACTÈRES. La lévigation fournit au moins 0,55 de silice libre.

OBSERVATIONS. On trouve ces terres dans diverses situations géologiques. Elles ont été formées en place des détritus de roches qui ne contiennent pas de carbonates insolubles, ou qui en ont été dépouillés par l'action du lavage par les eaux de pluies chargées d'acide carbonique, comme on le voit à la Grande-Chartreuse. On les rencontre sur les grèves de la mer, les bords des rivières, à la surface des terrains glaiseux où le principe siliceux a dominé. Enfin, transportées par les vents, elles forment des dunes sur les bords de la mer et des rivières. La facilité de travailler ces terres, en réduisant les frais, en rend souvent la culture possible dans les climats pluvieux.

1. *Sèches.* Quand les terres siliceuses sont dans un climat sec, et qu'elles ne peuvent être arrosées, elles sont peu riches. Le chiendent y pullule, mais les pins sylvestres, maritimes, le laricio, le cèdre y prennent un grand développement dans des terres qui portent à peine du seigle, pourvu qu'elles aient une certaine profondeur. On y voit aussi de beaux bois de bouleaux

et de chênes. Si elles ont un sous-sol glaiseux qui retienne l'eau, la lande, la bruyère, les genêts sont les plantes les plus communes.

Quand ces terres possèdent une certaine quantité d'argile, elles deviennent très propres à la vigne. C'est dans des terres de schiste minacé avec prédominance de quartz que viennent les vins de Lamalgue, près de Toulon. Ces terrains contiennent de la potasse et de la soude, mais manquent de principes charbonneux; aussi les amende-t-on avec les sarments de la vigne elle-même.

2. *Fraîches*. Quand les terrains siliceux sont naturellement frais ou peuvent être arrosés, ils sont propres à toutes les cultures, au moyen des engrais et des amendements. L'expérience que l'on fait en ce moment à La Teste prouve tout le parti que l'on peut tirer de ces terrains par le moyen de l'eau. Dans les climats humides, le spergule est le fourrage qui s'accommode le mieux avec les terrains siliceux. M. Oscar Leclerc a observé sur la Loire, aux environs de Chalonnes, un sable siliceux très fin et presque pur, et qui est d'une grande fertilité, grâce au climat et à la fraîcheur du sous-sol [1].

Dans les pays les plus chauds eux-mêmes, près des grands fleuves ou des grands amas d'eau qui entretiennent la fraîcheur dans l'intérieur du sol, les terres siliceuses passent pour très fertiles; telles sont les terres du Sénégal, analysées par Laugier, et qui ont de 72 à 91 p. 100 de silice; tel est le terrain de Ceylan, décrit comme il suit par Campbell [2] :

« Le sol du jardin des cannelliers, dans le voisinage de Colombo, où croît naturellement le cannellier, est un exemple remarquable de terre à silex. La surface de la terre est blanche comme la neige; c'est du sable de quartz tout pur. A quelques pieds de profondeur, le sable est de couleur grise.

(1) *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. V, p. 756.
(2) Excursion à Ceylan.

Un échantillon soigneusement séché et analysé donne pour résultat :

Silice.	98,5
Matière végétale	1,0
Eau.	0,5
	100,0

« Il peut sembler surprenant que le cannellier réussisse dans un sol aussi pauvre, mieux qu'ailleurs, mais plusieurs circonstances peuvent expliquer le fait. Le jardin avoisine une plaine au niveau du lac de Colombo; sa situation abritée, le climat fort humide, les pluies qui y sont fréquentes, la température élevée et rarement égale; telles sont les principales causes auxquelles on peut attribuer la riche végétation de ce précieux arbuste dans un sol qui paraît si ingrat. »

§ II. — Glaises (varènes, puisayes, bolbènes, terres blanches).

Caractères. Donnant par la lévigation au moins 0,45 d'argile et 0,10 de silice libre.

Observations. Les glaises sont un mélange d'argile avec une quantité plus ou moins grande de silice libre, mais qui ne peut dépasser 0,55; sans quoi l'on arrive aux terrains que nous avons désignés sous le nom de *siliceux*. Elles composent le sol d'une grande partie de l'Europe, couverte par le *diluvium*.

Les qualités des glaises varient selon la proportion des deux éléments qu'elles contiennent. Jusqu'à un certain degré, celles qui contiennent le plus d'argile sont les plus estimées, pourvu que l'on ait assez de pente pour se procurer l'écoulement des eaux pluviales, parce que, conservant mieux leur fraîcheur, le froment y vient bien, et que les trèfles y donnent une seconde coupe; elles conservent aussi mieux le fumier. La grosseur des particules de sable est aussi à considérer. S'il est

fin et abondant, on a des terres très compactes quand elles sont tassées par les pluies ; si, au contraire, la silice est en gros grains et abondante, la terre devient plus sèche, perd de sa consistance, et reprend les qualités des terres siliceuses.

Après les pluies, les glaises, en se séchant, prennent à leur surface une consistance qui, sans ressembler à la croûte superficielle des craies, oppose les mèmes obstacles à la sortie des germes. On ne peut bien les cultiver ni dans l'arrière-saison ni au printemps, car, quand elles sont fraîches, elles se pétrissent, et forment des mottes difficiles à briser ; pour les labourer avec avantage, il faut qu'on puisse compter sur une série de beaux jours, car elles se tassent par la pluie, et deviennent très compactes ; et après les labours il ne faut pas trop herser et émietter la terre : il vaut mieux que la surface reste un peu inégale, car dès que les particules sont en contact, elles tendent à se lier et à faire corps de nouveau.

Les glaises abondantes en sable sont généralement pauvres en principes nutritifs ; elles deviennent meilleures en prenant de l'argile, sans cependant pouvoir se passer d'engrais. Les glaises abondantes en peroxyde de fer tendent toujours à s'agglomérer en masses et deviennent très denses si elles ne sont pas incessamment cultivées.

1. *Inconsistantes*. Quand les glaises renferment beaucoup de silice, elles ont peu de tenacité, surtout si la silice est en gros grains; elles sont sèches en été, et se réduisent en bouillie en temps de pluie. En été, leur sol est peu adhérent et se pulvérise. Ce sont ces terres que les paysans appellent *vaines* e *creuses*, dans lesquelles toutes les cultures trouvent des inconvénients. Remettre de pareilles terres en bois nous semble le parti le plus avantageux.

2. *Meubles*. Celles-ci ont une tenacité de 0 ,5 à 1 kilog.; elles offrent plusieurs variétés, dont quelques-unes constituent des sols excellents.

A. *Meubles micacées.* Ces terres, formées de débris de schistes micacés, quand elles ne sont pas très abondantes en quartz, sont douces, liantes, retiennent bien l'humidité et s'égouttent convenablement. Quand le quartz domine, elles sont maigres, légères, et rentrent alors dans la classe des terres siliceuses. Les arbres et surtout les châtaigniers viennent admirablement dans ces terres.

B. *Meubles schisteuses*, formées de débris de schistes argileux et d'ardoises. Quand le quartz y est très abondant, ou les débris d'ardoises non décomposés, ce terrain devient inconsistant; mais si la silice à gros grains ou les débris d'ardoise ne dominent pas, il est frais, perméable aux racines, et ayant en partie les avantages de l'argile sans en avoir la tenacité. Sa couleur noire le rend plus facile à échauffer et à sécher que les autres glaises.

C. *Meubles volcaniques.* Ce terrain, composé de débris de basalte, de vaques et de lapilles, est perméable, et cependant retient suffisamment l'humidité. Sa couleur est grisâtre, rougeâtre, ou noirâtre; généralement, il renferme beaucoup de potasse et de soude qui doivent être la source de sa grande fertilité. Les campagnes de Naples en sont un témoignage. La Limagne d'Auvergne est mélangée de beaucoup de débris volcaniques, et peut être rangée en partie dans ce genre.

D. *Meubles sablonneuses.* Ce genre de glaise présente à la lévigation cette particularité, que chaque lot contient une assez grande quantité de sable, de plus en plus fin, de sorte que le troisième lot lui-même a quelquefois de la peine à faire corps.

3. *Tenaces.* La tenacité surpasse 1 kilogr.

Quand ces terres sont mouillées, elles forment une pâte grasse où la charrue ne peut marcher; lorsqu'elles sont sèches, elles sont très dures et résistent au labour. La gelée les ameublit. Lors des semailles de printemps, il faut se défier de l'ap-

parence de sécheresse de la surface, et si le fond est encore humide, il vaut mieux faire les semailles de cette saison sur un hersage que sur le labour, qui pétrirait ensemble la terre séche et la terre humide et formerait un ciment dont les germes des plantes ne pourraient se dégager. Ces terres se fendent profondément en été et retiennent l'eau en hiver. Elles sont aussi d'une culture difficile, et quand elles n'ont pas une pente suffisante, il faut les disposer en billons ou en ados. En général, ce sont des terres à blé et à trèfle ; la luzerne et le sainfoin n'y prospèrent pas ; les féves y viennent particulièrement bien. On a remarqué que les blés durs y venaient mieux que les tendres. Quand ces terres sont ocreuses, fortement colorées, on y plante la vigne dans le midi ; le vin en est gros, épais et peu spiritueux.

§ III. — Argiles.

CARACTÈRE. Plus de 85 d'argile, et de la silice libre.

Ce sont des terres d'une tenacité si grande qu'elles sont tout à fait impropres à la culture et ne peuvent servir qu'à faire des briques et de la poterie. Dans une terre qui a 15 kilogr. de tenacité, les frais de culture excéderaient la valeur de tous les produits, si toutefois on pouvait espérer que les germes pussent s'y développer.

SECTION III. — *Terres à bases organiques* (*terreau, humus*).

CARACTÈRE. Terres qui, étant préalablement desséchées, perdent un peu plus d'un cinquième de leur poids par la combustion.

§ I. — Terreaux doux.

CARACTÈRE. L'eau dans laquelle ces terreaux ont été mis

en digestion ou dans laquelle ils ont bouilli ne rougit pas le papier de tournesol.

Terre de jardin (*marais*). Ces terrains se forment des débris de végétaux au fond des étangs et des marais et sur un sol calcaire. Ils sont généralement accompagnés de débris de coquilles d'eau douce.

C'est dans ces terrains que les maraîchers se plaisent à placer leur culture; mais l'engrais animal en abondance ou la chaux y sont nécessaires pour neutraliser l'acide carbonique superflu qui nuirait à la végétation.

§ II. — Terreaux acides.

CARACTÈRE. L'eau dans laquelle les terres ont été mises en digestion ou dans laquelle elles ont bouilli, rougit le papier de tournesol.

1. *Terre de bois.* Les défrichements récents de bois présentent une couche de feuillages peu consommés, et contenant du tannin qui donne à la terre pendant longtemps des qualités acides. Une dissolution de gélatine détermine un précipité blanchâtre dans l'eau qui a bouilli ou infusé sur cette terre. La présence du tannin et la production d'une quantité surabondante de gaz acide carbonique nuisent à la végétation de la plupart des plantes. On combat ces vices par le chaulage, le marnage, les fumiers, les cendres, l'écobuage. On a remarqué que le colza réussit bien sur ces terres nouvellement défrichées et brave des influences qui nuisent aux autres plantes.

2. *Terre de bruyère.* Ce terreau se forme, dans les terrains secs, du détritus des bruyères, des genêts, des fougères, et sur les Alpes, des rhododendrum, vaccinium et d'autres plantes qui contiennent beaucoup de tannin et de fer. A la loupe, on y reconnaît des débris entiers de plantes dicotylédones. C'est par la présence d'une quantité plus considérable de fer et par sa

nature siliceuse qu'il diffère de la terre des bois, provenant du détritus d'autres espèces de végétaux et ayant pour base toute espèce de terrain. Un grand nombre de végétaux dont les débris concourent à sa formation se plaisent dans ce terrain, et les jardins de botanique l'exportent quelquefois de fort loin pour la culture de ces plantes.

M. Berthier a analysé des terres de bruyère employées à Paris, et il a trouvé :

	1er échantillon	2e échantillon.
Racines moyennes et petites. . .	2,5	2,5
Radicules et terreau	7,8	2,8
Terreau.	4,3	8,0
Sable quartzeux et argile. . . .	85,4	86,7

Cette terre se prend en masse brune fendillée par la dessiccation. L'ammoniaque en dissout une assez grande partie; la potasse plus encore; enfin, si on la traite par l'ammoniaque après l'avoir lavée avec l'acide chlorhydrique, il s'en dissout autant que dans la potasse[1].

Quand on veut utiliser les champs qui en sont formés par la culture des végétaux étrangers au sol de bruyère, on peut y cultiver des arbres et des vignes, et même du seigle et des racines, au moyen de la chaux ou de l'écobuage; mais il faut toujours avoir soin d'y ajouter du fumier animal, car la base terreuse de ce sol étant la silice, il est généralement maigre.

3. *Terre tourbeuse*, formée dans les terrains marécageux ou inondés, non calcaires, des débris de plantes monocotylédones ou agames, dont on reconnaît les débris à la loupe. Dans la décomposition des végétaux, les principes acides, ne trouvant pas de base à laquelle ils puissent s'unir, restent libres ; on y trouve donc de l'acide acétique, de l'acide phosphorique, et plus tard du tannin.

(1) Berthier, *Mémoires*, p. 150.

Les analyses des tourbes prouvent qu'elles contiennent de 83 à 93 parties de matières organiques contre 17 à 7 parties de matières minérales diverses. Les terrains tourbeux sont de couleur brune, spongieux et élastiques.

La tourbe employée comme combustible est aussi exploitée en grand dans les marais et étangs desséchés.

Les tourbes ont deux grands inconvénients. 1° Leur imbibition en hiver qui tient les végétaux dans un véritable état de macération, si on ne divise pas le terrain par des fossés profonds et rapprochés. Alors la nature des plantes qui croissent spontanément sur la tourbe s'améliore avec l'emploi de la chaux ou de la marne et des engrais, qui neutralisent les acides libres de la tourbe. On peut y cultiver de l'orge et de l'avoine qui y viennent mieux que le froment, celui-ci exigeant un terrain plus ferme ; les trèfles y réussissent aussi. 2° Mais pour que ces cultures y aient tout leur succès, il faut remédier aussi à la dessiccation excessive de la tourbe pendant l'été. Cette dessiccation est favorisée par la nature du sol, par sa coloration et sa grande porosité. Alors la couche du sol où végètent les plantes manque bientôt de l'humidité nécessaire, et quelquefois jusqu'à plus de 18 à 20 centimètres de profondeur la sécheresse est presque absolue. Mais le remède est le plus souvent à côté du mal ; les fossés d'écoulement produisent des roseaux, des typhas, et il suffit d'en recouvrir la terre pour la dérober aux effets du soleil et y maintenir l'humidité nécessaire. C'est ainsi que dans les marais de Donges (Loire-Inférieure), on est parvenu à se procurer de belles récoltes de seigle et de chanvre dans des tourbes que l'on croyait stériles.

L'aune, le bouleau, les pins, les saules et un petit nombre d'autres espèces d'arbres viennent dans les tourbes bien desséchées.

CHAPITRE IV.

Des caractères spécifiques.

Il faudrait plutôt appeler caractères *individuels* que caractères *spécifiques* ceux qui ne s'appliquent qu'à un terrain donné, qui n'a d'analogue complet nulle part. Après être parvenu, au moyen de la classification que nous venons d'indiquer à rapprocher ce terrain, autant qu'il est possible, des sols qui lui ressemblent le plus, il ne nous reste plus qu'à donner le signalement particulier qui établisse son individualité. On conçoit toute l'importance de ces caractères, qui vont achever de peindre le terrain dont nous voulons raisonner, en le séparant de ceux de la même division, de la même section, du même genre.

Certaines modifications peuvent affecter tous les genres de terre qui n'ont pas été pris pour base de la classification générale, quelle que soit d'ailleurs leur importance agricole. Nous allons les indiquer et les analyser successivement.

Section I. — *Fraîcheur de la terre.*

Nous avons déjà fait ressortir l'intérêt agricole que présente cette propriété, elle ne devra donc jamais être négligée quand on décrira un terrain. On indiquera : 1° si la terre est fraîche en été et fraîche en hiver; 2° ou fraîche en été, humide en hiver; 3° ou sèche en été, humide en hiver; 4° ou sèche en été et sèche en hiver. Toutes ces modifications peuvent être saisies à la simple inspection avec un peu d'habitude; mais pour l'acquérir, il sera utile de réitérer l'expérience qui sert d'épreuve à ce jugement empirique, et qui est basé sur les principes suivants :

1° Nous appelons terre fraîche, en été, celle qui, au milieu de cette saison, du 10 au 20 août, huit jours au moins après une pluie, possède encore 0,10 de son poids d'humidité à 33 centimètres de profondeur;

2° Nous appelons terre humide, en toute saison, celle qui trois jours après la pluie conserve plus de 0,23 d'eau.

3° Les terres qui, huit jours après la pluie, contiennent moins de 0,10 d'eau, sont des terres sèches.

SECTION II. — *Terres caillouteuses, graveleuses, etc.*

Nous appelons terres rocheuses celles à la surface et dans le sein desquelles on trouve des roches ayant plus de 20 centimètres de diamètre; 2° terres caillouteuses celles qui portent de fragments de pierre de 1 à 20 centimètres de diamètre; 3° terres graveleuses celles qui sont remplies de particules de 2 à 10 millimètres de diamètre; 4° terres sablonneuses celles dont les particules les plus grosses ont de un demi-millimètre à 2 millimètres de diamètre.

En décrivant une terre, on indique autant que possible la proportion des différentes parties qui se trouvent dans cette terre, et de cette manière, par exemple : terre ayant 0,25 de roches, pour indiquer que le quart de sa surface est couvert de roches; terre 0,75 caillouteuse, pour indiquer que sur un poids donné de terre, les trois quarts se trouvent être de cailloux; terre 0,50 graveleuse, pour indiquer enfin que la moitié du poids de la terre est formée de menus graviers. Nous avons indiqué plus haut, en parlant de la lévigation, de quelle manière on sépare ces différentes parties.

Les roches, en occupant une partie de la surface, ne se bornent pas à réduire l'étendue cultivable du sol, elles mettent encore obstacle aux labours par l'irrégularité de leur dissémination; quelquefois, cachées en terre, elles brisent la charrue

qui les rencontre. Quand on peut vendre les débris de ces roches comme matériaux à bâtir, ou qu'on peut en profiter soi-même pour enclore le terrain, c'est une bonne opération que d'en débarrasser le champ.

Les terres caillouteuses sont très chaudes en été, et les arbres et arbustes qui s'enracinent profondément peuvent seuls y venir avec profit, outre que les cailloux couvrent une partie du sol et le rendent inutile. Quand Arthur Young blâmait les propriétaires du Languedoc qui faisaient épierrer, il n'avait pas l'expérience des effets du soleil de ce climat, et sa pensée le rappelait au souvenir des champs d'Angleterre que ces cailloux auraient si bien réchauffés. Les terres graveleuses sont encore plus sèches que le sable, et quand les graviers sont abondants, ce sont encore des terres à plantes frutescentes.

> Nam jejuna quidem clivosi glarea ruris
> Vix humiles apibus casias roremque ministrat.
> *Georg.*, II.

Section III. — *Terres ocreuses, ferrugineuses.*

Les terres renferment presque toutes une plus ou moins forte dose d'oxydes de fer. Quelquefois ces oxydes sont à l'état de protoxyde noir, plus souvent à celui de peroxyde rouge, brun, jaune. Le caractère de ces terres est de tacher par le contact. Leur couleur foncée les rend plus chaudes que ne le comporterait leur nature, et les récoltes y sont plus précoces que dans les autres fonds. Ainsi l'on indiquera soigneusement la nuance de coloration ; on dira : une terre ferrugineuse, rouge, brune, jaune, noire. L'analyse fera connaître la proportion du fer qu'elles contiennent.

Section IV. — *Terres salifères.*

Les terres salifères occupent de si vastes étendues de ter-

rain, non-seulement sur les côtes, mais dans l'intérieur des continents, où elles constituent les steppes de l'Asie, que nous avions cru d'abord devoir en faire une division de la classification générale. Cependant, en y réfléchissant, nous avons vu que cette qualité pouvait affecter tous les genres de terrains, et qu'ainsi, pour subdiviser les terres salifères, nous serions conduit à reproduire toutes les sections des autres divisions; nous aurions donc eu des terres salifères calcaires, argilo-calcaires, glaiseuses, etc., faisant descendre ainsi au rang de simple épithète les mots qui avaient servi auparavant à caractériser des ordres de notre classification. De plus, la même considération qui nous avait porté à créer un ordre de terres salifères nous conduisait à tenir compte des autres circonstances accessoires et à former aussi un ordre de terres graveleuses, par exemple. Le sel que renferment les terres n'a donc plus été pour nous qu'un caractère spécifique, et c'est ainsi que nous le considérons en ce moment.

En mettant une pincée de terre sur la langue, le goût avertit, avant toute analyse, de la présence du sel qui peut y exister. C'est ordinairement le sel marin, plus rarement le sulfate de soude, de magnésie ou de fer, ou le nitrate de chaux et de potasse. On connaît la saveur du sel marin ; celle du sulfate de fer est styptique, celle du sulfate de soude est d'abord fraîche et puis amère; le sulfate de magnésie est amer; la saveur fraîche et ensuite d'une amertume particulière des nitrates de chaux et de potasse est aussi remarquable.

Les terres qui contiennent une quantité de sulfate de fer appréciable aux sens sont complétement infertiles.

Quant aux terres qui contiennent du sel marin, un simple essai vient aider le jugement du goût; leur solution dans l'eau donne un précipité blanc avec le nitrate d'argent. On peut s'assurer de la proportion de ce sel en faisant évaporer l'eau dans laquelle on a mis à digérer une petite quantité de terre. Quand la

dose de ce sel dépasse 0,02, elles sont impropres à la culture, et ne portent plus que les plantes qui sont spéciales à ces terrains : les salicornes, l'atriplex maritime, le tamarisc, les soudes, l'inula crithmoïdes, etc. Ces plantes cessent elles-mêmes d'y croître si la dose s'en élève à 0,05.

Ces chiffres sont ceux obtenus par M. Plagniol, chimiste habile, inspecteur de l'académie de Nîmes. Julia Fontenelle portait à 0,04 et à 0,06 la quantité de sel marin que peuvent contenir les terres salées propres à la culture aux environs de Narbonne. « Au-dessus de ce point, dit-il, elles ne sont propres qu'à la culture de la soude. » Les soudes cessent de croître quand la dose de sel dépasse 0,12 ou 0,14 ; il regardait le sable calcaire comme un excellent amendement pour dessaler les terres, le sel marin se décomposant en partie pour former du carbonate de soude [1].

Quand les terrains salins sont sablonneux et profonds, ils ne tardent pas à se dessaler par l'action des eaux pluviales ; d'ailleurs, ayant peu de capillarité, ils ne ramènent pas à la surface le sel qui est dans les couches inférieures. Ces terrains sont alors assez fertiles dans les contrées humides, d'autant plus qu'ils sont généralement mêlés à des débris calcaires et animaux. On s'en sert comme engrais pour les terres fortes des environs.

Les terrains salins tenaces sont mous, glissants, noirs quand ils sont humides, durs quand ils sont secs, et alors le sel se montre en efflorescence à leur surface. On les reconnaît de loin à une humidité superficielle qu'ils conservent par l'effet de la déliquescence du sel marin, qui attire sans cesse l'humidité de l'atmosphère et celle du sol.

Cultivés à l'état humide, ces terrains salins se corroient et forment des mottes très difficiles à briser ; on ne peut les cultiver que pendant la sécheresse, et la présence du sel ajoute beaucoup alors à la dureté du terrain. Aussi sont-ils coûteux

(1) *Annales de l'agriculture.* 1832, t. X, p. 18.

à travailler. Les récoltes y sont chanceuses dans tous les pays où l'atmosphère, habituellement sèche, n'entretient pas une certaine fraîcheur dans le sol ; car si le printemps est sec, le collet des plantes se trouve tellement serré par le durcissement de la terre qu'elles souffrent et qu'elles ne profitent pas ; mais aussi, quand les années sont favorables, on y obtient de superbes récoltes de blé. On a trouvé le moyen d'y maintenir artificiellement l'humidité nécessaire en couvrant de roseaux les semis de blé. Cette pratique, généralement adoptée dans les terres salifères du midi de la France, a rendu très précieuse la récolte des roseaux (arundo phragmites, typha, sparganium, etc.). Les pâturages des terrains salins sont estimés et très favorables aux moutons ; les prairies y sont excellentes quand on peut les arroser avec de l'eau douce, à condition de n'y pas faire entrer l'eau quand elles sont sèches, pendant les grandes chaleurs ; mais on peut les arroser aussi en été, quand on y entretient constamment la fraîcheur. Comme, en général, le sous-sol est plus salé que la surface, les arbres y viennent mal, à moins qu'ils ne soient placés dans le voisinage de courants d'eau douce. Le sel de l'intérieur est sujet à remonter à la surface à la suite des grandes pluies, ce qui empêche que, par l'effet du temps et des météores, le sol finisse par s'adoucir complétement.

CHAPITRE V.

Description d'un terrain.

La description d'un terrain est le tableau fidèle de toutes les propriétés générales et de toutes les circonstances particulières qui lui assignent un rang dans la classification et qui le distinguent des sols qui lui ressemblent le plus. Elle doit en

donner une idée distincte, et pour ainsi dire le placer sous les yeux du lecteur. Voici l'ordre dans lequel nous croyons qu'elle doit être faite :

1° La situation topographique du terrain;
2° Son altitude, ou son élévation au-dessus de la mer;
3° La place que le terrain occupe dans la classification;
4° Sa place géologique, le genre de formation des terrains agricoles dont il dépend;
5° Sa pesanteur spécifique;
6° Sa tenacité;
7° Son hygroscopicité;
8° Sa fraîcheur;
9° Sa couleur à l'état sec ou humide;
10° Son lotissement;
11° Son analyse complète ou abrégée;
12° L'épaisseur du sol, la nature du sous-sol; la profondeur du réservoir d'eau intérieur;
13° L'inclinaison de la surface;
14° Son exposition;
15° Ses abris, leur direction, leur hauteur;
16° Circonstances accidentelles prévues : inondations, gelées blanches, etc.;
17° Plantes adventices les plus communes;
18° État de la végétation des arbres et des plantes cultivées;
19° Les notes historiques que l'on aura pu se procurer, le prix de fermage, l'assolement, l'état des communications et des débouchés, l'impôt, les charges.

EXEMPLE D'UNE DESCRIPTION COMPLÈTE :

1° Terre dite du Bordelet, commune de Saint-Just, département de l'Ardèche; échantillon pris au sud des bâtiments;
2° Quarante-huit mètres au-dessus du niveau de la Méditerranée;
3° Limon meuble;
4° Alluvion de l'Ardèche;
5° Pesanteur spécifique, 2,25;
6° Tenacité, $0^{k},750$;
7° Hygroscopicité, 40,5;
8° Frais en hiver, frais en été;
9° Légèrement rougeâtre;
10° Lotissement:

EXAMEN MICROSCOPIQUE.

Lot n° 1.	45,7	Quartz, feldspath, mica en lames, comme s'il provenait d'un granite décomposé; grenats, olivines et autres minéraux volcaniques, petits fragments de carbonate de chaux.
Lot n° 2.	27,1	Mêmes débris, ceux de mica proportionnellement plus nombreux.
Lot n° 3.	27,2	Mêmes débris réunis en plaque après la dessiccation par un ciment argileux.
	100,0	

11° Analyse :

Azote, 0,0003.

PARTIE SOLUBLE.

Sulfate de magnésie	0,4	
Carbonate de chaux	0,6	
Carbonate de magnésie.	0.2	2,0
Nitrate de potasse	0,5	
Matières organiques	0,3	

PARTIE INSOLUBLE.

Silice.	65,0	
Alumine	8,0	
Oxyde de fer.	4,0	
Carbonate de chaux	12,0	98,0
Carbonate de magnésie.	2,0	
Terreau	7,0	
		100,0

12° Les sols actif et passif peuvent se confondre à cause de la nature sablonneuse de la terre qui ne se tasse pas sous le poids des chevaux. Le sous-sol est à 3 mètres de profondeur, formé par une couche de cailloux roulés. Dans ce lit de cailloux coule une eau qui filtre de l'Ardèche et du Rhône ;

13° La surface est sensiblement plane, mais réellement inclinée de quelques degrés du nord au midi ;

14° L'exposition est au sud ;

15° Il y a au nord un abri formé par une chaîne de hauteurs qui s'élèvent jusqu'à une centaine de mètres au-dessus de la plaine, vers Saint-Marcel-d'Ardèche ;

16° Les accidents que l'on peut redouter proviennent tous des crues

de l'Ardèche qui descend avec impétuosité des montagnes du Vivarais et qui, en 1827, ont emporté le pont et couvert une partie des terres de sable et de graviers. Mais, dans ses crues habituelles, cette rivière apporte un limon excellent qui fertilise tous les terrains où il se dépose ;

17° Les plantes adventices les plus communes sont : les adonis, fumaria, saponaria, panicum, paspalum et le chiendent ;

18° La végétation des arbres et des vignes est magnifique et citée par tous ceux qui la voient ; la luzerne y vient sans fumier ; le maïs, le millet, le blé, les pommes de terre, les betteraves y croissent bien et donnent de bonnes récoltes ;

19° Le prix de fermage actuel est de 350 fr. l'hectare ; le débouché des denrées est le Pont-Saint-Esprit, Bagnols et Bourg-Saint-Andéol ; on peut les transporter aussi aisément à Avignon par le Rhône.

AUTRE EXEMPLE :

1° Terre située à Orange (Vaucluse), quartier du Prébois, section de Couavedel ; domaine appelé la Tour du Prévôt ; échantillon pris au nord des bâtiments ;

2° Soixante mètres d'élévation au-dessus de la mer ;

3° Argilo-calcaire *calcaire ;*

4° Paludienne ;

5° Pesanteur spécifique, 2,5 ;

6° Tenacité, 2k,40 ;

7° Hygroscopicité, 19,5 ;

8° Sèche en été, humide en hiver ; possibilité d'arroser une partie du domaine ;

9° Couleur : grisâtre étant sèche, noirâtre étant humide ;

10° Lotissement :

Lot n° 1.	6
Lot n° 2.	52
Lot n° 3.	42
	100

11° Analyse abrégée :

Silice.	23
Alumine.	21
Fer.	3
Carbonate de chaux. .	49
Sulfate de chaux . . .	4
	100

12° Sol actif, $0^m,13$ à $0^m,16$; sol passif, $0^m,16$ à $0^m,48$; sous-sol, argile compacte; profondeur des eaux, 120 mètres; des sources traversent la masse d'argile et viennent se rendre à la rivière sur plusieurs points de ses bords; les puits qui atteignent ces sources sont peu profonds, de même que ceux où filtrent les eaux de la rivière à travers le sol;

13° Surface inclinée de peu de degrés du nord-est au sud-ouest;

14° Exposée à l'est;

15° Un léger coteau à l'est, mais le terrain est exposé en plein aux vents du nord qui y soufflent avec violence;

16° Les gelées pulvérisent la surface du sol, qui alors est emporté par les grands vents; les plantes se déchaussent; la terre manque souvent de profondeur, et les blés pourrissent en hiver; une culture profonde, comme celle qu'on donne pour la garance, fait disparaître cet inconvénient;

17° Plantes adventices : ammi glaucifolium, adonis æstivalis, juniperus phœnicæa;

18° Arbres venant mal, excepté les ormeaux, les saules et les peupliers blancs, dans les parties voisines des arrosages; récoltes chanceuses, belles prairies arrosées;

19° Prix de fermage, 64 fr. l'hectare; débouchés : marchés d'Orange, route départementale d'Orange à Carpentras.

Ces exemples, en indiquant la marche que l'on doit suivre pour décrire les terres agricoles, montrent comment on peut les individualiser et en donner une idée nette à celui qui en lit les descriptions. On supprimerait même une partie de ces données faute de temps pour les recueillir, on ne donnerait qu'une analyse incomplète, on se bornerait à un simple lotissement, qu'encore ce qui resterait d'une description faite sur ce modèle aurait une toute autre importance que les termes vagues par lesquels nos auteurs agricoles désignent les terres dont ils nous signalent la culture. Le nom systématique de la terre, pourvu qu'il fût bien établi d'après les principes que nous avons indiqué, serait seul plus positif. Désormais nous pourrons comparer facilement et sûrement tous les terrains ; une nomenclature saine et précise fera pénétrer dans la pratique l'habitude de les juger et d'apprécier leurs besoins. Les récits de voyages agricoles ne sont plus d'éternelles énigmes; ils dé-

pouilleront leur étrangeté, leur merveilleux quand la nature du sol que l'on aura parcouru sera bien connue, et on y démêlera de plus en plus, au milieu de si grandes diversités apparentes, l'uniformité réelle qui résulte de la nécessité d'obéir partout aux lois du sol, du climat et des débouchés.

SIXIÈME PARTIE

TENTATIVES FAITES POUR APPRÉCIER LA VALEUR DES TERRAINS.

INTRODUCTION.

Les hommes ont dû chercher de bonne heure les moyens de connaître la valeur relative des terrains ; mais cette connaissance n'est devenue un véritable besoin que quand les terres, se subdivisant, sont devenues un objet de commerce. Jusque-là, les vastes domaines des seigneurs ne pouvaient les intéresser que sous le rapport de leurs produits, et ces produits, quand l'espace ne manque pas, se mesurent plus encore sur la population et sur son industrie que sur la valeur intrinsèque du fonds. Mais quand cette population s'est pressée sur le sol, quand la civilisation a permis et facilité le mouvement des hommes d'un lieu à un autre, quand chaque pièce de terre a acquis son prix réel, quand les capitaux éloignés ont cherché des placements territoriaux, quand les propriétaires ont voulu proportionner la rente aux produits, et les gouvernements l'impôt à ces mêmes produits, alors le propriétaire, le fermier, l'État ont été intéressés à trouver un juste mode d'appréciation des terres. La méthode historique dont nous parlerons plus loin, et qui consiste dans la discussion des faits accomplis et l'évaluation des récoltes précédentes pour en tirer une moyenne des produits, doit avoir été employée la première comme la plus simple, et on l'emploie encore aujourd'hui avec les mêmes avantages partout où l'agriculture est stationnaire, car partout où elle avance, les progrès de quelques terres influent sur toutes les autres en élevant leur prix ; cependant on connaissait aussi

divers procédés empiriques pour juger de la bonté d'une terre.

Nous avons déjà dit que pour connaître si une terre était propre au blé ou seulement à la vigne, si elle était grasse ou légère, Virgile conseillait de faire creuser une fosse profonde, d'y remettre ensuite toute la terre qu'on en aurait tirée ; si cette terre ne suffisait pas pour combler le fossé, c'était un signe qu'elle était légère et seulement propre à la vigne ; que si au contraire il restait de la terre après avoir comblé le fossé, le champ était fort, gras, les mottes grosses, difficiles à rompre, et la terre était une terre à blé. Nous avons expliqué ce qu'il fallait entendre par cette expérience.

Le même poëte enseigne à se défier des terres amères (qui communiquent une saveur amère aux eaux qui les traversent).

La tradition des terres amères subsiste encore parmi nos paysans du midi ; pour eux, certaines terres appauvries, qui ne répondent plus aux soins du cultivateur, sont des terres amères, sans cependant qu'ils aient jamais essayé de les déguster. Cependant nous avons trouvé enfin des terres vraiment amères ; elles contenaient du sulfate de magnésie, qui par la chaleur s'effleurissait même à leur surface, et la végétation ne paraissait pas là où ce sel était surabondant. On voit de vastes espaces de terrains de ce genre dans les alluvions de la Durance. Y a-t-il donc assez de sols pareils dans les terrains volcaniques de l'Italie, pour qu'ils y soient un objet de remarque?

La végétation naturelle du sol paraissait à Olivier de Serre le véritable *criterium* des bons terrains. « Si vous ne pouvez savoir ce que rapporte une terre, année commune, regardez les arbres de toutes sortes, sauvages et cultivés ; leur grandeur, leur petitesse, leur beauté, leur laideur, leur abondance, leur rareté vous serviront à juger solidement de la fertilité ou de la stérilité de la terre, sur tous lesquels les poiriers, les pommiers, les pruniers sauvages assurent le terroir être propre pour tous les blés ; sous cette particularité que la terre à fro-

ment est propre aux poiriers, et celle à seigle où le pommier est abondant. Demeurent les pruniers de facile venue presque en tous bons lieux, soit argileux et sablonneux; servent aussi à telle adresse les chardons qui marquent le terrain propre aux poiriers, et la fougère aux pommiers. Ces plantes-là supportent, les premières l'argile, les secondes le sablon, selon les diverses natures des blés. Les bons et menus herbages croissant naturellement ès champs, vous aideront beaucoup à ceci; car jamais bonnes et franches herbes ne viennent abondamment aux terres de peu de valeur[1]. »

Enfin, ce père de notre agriculture complète en deux distiques ses conseils agrologiques :

Tu n'emploieras ton labeur
En terre de bonne senteur.
En terroir pendant
Ne mets ton argent.

Il y a quelques observations à faire sur ces signes diagnostiques donnés par Olivier de Serre; il est certain qu'au moins dans notre midi, où il écrivait, le poirier réussit mieux dans les terres argilo-calcaires et le pommier dans les glaises; que les chardons sont plus abondants dans les premières, et qu'on n'y voit pas de fougère, tandis qu'elles abondent dans les secondes; il a donc raison de dire que les poiriers sauvages et les chardons sont des indices des terres à froment; les pommiers et la fougère, des terres à seigle. Cette règle est-elle assez générale pour être admise partout, et en Normandie, par exemple, les pommiers ne réussissent-ils pas sur les terres calcaires?

Des terres de très chétive qualité, à cause de leur peu de profondeur et de leur sécheresse, les plaines caillouteuses de la Crau par exemple, portent d'excellentes herbes pour les bestiaux; le petit trèfle, la fétuque ovine croissent au milieu des cailloux; il est vrai qu'elles n'y croissent pas abondamment,

(1) Olivier de Serre, liv. I, ch. 1.

mais cette terre est excellente partout où elle a de la profondeur et où on peut l'arroser. Le fait ne contredirait donc pas le principe; les glaises froides, dépouillées de calcaire, ne présentent que les oseilles, les oxalides, la matricaire et d'autres plantes peu agréables aux bestiaux; la règle se trouverait encore exacte sous ce rapport.

Les terrains secs, caillouteux et peu profonds abondent en thym, serpolet, lavande, romarin et autres herbes odoriférantes; Olivier de Serre ne veut pas qu'on y perde son travail.

Enfin les terrains qui ont trop de pente sont difficiles à travailler, les terres y sont entraînées par les pluies; il faut les abandonner à la production du bois, ou faire des travaux constants pour les maintenir en terrasses. Il a donc encore raison en thèse générale de ne pas en conseiller l'achat.

Au reste, les herbes qui croissent naturellement sur un terrain peuvent réellement aider à juger de sa qualité. On raconte qu'un aveugle, voulant acheter un champ, monta sur son âne et s'y fit conduire par son fils; ses voisins se riaient de lui, ne comprenant pas comment un homme privé de la vue pourrait juger de la qualité d'un champ. Mais lui, y étant arrivé, dit à son fils : « Attache l'âne aux yèbles (*sambucus ebulus*) qui sont au bord des fossés. — Mon père, répond celui-ci, il n'y a pas d'yèbles ici. — Cela étant, dit le vieillard, retournons chez nous; je n'achèterai pas la terre. » Ce conte est fondé sur la prédilection de l'yèble pour les terres fraîches et grasses.

Nous sommes tous portés à juger de la valeur des terres par leur végétation, et il ne manque à ce procédé, fondé sur la véritable nature des choses, que d'avoir été réduit en principes par l'observation et l'analyse. En attendant que les botanistes aient fait cette étude et en aient communiqué les résultats, nous dirons qu'il ne faut pas toujours juger d'un terrain par le mauvais état des récoltes annuelles qui peuvent avoir éprouvé des saisons contraires, mais qu'une belle récolte de blé, haute

et très bien grainée, par exemple, annonce un bon sol ; que la grosseur du chaume, le nombre des tiges qui sortent d'une même racine, est aussi un excellent signe quand on examine le terrain après la récolte, comme il faut alors se défier des chaumes minces et des tiges isolées sur chaque racine. Mais il faut se garder de négliger l'examen des plantes pérennes. Ainsi l'on conclura qu'un terrain est bon et profond si les rameaux des arbres sont allongés, les feuilles écartées, les branches rapprochées de l'horizontale ; si les cercles qui séparent les couches concentriques du bois sont écartées ; si l'écorce des jeunes arbres est unie, peu gercée, sans mousses et lichens.

Quand la terre est gazonnée, on remarquera si le gazon est composé de dactyle pelotonné, de pâturin trivial, de fétuque de fléole et de vulpin des prés ; si les bords des champs montrent le chardon lancéolé, le mille-feuille, la bardane, l'ortie, l'yèble, la saponaire ; ces plantes aiment tous les terrains gras.

Si, au contraire, les arbres présentent un aspect rabougri, que les pousses annuelles soient courtes, ainsi que les espaces interfoliaires, que les couches de bois soient pressées, que l'écorce des jeunes arbres soit gercée, couverte de mousse et de lichen ; si la végétation du gazon est composée de nard resserré, d'agrostis vulgaire, d'eriophorums, de caille-lait, d'airas, d'arenaires, d'oseilles, de joncs, d'euphraises ; que les bords des champs présentent la bruyère, le genêt, le cnique des marais, on pourra juger que les terres sont de qualité inférieure.

Un grand nombre d'auteurs ont cherché ensuite à donner un caractère général auquel on pût reconnaître les bonnes terres. M. Symonds[1] regardait comme une preuve de leur excellence quand elles se pulvérisent après une longue pluie ; nous en avons dit assez pour montrer que ce signe peut être équivoque. Comme, après chaque découverte, des imitateurs essaient de s'en emparer par quelque bout, M. Ross cherche à appliquer

(1) *Ann. d'agriculture* d'Arthur Young, t. XV, p. 117, de ses œuvres.

les recherches d'Erhenberg sur les craies, et prétend que les terres fertiles renferment des milliards d'animaux infusoires. Sans doute, elles renferment un grand nombre d'animaux vivants et de dépouilles d'animaux, mais quant à des infusoires, nous avons soumis au mieroscope des terres d'une grande fertilité, et soit que nous observions mal, soit que l'observation de M. Ross ne soit qu'un cas particulier dont il a fait une règle générale, nous n'avons rien vu de ce qu'il annonce, quoique nous ayons suivi la méthode indiquée par M. Erhenberg.

Enfin plusieurs autres agriculteurs ont voulu nous donner des formules de composition normale des terrains; ainsi Giobert indiquait, dans les environs de Turin, un sol qui contiendrait:

Pour un terrain fertile.		Pour un terrain stérile.	
Silice.	48 à 80	Silice.	42 à 88
Argile	7 à 22	Argile	20 à 30
Chaux	6 à 11	Chaux	4 à 20

Ces terrains, dont les limites sont d'ailleurs si mal définies, peuvent être bons ou mauvais, selon le sous-sol et l'humidité.

Pour montrer le peu de cas qu'il faut faire de pareilles formules isolées de ces circonstances, nous opposerons à celles de Giobert celle que donne M. Vilmorin; elle est intitulée *composition de la terre franche de Clamart*. L'auteur ajoute que non-seulement cette terre est très fertile sur le lieu, mais qu'elle est encore la seule estimée et employée par les plus habiles jardiniers de Paris comme base de leurs compositions :

Argile sableuse.	57,0
Argile fine	33,0
Sable siliceux en gros grains	7,4
Carbonate de chaux en fragments	1,0
Carbonate de chaux en poussière.	0,6
Débris ligneux	0,5
Terreau.	0,5
	100,0

Malheureusement, nous n'avons ici qu'une analyse incomplète et une lévigation de cette terre ; mais telle qu'elle est,

elle nous suffit pour voir qu'avec 1,6 de carbonate de chaux, dont 1 en gros grains, Giobert l'aurait rangée parmi ses plus inférieures. Maintenant (1845), on ne se sert plus de la terre franche de Clamart, mais de celle de Massy, que M. Neumann, chef des cultures au Jardin du Roi, regarde comme au moins égale à celle de Clamart. Son lotissement est le suivant :

Gravier	9,5
1er lot	46,6
2e lot	38,6
3e lot	5,3
	100,0

Sa ténacité est de $2^k,8$; le poids d'un mètre cube 1,044 kilogr. Son analyse nous a donné :

Silice	35,0
Alumine	17,0
Quartz	24,8
Sulfate de chaux	10,0
Carbonate de chaux	2,2
Fer	8,4
Acide phosphorique	0,2
Matières organiques	3,0
Perte	0,2
	100,0

Ainsi, nous trouvons ici une argile mêlée de gypse, ayant peu de carbonate de chaux, assez de quartz, et rien de ce qui constitue, d'après Giobert, une bonne terre. On voit cependant qu'elle peut prendre assez de consistance et que, par la variété de ses éléments, elle peut convenir à beaucoup de plantes.

M. Girardin, dans ses leçons de chimie agricole[1], nous fait connaître des expériences plus récentes de M. Drapier sur des mélanges de sable, d'argile et de calcaire, pris dans le plus grand état de pureté ; elles donnent ce résultat : que ce qui est le plus favorable aux plantes, c'est un mélange par parties égales de ces trois substances ; mais, faites trop en petit, ces expériences présentent des faits que la pratique en grand rend

(1) *Du sol arable*, p. 37.

inadmissibles. Par exemple, le défaut de réussite du mélange de parties égales de sable et d'argile ne s'explique que par la privation absolue de toute substance organique dans la terre; car il y a un grand nombre d'excellents terrains qui ne contiennent pas de calcaire. D'ailleurs, qui ne connaît la difficulté d'opérer un mélange intime de substances pures? Nous n'attachons donc pas un grand prix à ces expériences; mais celles qui suivent, faites aussi par M. Drapier, nous paraissent en avoir davantage. Elles étaient faites, non plus sur quelques kilogrammes de terre et quelques graines de semences, mais sur un demi-hectare de terrain et 25 kilogr. de froment, de seigle et d'avoine par chaque demi-hectare.

PREMIÈRE TERRE.

Composition : sable, 60; argile, 25; calcaire, 15.

		Froment.	Seigle.	Avoine.
Récolte. . . .	Grains. . . .	54 kil.	172 kil.	57 kil.
	Paille	258	342	163

DEUXIÈME TERRE.

Composition : sable, 15; argile, 20; calcaire, 65.

Récolte. . . .	Grains. . . .	47	104	53
	Paille	27	782	167

TROISIÈME TERRE.

Composition : sable, 52; argile, 10; calcaire, 38.

Récolte. . . .	Grains. . . .	52	201	57
	Paille.	262	1,420	142

QUATRIÈME TERRE.

Composition : sable, 20; argile, 65; calcaire, 15.

Récolte. . . .	Grains. . . .	108	162	123
	Paille.	446	1,302	380

CINQUIÈME TERRE.

Composition : sable, 45; argile, 35; calcaire, 30.

Récolte. . . .	Grains. . . .	290	458	246
	Paille	1,080	1,280	810

Ces expériences confirmeraient donc le principe que le meilleur des sols serait un *limon* composé de doses à peu près égales

des trois parties constituantes principales des sols. Quoique nous n'élevions aucun doute sur des résultats attestés par une autorité aussi grave que celle de M. Girardin, nous ne pouvons nous empêcher de manifester quelque étonnement sur les anomalies que présentent les récoltes de paille et surtout de paille de seigle. Le rapport ordinaire de la paille de seigle au grain est de 100 : 31 (Bürger), et il serait ici de 100 : 12 pour la première terre, et de 100 : 36 dans la cinquième seulement. Nous avouons aussi que nous ne saurions reconnaître une aussi grande différence dans les récoltes, sans soupçonner que plusieurs de ces terres se trouvaient dans un état de fertilité bien plus grand que les autres. M. Girardin pourra éclaircir ces doutes, si, quand on répétera ces expériences, il veut bien faire l'analyse de l'azote de chacune de ces terres.

D'autres travaux ont encore été produits ; ils ont attaqué la question par plusieurs faces, et méritent que nous nous y arrêtions. Pour juger de la fertilité des terres, on pouvait considérer : 1° la nature des productions ; 2° le produit des cultures ; 3° la terre en elle-même, sa composition et ses propriétés physiques. Ici ce ne sont plus des considérations vagues, comme celles que nous venons d'exposer brièvement pour arriver à des détails plus sérieux ; ceux-ci méritent de nous arrêter quelque temps.

CHAPITRE I.

Caractères de la valeur des terres tirés de la nature de certains produits.

La valeur des terres assignée d'après leurs produits n'est autre chose que le procédé historique que nous décrirons plus tard ; mais quelques agronomes ont cru trouver dans certains de ces

produits une base suffisante et plus facile à déterminer, et ils ont cru pouvoir négliger les autres. Borgstède, le premier, a cherché cette base dans la production du fumier, ou, pour mieux dire, dans celle de la paille de litière combinée avec le produit du foin et la durée du pâturage. C'est de ces trois données qu'il tire son principal caractère[1], dont il forme les classes suivantes :

A. Il y a des fourrages en quantité suffisante, en sorte que chaque vache a au moins 8 quintaux de foin;
B. Il y a des fourrages en surabondance;
C. Il n'y a pas la quantité suffisante de fourrages.

Sous le rapport du pâturage, il a les subdivisions suivantes :

a. Le bétail va au pâturage de la mi-mai à la mi-novembre;
b. Le bétail va au pâturage de la fin de mars à la mi-décembre;
c. Le bétail reçoit toute sa nourriture à l'étable;
d. 10 bêtes à laine qu'on ne fait pas parquer;
e. 10 bêtes à laine qu'on fait parquer pendant 5 mois, et qui pendant 7 autres mois passent la nuit à la bergerie.

Sous le rapport de la litière :

a' On a de la paille en surabondance : 1,465 à 1,781 kil. par hectare;
b' On a de 1,338 à 1,465 kil. de paille par hectare;
c' On a moins de 1,338 kil. de paille par hectare, et par conséquent on manque de paille de litière;
d' On peut suppléer à la paille par d'autres substances;
e' On peut acheter de la paille à bon compte.

En combinant ces trois ordres de considérations, on arrive à la table suivante, où le chiffre en litres exprime la quantité de semence de blé à mettre dans l'espace de terrain que l'on peut fumer avec les ressources de la ferme, c'est-à-dire le fumier d'une vache ou de dix bêtes à laine. Mais il faut remarquer que l'auteur admet des qualités différentes d'engrais, pour ce qu'il appelle terrain froid ou chaud; nous pensons que le premier terrain est une glaise et que le second est siliceux ou calcaire.

(1) *Graendsœtzen ueber die general Verpachtungen der Domanien*, Berlin, 1785.

	A. FOURRAGES en quantité suffisante.		B. FOURRAGES en quantité surabondante.		C. FOURRAGES en quantité insuffisante.		
	Terre froide	Terre chaude.	Terre froide	Terre chaude.	Terre froide	Terre chaude.	
	litres.	litres.	litres.	litres.	litres.	litres.	
a' Paille surabondante.	61,57	68,41	75,11	82,09	48,56	54,73	*a.* Le bétail entre au pâturage à la mi-mai et en sort à la mi-novembre.
b' De 1,558 à 1,465 kil. de paille.	49,24	54,73	61,57	68,41	45,49	51,50	
c' Moins de 1,538 kil. de paille	34,47	41,04	43,09	47,88	34,20	37,62	
d' Paille suppléée par d'autres substances. . . .	37,86	44,46	48,90	54,73	41,04	47,88	
e' Paille achetée	49,25	54,73	61,57	68,41	44,46	51,50	
a' Paille surabondante.	49,24	54,73	54,73	61,57	47,88	51,50	*b.* Le bétail entre au pâturage à la fin de mars et ne rentre qu'à la mi-décembre.
b' De 1,558 à 1,465 kil. de paille	34,47	41,04	41,04	47,88	32,49	37,65	
c' Moins de 1,558 kil. de paille	27,36	31,20	30,78	37,62	25,94	30,78	
d' Paille suppléée par d'autres substances. . . .	37,86	44,46	49,25	54,73	41,04	47,88	
e' Paille achetée	49,24	54,73	61,57	68,41	44,46	51,50	
a' Paille surabondante.	73,88	82,69	82,69	95,77	68,41	71,83	*c.* Le bétail nourri à l'étable toute l'année.
b' De 1,558 à 1,465 kil. de paille	65,99	71,83	71,83	68,41	61,57	65,99	
c' Moins de 1,558 kil. de paille.	Agriculture impossible, selon l'auteur.				»	»	
d' Paille suppléée par d'autres substances. . . .	49,25	54,73	54,73	61,57	41,04	47,88	
e' Paille achetée	61,57	68,41	68,41	71,83	61 57	65,99	
a' Paille surabondante.	32.49	41,04	39,51	47,90	25,99	34,20	*d.* 10 moutons qu'on ne fait pas parquer.
b' De 1,558 à 1,465 kil. de paille	25,99	32,85	32,59	38,31	24,30	27,36	
c' Moins de 1,558 kil. de paille	19,50	24,62	22,58	28,73	17,79	20,52	
d' Paille suppléée par d'autres substances. . . .	18,45	26,68	25,09	34,13	19,15	25,31	
e' Paille achetée	25,99	32,85	32,49	38,31	24,30	27,36	
a' Paille surabondante.	19,06	25,94	25,19	31,15	15,22	19,94	*e.* 10 moutons qu'on fait parquer pendant 5 mois.
b' De 1,558 à 1,465 kil de paille	15,22	19,15	18,95	22,54	14,25	16,01	
c' Moins de 1,558 kil de paille	11,41	14.45	13,24	16,76	10,36	12,04	
d' Paille suppléée par d'autres substances. . . .	12,10	15,62	15,22	18,18	11,22	13 03	
e' Paille achetée	15,22	19,15	18,95	22,54	14,50	16,01	

NOTA. On compte que 10 bêtes à laine ou porcs peuvent fumer l'espace où l'on répand 27,36 litres de semences ; cet engrais est regardé comme suffisant par l'auteur, quand il revient tous les trois ans.

Ce travail mérite une grande attention, car il est fait par un homme expérimenté et représente bien les rapports qu'ont entre elles les différentes situations de tous ces genres d'exploitation agricole, fort usités en Allemagne. On désirerait sans doute qu'il fût plus généralement applicable. La situation pour laquelle il est fait est une situation pauvre, et que le pays où elle existait a sans doute dépassée depuis les écrits de Borgstède. En effet, le maximum de produits en paille de 1,781 kilogr. par hectare ne représente guère qu'une récolte de blé de 11 hectolitres, et il la considère comme fournissant une quantité surabondante de litière; ce qui ne serait pas vrai pour des terrains où l'on récolterait parallèlement 5 à 6,000 kilogr. de trèfle et 12 à 13 mille kilogr. de luzerne par hectare. Il faudrait donc agrandir le cadre de ce tableau et le rectifier au moyen d'observations faites dans d'autres climats. C'est une heureuse idée que celle de prendre les engrais produits pour mesure de la valeur relative des domaines, mais c'est à la condition de comparer des terrains de nature identique. Il y a tels sols du midi de la France, de l'Italie et de la Sicile, qui ne fournissent pas un atome de fourrage, ne nourrissent pas une tête de bétail, et qui, par la force du climat et des principes nutritifs qu'ils renferment, donnent des récoltes supérieures à celles des meilleurs terrains compris dans ce tableau.

Il est évident que l'auteur a considéré le nombre de vaches, bien ou mal entretenues, comme constant; sans quoi la quantité de fourrage, insuffisante pour un certain nombre, deviendrait suffisante et surabondante pour un nombre moindre. On peut aussi affirmer qu'il n'apprécie pas à sa juste valeur l'industrie des bêtes à laine. Enfin, on voit que ce système suppose que le produit des terres est proportionné aux quantités d'engrais dont on dispose. En admettant que cela fût complétement vrai, et en se bornant à comparer des terrains de même nature et dans une même position, encore faudrait-il tenir compte et

déduire de chaque terme les frais de culture. Supposez, pour le moment (et cette hypothèse devrait être remplacée par la réalité dans la pratique), que ces frais soient représentés par le produit donné par une terre où l'on appliquerait seulement à l'espace propre à être ensemencé de $10^{lit.},36$ le fumier d'une tête de bétail existant dans la ferme, c'est le moindre terme de ces tables. Ainsi, à 10,36 le produit net serait nul; à 95,77, terme le plus élevé, la valeur relative de la terre serait représentée par $95,77 - 10,36 = 85,41$; ce serait, d'après l'auteur, une terre chaude, ayant surabondamment de fourrage et de paille, et où le bétail serait nourri à l'étable; elle serait de 71,73 pour une pareille situation, où le bétail resterait six mois au pâturage; de 51,21 pour celle où il y resterait huit mois et demi; de 37,54 là où l'on aurait des moutons qu'on ne ferait pas parquer; de 20,79 si les moutons parquaient six mois de l'année. Voilà dans quel esprit ces tables sont applicables.

M. Royer, professeur d'économie rurale, a pris le même point de départ, l'abondance du fourrage et par conséquent de l'engrais, mais il n'avait pas cru d'abord pouvoir s'en servir pour faire une appréciation rigoureuse; il s'était borné à assigner des rangs aux terres et à en former différentes catégories, sous forme d'échelle ascendante, ne prétendant pas assigner la valeur relative des différents degrés.

Sans entrer dans les considérations de la nature des terres, qu'elles soient siliceuses, calcaires, glaiseuses, l'auteur de ce système les classe selon six périodes de fécondité de la manière suivante: 1° période forestière; 2° pacagère; 3° fourragère; 4° céréale; 5° commerciale; 6° jardinière. Il est bien évident qu'il y a des terres qui, par leur fertilité intrinsèque, ne se trouvent jamais dans les périodes inférieures, mais qui sont dès leur défrichement dans la période céréale ou commerciale, comme au contraire il en est d'autres qu'il ne faut jamais faire sortir de la période forestière, et d'autres, comme les steppes,

les garigues, les terres salées ou manquant de fonds, qui seront dans une période pacagère inférieure à la période forestière et d'une moins grande valeur, et y resteront toujours ; ce serait une période à ajouter à celles de M. Royer. Examinons maintenant les définitions de celles qu'il a indiquées.

1° La période forestière est celle où les terres manquent de principes végétatifs et ne portent qu'un pâturage à peu près nul. Il ne faudrait pas juger cependant de cette faculté productive par une seule saison de l'année ; ainsi on trouverait dans les pays méridionaux d'excellentes terres qui paraissent absolument sèches en été. C'est donc sur l'état d'enherbement du sol, dans la saison humide, qu'il faut seulement les juger.

Selon l'auteur, les terres qui sont dans la période forestière ne paient que le quart, ou au plus la moitié du travail qui leur serait consacré ; pour les faire passer à un état meilleur, il faudrait employer des masses d'engrais qui surpasseraient de beaucoup la valeur des terres ; aussi le moyen d'exploitation le plus sûr est encore de les semer ou planter en bois, laissant aux siècles à venir et à la nature le soin de les porter à la période suivante.

2° La période pacagère est caractérisée par la pousse chétive des luzernes, trèfles, sainfoins qui n'y deviennent pas susceptibles d'être fauchés, et forcent à les consacrer au pâturage. Dans cette période, le prix de ferme dépasse 10 fr. par hectare, et les terres, donnant une production annuelle, possèdent en elles-mêmes les moyens de production d'engrais et d'avancement. Il n'est pas rare qu'un marnage ou un chaulage fassent passer immédiatement à la période suivante les glaises tenaces de cette période, en favorisant le développement des légumineuses. Cette espèce de puissance cachée des glaises, si facile à mettre en action, tandis que les terres calcaires manifestent spontanément toute leur fertilité, justifie l'auteur qui

met les premières, parvenues à l'état pacager, au-dessus des calcaires qui se trouvent dans la même période.

3° La période fourragère est indiquée par la réussite à peu près complète de l'un de ces trois fourrages, luzerne, sainfoin, trèfle, dont on obtient le produit moyen de 1,500 à 2,000 kil. par hectare. Ce faible produit indique l'inégalité de richesse des terres dont certaines portions ne peuvent encore se faucher, et la nécessité de consacrer la plus grande partie du terrain à la production exclusive du fourrage, à l'effet de multiplier les engrais nécessaires pour arriver à un plus haut degré de fertilité.

4° La période céréale arrive quand le produit moyen des fourrages étant de 3,000 à 5,000 kilogr. par hectare, la production céréale peut marcher de pair avec celle des fourrages et lui fournir la paille pour les litières. Alors s'introduit la nourriture à l'étable.

5° La période commerciale commence quand les engrais sont surabondants. Les céréales exposées à verser par trop de richesse ne sont plus le produit le plus avantageux de la ferme, si on ne les intercale pas avec des récoltes épuisantes, comme les plantes oléagineuses, textiles, tinctoriales, etc.

6° Enfin la période jardinière ne diffère de la précédente qu'en ce qu'une nombreuse population permet de substituer la bêche à la charrue, et que la possibilité d'acheter des engrais dispense de les créer sur le domaine. Telle est la classification naturelle que nous présente M. Royer[1]. Elle annonce l'habitude de bien voir et de réfléchir, celle de classer les faits synthétiquement, et elle peut être d'un grand usage quand on voudra considérer les terres d'une manière générale.

L'auteur n'avait pas osé d'abord assigner la valeur du pro-

(1) Dans un excellent mémoire intitulé : *De l'acquisition, de la propriété et de l'évaluation du sol;* dans l'*Agriculture de l'Ouest*, de M. Rieffel, p. 465 et suiv.

duit net de chacune de ces périodes ; aujourd'hui, devenu plus hardi par les progrès de ses expériences, il nous donne un tableau où il cherche à apprécier la valeur des terres qui se trouvent aux divers degrés de son échelle[1]. Mais arrivé à ce point, il a senti qu'il avait un pas de plus à faire et que la nature du sol amenait de graves variations dans cette valeur. Il admet donc trois grandes divisions : les terres calcaires, les terres siliceuses, les terres argileuses, qui répondent aux grandes divisions de notre classification. Prenant pour base de la valeur proportionnelle des terres celle des terres siliceuses dans la période fourragère et celle des terres argileuses dans la période pacagère qu'il suppose l'une et l'autre égales à 1, il assigne, pour les autres circonstances des terrains, les valeurs relatives suivantes pour leur prix de location.

PÉRIODES.	Terres calcaires.	Terres siliceuses.	Terres argileuses.
1° Forestière	0,1	0,25	0,5
2° Pacagère.	0,25	0,5	1,0
3° Fourragère.	0,5	1,0	2,0
4° Céréales	8,0	5,0	10,0
5° Commerciale.	12,0	12,0	15,0
6° Jardinière	15,0	20,0	25,0

M. Royer fixe la valeur de son unité à 10 francs qui est le loyer au-dessous duquel il croit que l'on ne peut faire valoir les terres avec profit ; ainsi, selon lui, les terres calcaires ne commenceraient à être profitables que dans leur transition de la période fourragère à la période céréale, les terres siliceuses dans la période pacagère, enfin les terres argileuses déjà dans la période pacagère. Les terres calcaires l'emportent sur les siliceuses dans la période céréale, mais elles leur sont égales seulement dans la période commerciale, et inférieures dans la période commerciale ; les terres argileuses sont toujours et dans toutes les périodes supérieures aux autres.

(1) *Agriculture de l'Ouest*, de Rieffel, t. II, p. 321 et suiv.

Nous ne pensons pas que l'on puisse ainsi donner une évaluation générale d'une classe entière de terres ; leurs caractères physiques entrent pour une trop grande part dans cette estimation pour qu'on puisse en faire abstraction; nous croyons donc que les chiffres de M. Royer doivent s'appliquer principalement aux terres sèches des pays à grandes cultures de la région des céréales, et que, hors de là, ils présentent de graves erreurs.

L'auteur essaie dans son tableau de comparer la valeur du fonds de terre à la rente, mais nous ne pouvons comprendre comment il a pu admettre qu'il y avait en France des fonds de terre qui se payaient 100, 80, 60 fois la rente (période forestière), qu'il y en avait d'autres qui ne se payaient que 12 à 15 fois la rente (périodes céréale, commerciale et jardinière). Ces écarts n'existent pas entre les fonds de terre les mieux placés sous le rapport du voisinage, de la population et des capitaux, et ceux qui le sont le plus mal. Il existe une différence de 2 à 3 pour 100 dans la rente que rapporte le prix d'achat ; mais on ne trouve nulle part des terrains à acheter pour 12 à 15 fois la rente.

Il ressort de ces tableaux une vérité importante, c'est que la valeur locative d'une même nature de terre peut devenir 50, 100, 150 fois plus forte en passant d'une période à une autre. Ajoutons que c'est surtout par des irrigations que l'on produit cette transformation, séduisant appât pour les améliorateurs.

Nous avons vu que la base dont part M. Royer est la production des fourrages ; s'il avait vécu dans les contrées méridionales, il aurait pu ajouter quelques traits à son tableau. Ainsi après les terres qui produisent de beau sainfoin et au-dessus d'elles, il aurait trouvé celles qui produisent de belles luzernes, et ce sont deux degrés différents de fertilité ; il aurait trouvé enfin des alluvions qui portent ces luzernes sans engrais. Nous aurions encore un reproche à faire à cette classification. Préoccupé de la grande culture des céréales et des fourrages, M. Royer a complétement oublié la possibilité de tirer des

terres de ses trois premières divisions un autre parti que celui que l'on en tire dans le nord. La vigne, l'olivier, le mûrier élèvent quelquefois le produit de ces terres négligées au niveau de celui des meilleures terres. L'exposition et la profondeur du sol jouent ici un rôle qui ne peut être passé sous silence. Il y a donc un nouveau perfectionnement à faire à ce tableau, c'est d'y introduire la considération des arbres et arbustes qui résument les qualités du sol, du sous-sol et celles du climat.

CHAPITRE II.

Caractères de la valeur des terres tirés des produits annuels. Système de Thaër.

Le régénérateur de la science agricole, Thaër, ne fut pas plus tôt lancé dans l'exploitation rurale, qu'il sentit le besoin de se rendre compte du rapport qui existait entre les produits des terres et les moyens de reproduction. Sans méconnaître les effets des agents atmosphériques, en les admettant positivement, au contraire, comme nous le verrons plus loin, il comprit que dans une culture active, les moyens réparateurs fournis par les engrais étaient d'une bien autre importance que les principes nutritifs inhérents au sol, que la nature dispense d'une main avare, parce qu'elle n'a pour but que le maintien des espèces, et non le luxe de leur végétation. En cherchant donc la proportion selon laquelle une dose d'engrais augmente le produit d'une plante, il arriva en même temps, et par le même moyen, à trouver des caractères pour estimer la valeur des terrains. Mais en prenant ses premières données dans des analyses chimiques imparfaites, il aurait pu être entraîné dans de graves erreurs, si son tact agricole n'y avait suppléé, et s'il n'avait abandonné à temps ces vues *à priori*, pour en revenir aux résultats de la pratique.

Voici les données dont il est parlé. Einhoff a trouvé que dans diverses espèces de grains la quantité de principes nourriciers (selon lui le gluten, l'amidon, le mucilage sucré) étaient dans la proportion suivante :

Dans le blé-froment	0,78	
le seigle	0,70	
l'orge	0,65	ou 0,70 selon la bonté.
l'avoine	0,58	
les lentilles	0,74	
les pois	0,755	
les haricots	0,85	
les féves de marais . .	0,685	
les féverolles	0,73	

Ainsi, un hectolitre de

Blé pesant.	78[1] kil.	contiendrait	60,84	de sucs nourriciers.
Seigle . . .	73	—	51,10	
Orge. . . .	65	—	39,65	
Avoine. . .	41	—	23,78	
Pois	84,8	—	64,02	
Féverolles .	87,3	—	63,73	

Thaër, partant de ces données et les modifiant, dit-il, d'après *quelques* différences dans la nature des sucs, dans la quantité de paille, et d'après des *expériences*, en conclut que les céréales ont la faculté d'épuiser le sol dans les rapports suivants :

Blé-froment	13
Seigle	10
Orge.	7
Avoine.	5

De manière que, quant à l'épuisement qu'ils occasionnent, 6 hectolitres de seigle sont égaux à :

4,61 de froment ;
8,58 d'orge ;
12,00 d'avoine.

(1) Selon Thaër, l'hectolitre de blé pèserait 78[k],15, puisqu'il contient 0,1 mètre cube, et que le scheffel, qui ne contient que 0,058 mètre cube, pèse 15[k],56. Nous avons conservé les poids donnés par Thaër aux différents grains, quoiqu'ils diffèrent de ceux qu'ils ont en France.

Maintenant, si l'on suppose qu'un hectolitre de seigle appauvrisse le sol de 9°,15,

Chaque hectolitre de froment l'appauvrira de. .		11,89
—	d'orge.	6,10
—	d'avoine.	4,37

Après la récolte, les champs ne restent pas dépourvus de tout principe nutritif, puisque l'on peut immédiatement en tirer une récolte nouvelle. Les plantes ne s'emparent donc que d'une partie de la fertilité de la terre, proportionnée à leur vigueur et à l'activité du sol. Thaër admet, d'après ses expériences, que :

Le froment appauvrit le sol de. . .	0,40	de sa fertilité.
Le seigle.	0,30	
L'orge.	0,25	
L'avoine.	0,25	

Ajoutons encore que Thaër admet, comme résultat de ses expériences, que la jachère restitue à la terre une certaine dose de fertilité proportionnelle à sa fertilité déjà acquise, et qu'ainsi :

10 degrés de fertilité reçoivent de la jachère. .	4 degrés.
20	6
30	8
40	10
50	11
60	12
70	13
80	14
90	15

Maintenant, il nous sera facile de juger ce système et d'en faire voir les erreurs. D'après lui, toute terre peut être réduite par une courte série de récoltes à une valeur presque nulle. Ainsi, une terre partant d'un produit de 20 hectolitres ne porte plus que 5 hectolitres un tiers à sa troisième récolte de blé, ce qui est contraire à toute expérience dans nos régions du midi, où l'on sème trois fois du blé après la luzerne, sans que le produit tombe au-dessous de 12 à 14 hectolitres. Selon ce système, la valeur d'une terre consisterait uniquement dans cette ferti-

lité acquise, et rien ne pourrait être plus avantageux que de l'enlever d'un seul coup et par une seule culture. Supposons que ce cas extrême pût se réaliser ; un sol qui porterait 20 hectolitres de blé, et qui aurait 595° de fertilité, aurait donc seulement une valeur totale de 50 hectolitres de blé, déduction faite des frais de culture. Nous trouverons aussi à critiquer son échelle croissante de la fertilité reçue par le sol au moyen de la jachère. Nous avons déjà parlé des terres calcaires du midi qui, au moyen d'une année de jachère alternant avec une année de blé, produisent indéfiniment et sans engrais 8 hectol. Selon Thaër, les 8 hectolitres supposent un épuisement de 95°,11, avec un résidu de 237° de fertilité, en totalité 332°,11; or, l'échelle croissante de Thaër ne s'étend pas au delà de 90°, et il est difficile d'imaginer comment il l'a conclue de l'expérience, car il ne doit jamais avoir eu à traiter des terrains aussi pauvres, et surtout des terrains ne possédant que 10°. Si, en suivant la même loi de progression, nous voulions pousser les nombres de la deuxième colonne jusqu'au chiffre correspondant à 332°, nous arriverions beaucoup plus bas que 95°. Aussi, tout en convenant que le bon état du terrain doit contribuer pour beaucoup à la fertilité que procure la jachère, parce qu'elle met en contact avec l'air un plus grand nombre de débris organiques à proportion que le terrain en est plus saturé, nous admettrons aussi que cette loi se modifie d'après la nature de terrains, et que l'on ne peut la poser d'une manière aussi absolue.

Mais si, sous les rapports théoriques, le système exposé par Thaër nous paraît manquer de vérité, voyons jusqu'à quel point il peut nous indiquer la valeur relative des terrains.

Prenons le sol qui produit 20 hectolitres avec 595° de fertilité ; sa culture est payée avec 5 hectolitres, plus un hectolitre de semence ; reste 14 hectolitres de produit net ; un sol produisant 10 hectolitres ne représente pas la moitié de la valeur de celui-ci, car il ne rend que 4 hectolitres nets ; or, ce sol aura

pour formule 297°, moitié de 595, et cependant la valeur relative est de 14 à 4. Il est donc bien évident que si l'on voulait se servir des formules de Thaër pour l'évaluation des terrains, il faudrait ne les prendre que pour ce qu'il les a faites, c'est-à-dire comme un moyen d'indiquer le produit brut, et c'est sous cette réserve seulement qu'on pourrait, en les supposant rectifiées, les appliquer à un objet auquel l'auteur ne pensait pas en les rédigeant, car son but unique était de chercher à représenter l'épuisement du terrain, de manière à faire juger des effets des assolements. Mais nous avons dû y chercher à notre tour les éléments qu'il y avait mis et qui étaient aussi ceux de la question qui nous occupe. M. Varembey a développé ce système sans en changer les bases dans ses lettres sur l'euphorimétric.

CHAPITRE III.

Continuation du même sujet. Système de M. de Woght.

M. de Woght, célèbre philanthrope allemand, en se livrant à l'agriculture, chercha à appliquer la méthode de Thaër, mais il ne tarda pas à reconnaître qu'elle ne tenait pas compte de l'état et de la nature du sol, que les engrais n'agissaient pas de la même manière dans tous les terrains et après toutes les cultures; il adopta alors un procédé empyrique, inventé par Wulfen, qui consiste à regarder cette propriété complexe à laquelle il donne le nom de *fécondité*, et qui est la source des produits, comme étant le résultat de deux facteurs, l'un la *puissance* du sol ou la faculté actuelle qu'il a de mettre en action les principes nutritifs[1]; l'autre la *richesse*, ou l'ensemble des principes nutritifs, naturels ou artificiels, contenus dans le sol.

(1) Dans une notice sur les échelles statiques d'agriculture, insérée dans les *Annales d'agriculture*, 2e série, t. XXX (et imprimée avec

Attribuons une fécondité de 600 degrés à un champ d'un hectare, qui sans addition de fumier produirait 1,614 k. de blé (20,18 hectol., en supposant 80 k. à l'hectol.); il s'agit de trouver les deux facteurs, *richesse* et *puissance*, qui ont produit 600 par leur multiplication. Nous avons l'équation $600 = R \times P$.

M. de Wogbt a ajouté 76,7 mètres cubes ou environ 6,000 kilogr. de fumier au terrain, il a obtenu 1,937 kilogr. de blé; il en conclut que cette quantité d'engrais a augmenté la fécondité d'une quantité correspondante, c'est-à-dire de 120 degrés, et que la nouvelle fécondité est de 720 degrés; mais la richesse a été augmentée d'une nouvelle quantité que nous appellerons r, la puissance restant la même, c'est-à-dire que l'on a $720 = (R + r) \times P$.

L'erreur de M. de Wogbt est d'avoir cru le problème résolu avec ces deux équations, en donnant arbitrairement une valeur à la puissance. Elles sont indéterminées puisqu'il n'y a que deux équations pour trois inconnues, et c'est ce que nous lui avons objecté autrefois; mais en examinant de près ses autres travaux, on suit de l'œil le tâtonnement qui l'a conduit à son résultat. Il a sans doute augmenté et diminué successivement le chiffre de la puissance et celui de la richesse, jusqu'à ce qu'il ait trouvé le produit d'accord avec les résultats pratiques; il s'est arrêté à fixer à 8 degrés le chiffre de la puissance de son sol, et dès lors il a obtenu les résultats $R = 75$ pour 1,614 kil. de blé, et $r = 15$ degrés (r richesse ajoutée pour 6,000 kil. de fumier).

beaucoup de fautes), nous avions traduit le mot *kraft* de M. de Wogbt par le mot français *activité;* dans une lettre que le célèbre auteur écrit à M. Briaune, et qui est insérée dans la 3e livraison des *Annales de Grignon*, p. 159, il donne la préférence au mot *puissance* adopté par M. de Dombasle sur le mot *activité*, que nous avions proposé, et celui de *force* que présentait M Briaune. Sans rentrer dans la discussion métaphysique et assez obscure de l'auteur, nous cédons à ses vœux, car il nous paraît fort indifférent d'adopter l'un ou l'autre de ces termes, dès le moment qu'ils sont définis. La livraison citée des *Annales de Grignon* contient la meilleure exposition du système de M. de Wogbt.

Il n'a pas tardé à voir que la puissance augmentait ou diminuait selon les saisons et les circonstances météorologiques. Ainsi un champ, qui avait 90 degrés de richesse, lui produisait quelquefois 2,130 kilogr. de blé, ce qui supposait 792 degrés de fécondité et 8,8 degrés de puissance, au lieu de 8. C'était donc alors 0,8 de puissance qui étaient ajoutés par l'influence de l'année. M. Bella fils [1] a fait voir aussi que l'on ne pouvait pas regarder la puissance comme une quantité invariable, puisqu'elle était modifiée elle-même par les effets des engrais sur le sol, qui changeaient sa tenacité, sa porosité et son hygroscopicité.

De plus, les différentes cultures faisaient aussi descendre ou monter le chiffre de la puissance. Ainsi la présence prolongée du blé en terre la prive, pendant ce temps, des influences atmosphériques ; elle se durcit et perd 0,10 de puissance, et seulement 0,05 dans les étés humides, ou si du trèfle était semé sur le blé. Les pommes de terre, en épuisant la richesse, augmentaient la puissance de 0,01 à 0,02, à cause des sarclages et de l'humidité entretenue sur le sol par les feuilles de cette plante. Le trèfle augmentait la puissance et la richesse ; le marnage augmentait la puissance de 3 degrés dans la 1re année, de 4 dans la 2e, de 3 dans la 3e ; au bout de quinze ans, la terre revenait à sa puissance première. Au reste, ces derniers chiffres devaient être relatifs à la qualité de la marne employée, et l'auteur du système avait tort d'attribuer à la seule puissance une bonification qui tournait aussi au profit de la fertilité.

La richesse diminuait ainsi selon les récoltes :

	degrés.
Pour 100 kil. de blé.	2,46
pommes de terre. . .	0,21
colza.	3,30
seigle	2,21
orge.	2,21
avoine.	2,46

(1) *Annales de Grignon*, année 1843, p. 147.

Ces produits consommaient la fécondité ainsi qu'il suit :

	degrés.
Pour 100 kil. de blé.	19,68
pommes de terre. .	1,68
colza.	26,10
seigle	17,62
orge.	17,68
avoine.	19,68

Ils indiquaient dans la terre la fécondité suivante :

	degrés.
Pour 100 kil. de blé par hectare. . . .	44,2
pommes de terre. . .	4 à 5
colza.	41,2
seigle	41,2
orge.	44,2
avoine.	49,0

Au moyen de ces trois tableaux, on peut appliquer le système de M. de Woght à toutes les situations où l'on cultive les plantes qui ont été le sujet de ses expériences. Ainsi, nous savons qu'une terre a rapporté 18 hectol. de blé par hectare (1,440 kilogr.), qu'elle a reçu une fumure de 4.000 kilogr. ; une autre terre de même qualité, mais fumée depuis longtemps, a produit 12 hectol. 8 (1,023 kilogr. de blé). La fécondité après la fumure est de 604,8 degrés ; la fécondité naturelle de 544 degrés ; le fumier l'a donc augmentée de 60°.

La *richesse* est donnée par les proportions :

$$1440 - 1023 = 417 : 60 :: 604 : x = 86{,}9 \text{ dans le } 1^{er} \text{ cas.}$$
$$417 : 60 :: 544 : x = 78{,}2 \text{ dans le } 2^{e} \text{ cas.}$$

La *puissance* par la division :

$$\frac{604}{86{,}9} = 6{,}9 \text{ dans le } 1^{er} \text{ cas.}$$
$$\frac{544}{78{,}2} = 6{,}9 \text{ dans le } 2^{e} \text{ cas.}$$

On voit donc qu'il s'agit, pour pouvoir se servir de cette méthode, d'avoir les résultats de deux expériences, l'une qui

donne la fécondité naturelle du terrain, l'autre l'effet du fumier sur le terrain, afin de pouvoir déterminer la puissance. Ces expériences doivent être faites sur la même espèce de terrain et après les mêmes cultures. Alors on aura une base d'évaluation, la fertilité à un prix relatif à la valeur de l'engrais dans le pays; mais en achetant une terre, c'est la puissance, qualité inhérente à la terre, qu'il faut surtout payer. Ainsi, dans les cas que nous avons cités, la première terre, plus la valeur de 4,000 k. de fumier, vaudrait exactement la seconde.

Mais l'usage de ce système est loin d'être aussi sûr et aussi exact qu'il le paraîtrait par cet exemple. Dans une année sèche, par exemple, le fumier ne déploiera pas toute sa fertilité, et alors on risque d'avoir des chiffres très différents pour exprimer la puissance dans la terre fumée et dans la terre non fumée; tout l'avantage sera alors pour cette dernière qui paraîtra avoir une puissance plus considérable que l'autre. Tout cet appareil d'hypothèses, auxquelles il faudrait retoucher sans cesse, comme l'a fait l'auteur pendant toute sa vie, pour les ramener dans la voie de la vérité, ne pourrait qu'égarer ceux qui y mettraient trop de confiance. J'admets cependant que la fécondité pourrait être évaluée au moyen de ces formules, avec une certitude au moins égale à celle des formules de Thaër; mais quand on voudra les décomposer en leurs éléments, on éprouvera toujours une difficulté réelle qui naîtra de l'indétermination des bases du calcul, et de ce que, pour les adapter à un sol quelconque, il faut se résoudre à passer par les tâtonnements qui ont rempli la fin de la carrière de M. de Wogbt.

Au reste, le but de cet estimable auteur, pas plus que celui de Thaër, n'a jamais été de faire servir ses échelles statiques à la détermination de la valeur des terrains; il les destinait aussi à apprécier les assolements et les effets des différentes cultures sur le sol; mais il en a tiré des conclusions pratiques intéressantes qui pour nous, au moins, ont besoin d'autres preuves

que celles tirées de ses calculs. Cependant il est évident que si les éléments de puissance et de fertilité ou richesse se fondaient sur des données positives, on aurait résolu le problème de l'agrologie, résultat immense qu'il ne nous est pas encore donné d'atteindre par des moyens aussi simples.

CHAPITRE IV.

Caractères tirés de la composition de la terre. Système de Thaër.

Nous ne nous arrêterons pas à une foule de tentatives superficielles que l'on a faites pour essayer de lier la valeur relative des terres à leurs caractères minéralogiques et physiques. A quoi bon rappeler ces essais malheureux, fruit d'une demi-science, et qui n'ont pu résister aux moindres épreuves? C'est en Italie, surtout, qu'ont abondé les travaux de cette espèce. Plus l'art des experts du cadastre y était avancé, plus la pratique y avait développé ce tact admirable qui leur fait juger si vite et si bien le produit brut et le produit net d'une terre; plus cette profession a été répandue par l'introduction déjà ancienne de cadastres territoriaux exacts dans la haute Italie, plus aussi il s'est trouvé de ces experts qui ont cru pouvoir formuler les inspirations de leur tact intime, réduire leur art en science, et qui malheureusement l'ont fait sans avoir les connaissances qui leur eussent été nécessaires pour y parvenir. Nous nous bornerons donc à décrire deux de ces tentatives faites en Allemagne, l'une par Thaër et l'autre par Kreyssig.

Après avoir fait l'examen et l'analyse d'un grand nombre de sols, Thaër crut pouvoir les classer et les estimer, comme on va le voir dans le tableau suivant. La dernière colonne suppose que le terrain de première classe a une valeur de 100, et les autres terrains sont estimés en nombres proportionnels.

DÉNOMINATION méthodique des terres.	DÉNOMINATION DE THAER.	DÉNOMINATION USUELLE.	PROPORTION DES ÉLEMENTS.				VALEUR relative.
			Argile.	Sable.	Chaux	Terreau	
1. Argilo-calcaire argileux.	Argile fortement imprégnée de terreau.	Riche terre à froment.	74	10	4,5	11,5	100
2. *Idem.*	Terre très tenace imprégnée de terreau.	*Idem.*	81	6	4	9	98
3. *Idem.*	*Idem.*	*Idem.*	79	10	4	7	96
4. Limon.	Riche terre marneuse.	*Idem.*	40	22	36	4	90
5. Terreau.	Terrain léger imprégné de terreau.	Terrain de prairies.	14	49	10	27	79
6. Terrain siliceux.	*Idem.*	Riche terre à orge.	20	67	3	10	78
7. Limon.	Riche terrain argileux.	Bon terrain à froment.	58	36	2	4	77
8. *Idem.*	Terrain marneux.	Terrain à froment.	56	30	12	2	75
9. Glaise.	Terrain argileux.	*Idem.*	60	38	»	2	75
10. *Idem.*	Terrain glaiseux.	*Idem.*	48	50	»	2	65
11. *Idem.*	Glaise.	*Idem.*	68	30	»	2	60
12. Terrain siliceux.	Terrain glaiseux.	Terre à orge de 1re classe.	38	60	»	2	60
13. *Idem.*	*Idem.*	Terre à orge de 2e classe.	33	65	»	2	50
14. *Idem.*	Glaise sablonneuse.	*Idem.*	28	70	»	2	40
15. *Idem.*	*Idem.*	Terrain à avoine.	23,5	75	»	1,5	30
16. *Idem.*	Sable argileux.	*Idem.*	18,5	80	»	1,5	20
17. *Idem.*	*Idem.*	Terre à seigle.	14	85	»	1	15
18. *Idem.*	Terrain sablonneux.	*Idem.*	9	90	»	1	10
19. *Idem.*	*Idem.*	Terre à seigle tous les 6 ans.	4	95,25	»	0,75	5
20 *Idem.*	*Idem.*	Terre à seigle tous les 9 ans.	2	97,5	»	0,5	2

L'esprit qui préside à cette table est de regarder l'union de l'argile et du terreau comme donnant à une terre le prix le plus élevé, et le manque d'une de ces substances comme réduisant cette valeur. Dans les terres argilo-calcaires, chacune des unités de l'argile parait entrer dans les calculs pour environ 0,78 et le terreau pour 3,7 ; ainsi nous avons, pour la première terre, $74 \times 0,78 + 11,5 \times 3,7 = 100,27$; pour la deuxième, $81 \times 0,78 + 9 \times 3\ 7 = 96,48$, ce qui ne s'éloigne pas du rapport admis par l'auteur; mais le même calcul donne pour la troisième 87,52, et l'on ne s'explique pas la raison qui a porté Thaër à l'élever presque à l'égal de la précédente.

Dans les limons, on ne reconnaît plus de loi ; le n° 4, qui a 40 d'argile et 4 d'humus, est taxé beaucoup plus haut que le n° 7 qui a 58 d'argile et également 4 d'humus ; et qu'on ne dise pas que c'est le calcaire qui établit cette différence, car le n° 8, qui a 12 de calcaire tandis que le n° 7 n'en a que 2, descend au-dessous de lui, mais d'une si petite différence, qu'elle n'est pas expliquée par la réduction de moitié du terreau. Il semble évident que l'auteur a peu observé les terres calcaires.

Dans les glaises, l'argile acquiert une valeur plus grande que dans les terres argilo-calcaires et dans les loams; elle varie de 1,25 à 1,30; mais l'auteur a eu tort de ne pas expliquer la cause qui fait descendre le taux de la terre n° 11 qui possède une plus grande quantité d'argile que les précédentes.

Le même avantage reste à l'argile dans les terrains siliceux ; sa valeur est de 1,50 tant que la quantité de terreau reste la même, mais si elle vient à descendre, et se réduit à presque rien, la valeur de l'argile n'est plus que de 1,0.

Ainsi, en résumé, Thaër estime avant toutes choses les terres argileuses riches en terreau, ensuite les limons riches en argile; enfin, les glaises et les silices n'ont de prix à ses yeux qu'en raison de l'argile qu'elles contiennent. Cette préférence pour les terres argileuses, ce second rang assigné aux terres cal-

carifères par les agronomes du Nord, tient sans doute à des effets de climat; la nitrification s'y fait moins bien, la chaux n'y a pas cette propriété fécondante qui la fait estimer dans le midi, les cultures industrielles moins fréquentes n'y font pas apprécier les avantages d'une prompte décomposition du fumier. Bürger a raison de refuser sa confiance au système d'appréciation de Thaër [1], système basé sur des analyses imparfaites, où l'on s'est borné à séparer la prétendue argile de la silice par la lévigation. Nous avons déjà fait voir que l'argile était loin de pouvoir être obtenue par ce procédé, que ce n'était pas d'ailleurs une substance identique à elle-même, que sa composition variait infiniment, et que, selon ces variations, elle donnait aux terrains des propriétés différentes. Bürger cite deux terres dont la tenacité était en raison inverse de l'argile qu'elles contenaient, et dont celle qui en avait le moins se rapprochait par conséquent davantage des terres à froment de Thaër. Mais de quelle argile s'agissait-il? Était-ce seulement le résidu de la lévigation, le troisième lot? Mais qui assure qu'il n'était pas composé presque entièrement de fine silice, dans la terre la moins tenace? C'était par la recherche seule de l'alumine qu'on pouvait prononcer avec certitude sur l'état de ces terrains. Nous pensons donc qu'on ne peut avoir qu'une confiance conditionnelle aux évaluations de Thaër en ce que d'abord elles sont faites pour le climat de l'Allemagne et pour le genre de culture usité dans ces terres, dont la principale base était les céréales, et ensuite à cause de l'incertitude attachée à son mode d'analyse.

CHAPITRE V.

Méthode historique.

Ce que nous appelons la méthode historique dans l'évaluation des terrains consiste à se servir de tous les renseigne-

(1) *Traité d'économie rurale*, § 11.

ments que l'on a pu recueillir sur les produits bruts, sur les frais et sur les produits nets; à composer un produit moyen à l'aide des résultats d'une série d'années la plus longue que l'on puisse se procurer, et à obtenir ainsi non plus la valeur relative, mais la valeur positive du sol que l'on veut connaître. Nous avons déjà exposé cette méthode dans le *Guide des propriétaires de biens ruraux affermés*[1], et nous ne pouvons mieux faire que de reprendre ici cette exposition.

SECTION Ire. — *Estimation en bloc.*

L'estimation en bloc a lieu, ou par la comparaison de la cote d'imposition du domaine à celle des terres voisines, ou par celle du montant de leurs baux.

Dans les pays où le cadastre a été fait passablement, on peut se servir de la première méthode, mais cependant toujours avec quelque défiance. Dans ceux, au contraire, où il n'y a pas de cadastre, ou bien où le cadastre a été fait avec négligence, on ne peut nullement compter sur cette base; car fort souvent c'est au moyen du bail que les anciennes matrices de rôle ont été faites, et les circonstances de culture ayant tout à fait changé les proportions des valeurs des terres entre elles, les mêmes rapports n'existent plus.

Nous citerons un fait. Avant le cadastre, nous avions une terre qui était cotisée 200 fr. et une autre 48 fr.; la seconde, qui était autrefois humide et de peu de valeur, ayant été convertie en prairie depuis cinquante ans, la cotisation était restée immobile. A la confection du cadastre, la première de ces terres est restée à 200 fr.; la seconde est montée à 210 fr., et sans qu'il y ait dans ce changement une injustice criante. Quelques années encore, et ces défauts des anciennes matrices deviendront sensibles pour le cadastre, et il faudra aussi se défier de

(1) Un vol. in-12, prix : 75 cent. à la Librairie agricole, rue Jacob, 26.

ses indications. En attendant, on peut s'en servir comme d'un auxiliaire; mais c'est un allié d'une fidélité douteuse.

Voici la manière d'opérer au moyen de la cote des impositions : on s'informe des terres affermées aux conditions les plus équitables, et qui sont de la nature la plus analogue à celles que l'on veut louer; du revenu réel qu'elles donnent et de leur revenu estimatif dans le cadastre : on établit ainsi le rapport entre le revenu de la matrice de rôle et le revenu réel; on multiplie le revenu présumé du domaine que l'on veut évaluer par ce rapport, et l'on a le revenu réel qu'il doit donner.

Ainsi prenons pour point de comparaison trois domaines :

	Revenu de la matrice de rôle.	Revenu réel.
1°.	2,000	2,600
2°.	1,750	2,400
3°	1,420	2,000
Totaux. . . .	5,170	7,000

Le rapport entre le revenu cadastral et le revenu réel étant de 5,170 : 7,000, nous multiplions par 7,000 le revenu cadastral du produit à évaluer, qui est de 3,100, et nous divisons le produit par 5 170 : nous trouvons 4,197 fr. 29 c. pour le revenu réel cherché.

Si l'on en obtenait davantage, on pourrait l'attribuer ou au mauvais choix que l'on aurait fait des points de comparaison, ou à une erreur du fermier, erreur qui finit toujours par tomber au préjudice du propriétaire, si elle est trop considérable, ou à une augmentation dans la concurrence, qui réduit la portion que le fermier s'attribue sur les récoltes de la ferme pour paiement de son travail.

Outre ce premier moyen d'estimation, on doit aussi employer l'estimation en bloc, en comparant les baux à ferme des terres de la nature la plus analogue possible à celles dont on cherche le prix ; on évalue alors le prix de location de l'hectare

de terre, et l'on multiplie ce prix par le nombre d'hectares de terre de pareille qualité que l'on possède. Ainsi

	hectares.		
1° Un domaine de.	100	donne une rente de	5,000 fr.
2° Un de	75	—	4,000
3° Un de	50	—	2.700
Totaux. . . .	225	—	11,700

Ce qui donne 52 fr. par hectare moyen. Le domaine à évaluer étant de 85 hectares, le prix proportionnel de sa rente doit être de 4,420 fr.

Mais ces estimations en bloc ne peuvent guère se faire que dans les pays où les terres ont une grande uniformité : si la nature du sol varie beaucoup, ou que les genres de cultures soient très différents et exigent des terrains qui aient des qualités spéciales pour chacune d'elles, on ne pourrait se prévaloir de ce genre d'estimation qu'en risquant de commettre de très grandes erreurs. Il vaut mieux alors recourir à l'estimation parcellaire, dont nous parlerons plus loin.

Mais quand l'estimation en bloc est possible, c'est celle où l'on se rencontre le plus souvent avec les fermiers, parce que généralement ils ne font pas autrement leurs comptes.

Dans les cas où les terres ont le plus d'uniformité, il y a cependant quelques circonstances qui peuvent élever ou abaisser l'appréciation qui résulte de la comparaison dont nous venons de donner des exemples. Ainsi : récolte-t-on des fourrages au delà des besoins, ou est-on réduit à en acheter? Les transports au marché sont-ils plus aisés ou plus difficiles que ceux des terres prises pour point de comparaison? — Quand le fourrage manque à un fermier, tandis qu'il suffit dans les autres fermes, il faut retrancher du prix de location la valeur du fourrage supplémentaire, plus les frais de transport. Quand les prairies, au contraire, surabondent, il faut faire entrer en considération la valeur des fourrages qui peuvent être vendus ou consommés

en sus de la consommation des fermes de comparaison.

Le mauvais état des communications ou l'éloignement des marchés est une circonstance qui peut diminuer beaucoup la valeur d'une terre, comme une situation contraire peut aussi l'augmenter. Dans son *Guide des Fermiers*, Arthur Young calculait que quand le marché était éloigné de 50 kilomètres, il en coûtait au fermier 24 fr. pour porter 29 hectolitres de blé au marché, en comprenant un retour de charbon à porter en déduction, ce qui n'a pas lieu chez nous; c'est à peu près 80 c. par hectolitre. Il voulait, avec raison, qu'une partie de ces frais fût portée en déduction du prix de ferme.

En France, on peut dire qu'en général un pareil transport, qui exige deux journées de charroi, coûterait 30 fr., ou 1 fr. 10 c. par hectolitre, soit en loyer ou usé des harnais et chariots, soit en conducteurs et faux frais.

Supposons donc que les autres fermiers, qui servent de point de comparaison, pussent faire ce trajet en une seule journée, la moitié du prix de ce transport devrait être déduite de l'évaluation première; et si l'on avait à vendre 500 hectolitres de blé sur une pareille ferme, ce serait une somme de 225 fr. qu'il faudrait rabattre du prix de ferme.

Si l'éloignement du marché est si préjudiciable aux intérêts du propriétaire, d'un autre côté son voisinage augmente le fermage dans une proportion plus forte que l'on ne saurait le croire, quand on est fort rapproché d'une ville considérable. C'est qu'alors le fermier peut se livrer à des cultures jardinières qui rapportent un grand profit, et dont on aurait tort de rapprocher le produit des terres à blé. On doit donc se garder de prendre un pareil domaine pour régulateur, si l'on ne possède que des terres à blé; de même que si l'on possède une propriété de cette nature, on ne doit pas l'évaluer d'après le prix de domaines plus éloignés.

On voit donc que, quoi qu'on fasse, il règne toujours quel-

que vague dans une estimation fondée sur ces genres de comparaison, parce qu'il est impossible de trouver des objets semblables à comparer ; sa justesse dépend beaucoup du jugement et de l'expérience de celui qui l'opère ; rien ne supplée, à cet égard, à l'habitude de voir les champs et d'en faire souvent l'objet de ses conversations avec ses fermiers, ses voisins, ses ouvriers. Si tout se cache quand il s'agit d'un marché, tout se dit dans l'épanchement d'un entretien que l'on croit désintéressé, et l'on en retire des lumières précieuses quand on sait les mettre à profit.

SECTION II. — *Estimation parcellaire.*

L'estimation parcellaire, ou celle qui consiste à estimer séparément les différentes portions de terre d'un domaine, est utile surtout quand les cultures et les produits en sont variés. Dans ce cas, une estimation en bloc ne pourrait être qu'erronée.

Un fermier se tire beaucoup mieux d'une estimation parcellaire dans le canton qu'il est accoutumé à cultiver, que le propriétaire lui-même ; mais l'éloigne-t-on de son sol d'habitude, il y sera tout aussi novice. Il paraît, par la lecture des auteurs agronomiques anglais, que l'esprit de détail et d'exactitude de cette nation se retrouve dans l'estimation des terres comme ailleurs. Un fermier anglais, en parlant d'une pièce de terre, dira : C'est une terre de 25 schellings de rente ; c'est une terre de 2 livres de rente, etc. Cette habitude lui permet de former avec exactitude des estimations parcellaires, et c'est ce genre d'estimation que conseille Arthur Young dans son *Guide du Fermier*. Mais cette exacte appréciation tient beaucoup à l'habitude qu'ont ces fermiers d'écrire leurs comptes dans un meilleur système que l'informe brouillard de ceux qui écrivent quelque chose chez nous, et aussi de ce que, contrairement à l'opinion générale, les fermiers y changent beaucoup

plus souvent que chez nous. Les baux à longs termes y sont rares, les baux à volonté très communs, et le changement de fermier à la fin d'un bail presque habituel. Aussi ces fermiers parviennent-ils à connaître leur marchandise beaucoup mieux que les nôtres, qui, dans la plupart des provinces, sont presque inamovibles, quoique vivant et travaillant sur la foi incertaine d'une tacite reconduction.

On conçoit donc que dans les pays où l'on n'a pas la coutume d'affermer des terres en détail, où les changements de fermiers sont rares et où l'on ne tient pas des notes exactes du produit de chaque terre en particulier, il est très difficile d'acquérir l'habileté nécessaire à une estimation parcellaire. Les notes qui seraient indispensables pour y parvenir ne peuvent même pas être tenues régulièrement par un propriétaire qui ne réside pas sur sa ferme ou qui n'y fait pas des visites très fréquentes. Ainsi, par exemple, une telle estimation exige que pendant de longues années on ait connu la valeur des récoltes de chaque nature de terrain, ce qui suppose que l'on a vu ces différentes récoltes sur les champs; que l'on sache quelle est la quantité moyenne de gerbes, de raisins, de fourrages produite par chacun d'eux. Quand on a longtemps suivi ces détails, on finit par se former une certaine habitude de juger le produit d'une terre, en voyant le blé en herbe, le chaume, la force des souches d'une vigne, etc., mais seulement dans le canton où l'on a observé. C'est ainsi que, dans les Cévennes, on juge, au milieu de l'hiver, la quantité précise de feuilles que produira un mûrier.

Si à cette première notion on joint celle des frais de travail pour chaque étendue de terre donnée, on pourra estimer, avec beaucoup de certitude, le véritable produit net des parcelles; mais, sans ces connaissances indispensables, nous ne conseillons à personne de s'y hasarder : car ce genre d'estimation, qui est le plus exact de tous quand on sait le faire, risque de de-

venir le plus fautif quand on n'a pas les connaissances exigées pour s'y livrer.

Dans les pays où l'on loue beaucoup de terres à petites parties, comme dans le midi, on connaît aussi fort bien la valeur de chaque mesure de terrain ; les paysans ne s'y trompent pas et la voix publique en instruit le propriétaire ; mais s'il partait de ces données, il risquerait encore beaucoup de se tromper quand il voudrait estimer un corps de domaine. En voici les raisons : dans les pays où l'amodiation parcellaire est introduite, tous les champs qui en sont susceptibles ont fini par être soumis à cette pratique, qui est sans contredit la plus avantageuse de toutes ; ces champs sont ceux qui sont à la proximité des villes ou des noyaux de population. Or, si le domaine que l'on veut estimer n'est pas dans cette position et qu'il ne soit pas réellement susceptible de l'amodiation parcellaire, c'est à tort qu'on croirait pouvoir en retirer le même prix. Une diminution d'un quart n'est quelquefois pas suffisante pour exprimer la différence qui existe entre ces deux positions de terres de même nature.

La culture à la bèche et l'emploi du temps perdu des ouvriers font cette énorme différence. Ce n'est donc qu'avec la plus grande précaution que l'on emploiera les données fournies par ce genre d'exploitation.

Tout en souhaitant donc aux propriétaires qui liront ceci l'instruction nécessaire pour pouvoir pratiquer l'estimation parcellaire, nous les engageons à s'en abstenir s'ils ne possèdent pas parfaitement tous les éléments que nous avons exigés pour ce genre d'estimation.

SECTION III. — *Estimation détaillée par les récoltes et les frais.*

L'estimation par le produit des récoltes est la plus sûre et

même la plus facile quand on a su se préparer d'avance les matériaux nécessaires. Muni de ces données, possédant le tableau des récoltes successives, on pourra en déduire le produit de la ferme de la manière dont nous l'indiquerons dans les différents articles qui vont suivre.

§ I. — Évaluation des récoltes par les semences.

Quand la masse des terrains d'une ferme consiste en terres en blé, on peut arriver à des résultats assez positifs par la connaissance de la quantité de grains semée sur la ferme. M. de Morel de Vindé, qui attachait beaucoup de valeur à cette méthode, l'a recommandée dans son *Mémoire sur les troupeaux de progression.*

La quantité de grains semée dans une terre n'est pas une quantité fixe que l'on puisse juger en connaissant seulement la contenance du terrain; elle varie, et quelquefois beaucoup, d'un pays à l'autre : c'est donc la connaissance positive du grain semé dans le pays par hectare, et mieux encore celle de la quantité de grain semé habituellement sur la ferme elle-même qu'il faut connaître. Or, il n'est pas difficile d'y parvenir, parce que cette quantité variant peu d'une année à l'autre, les valets de ferme, les voisins en sont instruits, si l'on ne le sait pas déjà soi-même, et que le fermier lui-même ne peut guère refuser de donner une réponse exacte à cette question.

La récolte produite par chaque mesure de semence est une chose plus vague : on vous dira bien dans le pays que le grain multiplie cinq fois, six fois, sept fois en terre ; mais nous avons toujours éprouvé, en voulant vérifier ces données, qu'elles manquaient généralement d'exactitude. Ainsi, dans un pays où le grain a la réputation de reproduire huit fois la semence en terme moyen, nous avons trouvé, par une observation de douze années, qu'il ne le multipliait que six fois trois quarts.

On voit donc que les indications des fermiers eux-mêmes, tenant à des souvenirs confus, sont moins des données exactes que des aperçus vagues, dans lesquels la pente qu'a la nature humaine à se flatter et à exagérer les qualités de ce qu'elle possède entre toujours pour beaucoup. Cependant, en accordant quelque chose à cette cause, on ne doit pas dédaigner absolument ce moyen d'estimation. M. de Morel de Vindé, dont le nom fait autorité en agriculture, assure s'en être toujours bien trouvé, et il est certain que toutes les recherches auxquelles nous sommes obligés de nous livrer quand nous manquons de base fixe ont toujours leur part d'incertitude, et qu'il suffit que nous soyons prévenus que les erreurs ont des limites qui ne sont pas trop éloignées.

Nous verrons plus tard l'usage que nous devons faire de cette appréciation.

§ II. — Estimation des récoltes moyennes par les produits d'une ou de plusieurs récoltes de la ferme.

Nous continuerons à être ici dans le vague, et nous y resterons tant que nous n'aurons pas un état exact, et tenu pendant plusieurs années, du produit des récoltes diverses. Cependant, comme il importe de s'aider de toutes les lumières, quelque faibles qu'elles soient, quand des renseignements positifs viennent à nous manquer, nous ne négligerons pas ici d'indiquer le moyen d'évaluer approximativement les récoltes moyennes quand cet état circonstancié vient à nous manquer.

Ayant examiné un grand nombre de résultats de produits, nous avons vu qu'en général si l'on appelle 1 le produit d'une année moyenne, les récoltes les plus fortes d'une terre étaient 1,5, et les plus faibles 0,66. Or, si les fermiers ne gardent guère le souvenir des récoltes annuelles moyennes, ils se rappellent parfaitement les termes extrêmes, et il n'est pas très

difficile de savoir d'eux ou des gens du pays le maximum ou le minimum des récoltes d'une ferme.

Supposons que le minimum soit de 80 hectolitres, la récolte moyenne s'obtiendra par la proportion 66 : 100 : : 80 : x = 121 hectolitres.

D'un autre côté, sachant que la récolte maximum a été de 180 hectolitres, nous avons 150 : 100 : : 180 : x = 120. La récolte moyenne serait donc de 120 à 121 hectolitres.

Le plus souvent on ne tombe pas aussi exactement sur le même résultat en partant du maximum et du minimum, c'est que les récoltes désignées alors comme telles ne sont pas un minimum et un maximum absolus; mais il suffit que les deux termes se rapprochent pour que, prenant un terme moyen, on ne s'éloigne guère de la vérité.

On sent toute l'imperfection de ce moyen; nous ne le donnons que pour ce qu'il vaut. Nous nous en sommes servi souvent avec succès; mais il peut se présenter des cas où il soit très fautif : ce n'est donc que comme auxiliaire, comme moyen de vérification, plutôt que pour parvenir à un résultat définitif, que nous le conseillons ici.

§ III. — Estimation des récoltes moyennes par des résultats positifs de plusieurs années.

Nous arrivons à des résultats beaucoup plus sûrs quand nous avons des notes exactes sur un assez grand nombre de récoltes. Ils deviendront d'autant plus certains que le nombre de ces récoltes sera plus grand, et quand on en réunira douze ou quinze, on pourra espérer de n'avoir que des changements insensibles à leur faire subir, tant que la culture ne changera pas notablement.

En général, on prendra dans ces notes un nombre d'années qui soit multiple de la durée de l'assolement, puisque, à la fin de chacune de ses rotations, toutes les terres de la ferme, quelle

que soit leur qualité, ont fourni toutes les natures de produits ; si les terres étaient d'une nature fort égale, on pourrait, sans inconvénient, s'écarter de cette règle. Ainsi l'assolement étant de trois ans, on prendra six, neuf, douze et quinze années.

Si l'on n'avait qu'une seule rotation à soumettre au calcul, on risquerait de commettre des erreurs considérables, à moins que l'assolement ne fût très long. En effet, on voit souvent trois bonnes ou trois mauvaises récoltes de suite ; il ne faudrait pas manquer alors de s'informer soigneusement de l'opinion que l'on a des produits de ces récoltes dans le pays, et de vérifier le résultat moyen que l'on aurait obtenu par les deux méthodes indiquées ci-dessus.

Le domaine présente souvent plusieurs natures de récoltes ; mais il en est, dans le nombre, dont il est facile de connaître le produit. Ainsi l'on saura toujours le produit d'une récolte d'huile au moulin à huile, d'une récolte de vin par une visite dans le cellier et le nombre des tonneaux et des foudres pleins.

Pour les produits des bestiaux, il y a ordinairement des formules toutes faites dans chaque pays, et il est facile de les appliquer ; mais ces produits sont si variables, que nous ne pouvons donner ici aucune règle à cet égard.

Au reste, ce qui facilitera les recherches que l'on aura à faire, c'est qu'il ne s'agit ici que de produits bruts. Ainsi, quand on saura le nombre de veaux, la quantité de fromages, de beurre, on aura toutes les données nécessaires pour une exploitation de vaches ; pour les bœufs à l'engrais, il suffira de savoir le poids moyen auquel on les achète et celui auquel on les porte dans le pays. Cette approximation est suffisante pour le but qu'on se propose.

§ IV. — Du loyer des bâtiments.

Il se présente ici un problème qu'il est important de ré-

soudre. Doit-on faire entrer dans les produits du domaine la valeur locative des bâtiments, et sur quel pied doit-on la compter? Il suffit de considérer qu'en faisant un tout autre emploi de son temps, le fermier devrait se pourvoir d'un logement pour lui et sa famille; que, d'ailleurs, ce logement est le fruit d'un travail avancé par le propriétaire, et l'on ne mettra plus en doute que cette jouissance ne doive être portée en recette. Mais le fermier ne peut être soumis qu'à un loyer en rapport avec sa position sociale, et ne doit entrer pour rien dans les dépenses de luxe qu'on aurait pu être tenté de faire pour embellir ces constructions.

La valeur réelle des bâtiments n'est donc pas la base dont nous devons partir ; mais celle-ci n'est autre que la proportion ordinaire qui existe entre la richesse et le loyer. Cette proportion variera selon les pays, les climats, les habitudes, et elle ne sera certainement pas la même à Naples qu'en Angleterre. C'est donc un calcul différent à faire pour chaque localité.

Dans le midi de la France, le prix du loyer d'une famille, qui ne s'élève pas jusqu'à l'opulence, est en général le douzième de son revenu. Ainsi le fermier qui dispose d'un capital de 6,000 fr., qui doit lui rapporter 10 pour 100 (taux moyen actuel des entreprises industrielles), paiera un loyer de 50 fr. environ. Cette rente et ce loyer sont ceux des familles d'ouvriers qui ne disposent que de leur travail.

Le fermier qui, outre son travail et celui de sa famille, peut encore disposer de quatre bêtes de travail et d'un valet, se trouve avoir un capital d'au moins 12,000 fr., ce qui porte sa rente à 1,200 fr. et son loyer à 100 fr. : or, une ferme suffisante pour lui coûtera, dans le pays, au moins 6,000 fr. de construction et un entretien annuel de 20 fr.; ainsi, la rente réduite à 100 fr. ne représente pas tout à fait 2 p. 100 de la valeur de cette construction. D'où l'on voit que les bâtiments de ferme sont une charge pour le propriétaire qui, au reste, ne

porte que la peine commune à tous ceux qui font bâtir dans une situation qui, faute de concurrence, n'est pas favorable aux loyers.

SECTION IV. — *Continuation de l'estimation par les produits et les frais.*

La portion attribuée à l'ouvrier pour paiement de son travail n'est pas une aliquote fixe du produit. Elle est proportionnée à la concurrence des locataires de fermes, et n'a souvent qu'un rapport éloigné avec la valeur plus ou moins grande du sol et la quantité plus grande ou plus petite de denrées que l'ouvrier peut en obtenir par son travail.

Le minimum en est la subsistance de l'ouvrier et de sa famille, et ce minimum n'est pas susceptible de grandes variations dans un même pays, quoiqu'il soit fort différent d'un pays à l'autre, selon le genre de nourriture et le climat; mais le maximum n'a d'autre borne que le produit total du sol, qu'il est bien près d'atteindre quelquefois. Ainsi, l'Américain, qui donne 50 fr. de la propriété de 10 acres de terre sur le Missouri, ne paie en réalité que 3 fr. du fermage d'une terre qui rapporte le triple de sa subsistance. Quand la concurrence sera aussi étendue dans ce pays que sur les bords de la Seine ou de la Tamise, au lieu de recevoir trois fois sa subsistance de son travail annuel, il lui restera à peine de quoi vivre, lui et la famille qui l'aidera dans son travail.

Dans les pays où il n'y a pas de capitaux nombreux en proportion de l'étendue des fermes, on voit donc les produits des fermiers s'élever, tandis qu'ils sont nuls et se réduisent au strict nécessaire dans les pays bien peuplés, et où les fermes n'ont d'étendue que celle des forces d'un ouvrier et de sa famille. C'est la circonstance sociale qui porte au maximum le taux du fermage, parce que c'est celle aussi où la concurrence est la plus grande.

Mais cette concurrence ne peut se mesurer par elle-même; elle n'a d'autre expression numérique que le taux des profits : ainsi, nous ferions une entreprise inutile si nous cherchions le taux des profits en voulant évaluer la concurrence; il faut chercher à la connaître directement.

Nous appellerons profit de l'ouvrier ce qui reste à sa famille au delà de sa subsistance, après paiement de la rente du propriétaire. On sent que ce profit est parfaitement distinct de ce que l'on nomme profit du fonds, qui est le revenu qu'en tire le propriétaire.

Ce profit n'est pas égal pour toutes les classes d'ouvriers. Ainsi, dans un pays à grandes fermes, les fermiers sont les seuls ouvriers qui aient le capital nécessaire à leur exploitation : il y a un taux de profit pour ceux-ci, mais il n'est pas nécessairement le même que celui des prolétaires qu'ils emploient. Il peut être plus grand si les ouvriers sont nombreux ; il peut être plus petit s'ils sont insuffisants. Ainsi, dans les pays malsains de la côte de la Méditerranée, le profit de l'ouvrier est proportionnellement plus considérable que celui du fermier, tandis que, dans la Picardie et la Brie, le profit du fermier est beaucoup plus considérable que celui de l'ouvrier.

Pour trouver le profit de la classe des fermiers que nous devons employer, c'est donc ce profit lui-même qu'il faut observer ; il a ses limites dans la nature des choses, et en connaissant celui de plusieurs fermiers, on ne manquera guère de connaître celui de tous.

La dépense du fermier se distribue en plusieurs parties : 1° le paiement du travail fait, soit par les hommes, soit par les animaux ; 2° l'intérêt du capital d'exploitation ; 3° les profits qu'il fait dans la ferme ; 4° le fermage du propriétaire. C'est pour arriver à cette dernière valeur que nous voulons connaître les trois autres éléments, c'est-à-dire que nous avons cette équation : le produit brut = le travail + le profit du fer-

mier + le fermage du propriétaire. Ici nous connaissons le produit brut par les investigations auxquelles nous nous sommes livré dans le chapitre précédent; il nous reste à chercher les autres éléments, c'est ce que nous allons tâcher de faire.

§ I. — De la valeur du travail fait sur une ferme.

La masse de travail au moyen de laquelle une terre est mise en état de production n'apparaît pas toute sous la même forme ; il y a du travail actuel et du travail accumulé : le premier seul retient le nom de travail ou de capital circulant; les auteurs agronomiques donnent au second le nom de capital de cheptel. Que celui-ci ne soit en dernier résultat, aux yeux de l'économiste, que du travail accumulé, c'est ce dont il sera facile de se convaincre au moyen de quelques observations.

Le capital de cheptel du fermier consiste en outils et en bestiaux : il est assez évident que les outils ne sont que le produit du travail des ouvriers qui les ont confectionnés, mis en réserve par le fermier. Quant aux bestiaux, ils ne sont également que la représentation des fourrages qu'ils ont consommés, et sans lesquels ils n'auraient pu vivre; la valeur du germe animé de l'animal n'est elle-même qu'une partie de la valeur de la nourriture de la mère, et peut-être cette valeur est-elle négative pour le fermier, qui perd une partie du travail ou du produit de la mère pendant qu'elle porte son fœtus. Ainsi le capital de cheptel tout entier n'est que du travail appliqué à l'exploitation de la ferme.

On sent donc qu'il n'y a qu'une nuance légère entre le capital circulant et le capital de cheptel : l'un paie un travail actuel, qui doit être renouvelé chaque année, ou du moins chaque fois que l'on prépare de nouveau le champ qui doit porter une plante ; l'autre paie un travail fait, dont la durée doit être de plusieurs années; mais que de nuances insensibles entre l'un et l'autre!

Pour semer une luzerne, il faut accumuler un travail dont les résultats doivent s'étendre à cinq ou six années ; si nous plantons une vigne, l'effet de ce travail durera cinquante, cent ans. Le premier travail est-il compris dans le capital circulant, le dernier dans le capital de cheptel ou dans celui du fonds? Le bœuf acheté pour l'engrais est revendu au bout de quelques mois, une vache n'est vendue qu'après quelques années. On voit donc que cette classification des capitaux est purement artificielle, et qu'il est difficile de tracer une ligne bien tranchée entre eux. D'ailleurs, quant à leurs effets économiques sur l'estimation du bail, une loi générale les régit : c'est que les fermiers, pour pouvoir continuer à perpétuité l'exploitation du sol, doivent se trouver, à l'expiration du bail, quant à leurs capitaux, dans la même position, au moins, où ils étaient à son origine. Ainsi les produits du sol doivent entretenir le capital en état de service, et le reproduire à mesure qu'il éprouve une déperdition ; ce qui exige nécessairement, pour le capital du cheptel, un renouvellement annuel, que l'on ne peut pas fixer au-dessous d'un douzième de sa valeur.

La quantité de travail employée sur une terre est en rapport avec le genre d'exploitation auquel elle est soumise; ainsi, une faible étendue de jardin occupe un homme toute l'année ; dans le système avec jachère, il cultive commodément 10 hect. à l'aide de deux bêtes de travail seulement. Pour nous faire une idée nette de ce que les différentes positions agricoles exigent d'avances en main-d'œuvre, il nous semble donc que le meilleur moyen sera d'établir cette proportion dans plusieurs classes d'exploitation, qui comprennent les principales situations agricoles que l'on rencontre sur notre continent ; il sera facile ensuite au propriétaire de se classer dans une de ces positions ou entre les limites qui les séparent. Nous aurons ainsi fait tout ce qu'il est possible de désirer dans les bornes que nous nous sommes prescrites.

Nous allons donc examiner la valeur du capital circulant (travail annuel) et du capital de cheptel (travail accumulé) du fermier : 1° dans les pays où la terre est employée à des cultures sarclées de végétaux de commerce (plantes tinctoriales, oléagineuses, maraîchères, etc.); 2° dans ceux où les prairies artificielles occupent au moins un quart de la ferme, tandis que les récoltes sarclées de commerce n'y occupent qu'un espace insignifiant, et où, si l'on fait des récoltes sarclées, ce sont encore des récoltes de plantes propres à être consommées dans la ferme (assolements avec fourrages et racines); 3° dans ceux où l'on a conservé le système de la jachère, et où les prairies artificielles, quand il en existe, n'occupent qu'une partie peu considérable du terrain de la ferme; 4° dans ceux des fermes à pâturages où les terrains cultivés ne sont qu'un accessoire de la ferme.

A. — *Cultures sarclées de végétaux de commerce.*

La Flandre est certainement le pays de la France et peut-être de l'Europe où la culture des plantes sarclées a été poussée le plus loin. Un tiers de l'étendue des fermes est consacré, dans les environs de Lille, aux cultures du lin, du colza, du tabac. Le capital du fermier, qui doit, aux prix actuels, représenter ce travail disponible sur la ferme, y est de 256 fr. 60 c. par hectare, sans y comprendre la partie qui sert à payer le fermage[1]. Cette somme est répartie de la manière suivante :

Travaux annuels.	112 fr.	10 c.
Achats d'engrais	124	50
Cheptel, 240 fr. par hectare, qui demandent un entretien annuel d'un douzième au moins	20	»
	256	60

(1) Ces données sont tirées de l'ouvrage de M. l'ingénieur Cordier sur l'agriculture de la Flandre française et l'économie rurale, 1 vol. in-8 avec atlas. A la Librairie agricole.

A l'autre extrémité de la France, dans le midi, on trouve aussi des exemples frappants de culture des végétaux de commerce. Le département de Vaucluse, dans sa partie cultivée spécialement pour la garance; le département des Bouches-du-Rhône, dans toute la contrée qui reçoit les arrosages de la Durance. Les environs de Marseille et de Nîmes offrent, à cet égard, des positions agricoles très riches et très curieuses à étudier.

Dans l'assolement de garance, luzerne et blé, qui est le plus perfectionné de tous ceux où l'on intercale cette racine tinctoriale, et quand la culture a toute son activité, les capitaux du fermier sont distribués ainsi qu'il suit [1] :

Travaux et récoltes.	158 fr.
Fumier.	135
Cheptel, 200 fr., dont le douzième. . .	17
Par hectare, annuellement. . .	310

Un cultivateur, M. Quenin, a donné une description très intéressante de la culture de Château-Renard (Bouches-du-Rhône) [2] : les détails en sont d'une parfaite exactitude. La multiplicité et la perfection des cultures introduites dans cette commune industrieuse doivent frapper d'étonnement toute personne versée dans l'agriculture : c'est la Flandre transportée en Provence, au moyen des arrosements qui corrigent les défauts du ciel d'airain du climat.

Nous voyons dans le mémoire de M. Quenin que le capital du fermier est réparti ainsi qu'il suit :

Travail.	206 fr.
Engrais	61
Cheptel, 200 fr., dont le douzième. . .	17
	284

(1) *Guide du propriétaire de biens soumis au métayage*, par M. de Gasparin; *Culture de la garance*, p. 189 et suiv. A la Librairie agricole.

(2) *Mém. de la Société royale et centrale d'agricult.*, t. XVI, p. 199.

On observera, dans ce compte, que le travail y devient l'article principal, tandis que la valeur de l'engrais l'égale ou le surpasse dans les deux autres ; mais c'est un avantage de la localité, qui est rapprochée d'Arles, où les fumiers ont moins de valeur : d'ailleurs, le transport des produits du jardinage dans les marchés des environs entre pour une très grande partie dans les frais de travail.

En Alsace, les cultures jardinières sont aussi soignées qu'en Flandre; et cependant la scène semble changer complétement quant à la distribution des capitaux. Dans ce pays il existe de vastes communaux où chaque propriétaire peut conduire ses vaches toute l'année. Ces terrains sont leur fabrique d'engrais. Les cultivateurs sont en plus grand nombre, et les grandes fermes sont peu productives. La raison en est que la petite ferme entretient, proportion gardée, une plus grande quantité de bétail que la grande. Tout ce bétail est faible, maigre et de peu de produit ; mais il fournit complétement aux besoins d'engrais de ces petits propriétaires et fermiers. Ce qui est surtout remarquable dans ce système, c'est que les bêtes de travail y sont plus nombreuses que le bétail de rente, parce qu'une vache nourrie sur le terrain communal rend très peu de lait et donne par conséquent peu de profit; les chevaux étant nécessaires, et leur faible nourriture ne leur donnant pas beaucoup de force, il faut suppléer à la qualité par le nombre : c'est le secret de ce grand nombre de juments de l'Alsace.

Il faut considérer maintenant que cet état de choses tient à l'existence de pâturages et de prairies dans la proportion d'un hectare sur deux hectares un tiers de terre labourable. Ces pâturages ne sont pas du tout des terres de qualité inférieure ; très souvent, au contraire, ils sont les meilleurs fonds du territoire : d'où il suit que le propriétaire, en louant un hectare de terre, y joint 43 ares de pâturages : c'est là le capital qui fournit le fumier ; il est ici avancé par la communauté. Voilà ce qui

ne permet pas de comparer cette économie à celles dont nous venons de parler. On peut voir, au reste, des détails sur cette culture dans l'ouvrage de Schwerz *sur l'Agriculture de l'Alsace.*

B. —*Assolements avec prairies artificielles.*

Cette agriculture perfectionnée est celle qu'adopte tout fermier qui, voulant sortir de l'aveugle routine, se trouve dans une position où les achats d'engrais à des prix convenables ne sont pas possibles. C'est à ce système que conduit aussi la préférence accordée dans un pays à la nourriture animale sur l'alimentation végétale. Enfin, l'éloignement des villes où se fait la consommation des légumes, celle des manufactures et du commerce, qui facilite la vente des produits tinctoriaux et industriels, la difficulté des transports, nécessitent aussi son adoption, qui permet d'envoyer au loin, à peu de frais, les bestiaux qui en sont le principal produit. On trouve donc une multitude de circonstances favorables à ce genre d'exploitation, fondé sur la multiplication et l'élève des animaux : c'est lui, en effet, qui domine en Angleterre et qui s'étend rapidement en Allemagne. Il s'est introduit aussi en France, mais il n'y a fait encore que des progrès trop bornés. Les auteurs agronomiques lui ont consacré de nombreux développements. C'est à son exposition que sont principalement destinés les ouvrages d'Arthur Young, de Thaër, de Pictet, de Crud, de Morel de Vindé, d'Yvart, de Bosc, etc.. C'est lui, enfin, dont on cherche à étendre une des formes en France sous le nom d'assolement quadriennal, et que la ferme expérimentale de M. de Dombasle a eu pour but d'acclimater dans les départements du nord-est.

C'est en me servant des données de ces différents auteurs que je crois pouvoir établir de la sorte la répartition des capitaux annuels du fermier dans ce genre d'exploitation :

Travaux.	100 fr.
Cheptel, 300 fr., dont le douzième. . .	25
Par an, pour un hectare. . .	125

non compris une année de fermage.

C. — *Cultures avec jachères.*

La pénurie de capitaux, l'ignorance, des moyens défectueux de communication, retiennent encore une partie de l'Europe dans cette déplorable routine. Ici, le cheptel ne consiste proprement qu'en bêtes de travail et en instruments d'agriculture; on y joint un petit nombre de bêtes de rente, destinées à augmenter la faible quantité de fumier que produit ce système, et cet engrais ne profite en général qu'à quelques terres voisines de la ferme et privilégiées par leur qualité.

Dans le nord de la France (je prends les environs de Provins pour exemple), sur une exploitation de 216 hectares, plus 10 hectares de prairies, partie nécessaire de ces exploitations, le cheptel est composé comme il suit :

450 moutons à 8 fr.	3,603 fr.
10 chevaux à 350 fr.	3,500
Charrettes et instruments aratoires . .	2,000
Instruments divers et meubles.	2,000
15 vaches et 1 taureau.	2,400
	13,500

qui donnent, par hectare de terre labourable, 62 fr. Mais ce calcul, fait ici sur des terres de première qualité, se réduit à 45 ou 50 fr. sur les terres moyennes. Nous avons, dans ces exploitations, la répartition suivante de capitaux :

Travaux et semence	65 fr.
Cheptel, 60 fr., dont le douzième. . . .	5
	70

Dans le sud-est de la France, le capital de culture se trouve

élevé par l'effet de la concurrence des cultures industrielles qui occupent beaucoup de bras et renchérissent le prix du travail; le nombre des charrettes et chariots se trouve augmenté, afin que le fermier profite de la saison de l'hiver pour faire des charrois sur la route, menant ainsi de front deux genres d'industrie; mais la quantité de bétail de rente se trouve réduite. Ayant sous les yeux l'inventaire d'un fermier de 40 hectares de terre, je trouve que son cheptel est ainsi qu'il suit :

7 mules.	1,806 fr.
160 brebis.	1,280
Basse-cour.	85
Charrettes ou instruments divers. . . .	3,189
	6,360

ou, par hectare, 159 fr.

Son capital se trouve réparti ainsi qu'il suit :

Travaux et semences.	80 fr. » c.
Cheptel, 159 fr., dont le douzième . .	13 25
	93 25

D. —*Fermes en pâturages.*

Ici il n'y a pas un chiffre fixe de capital; il dépend beaucoup de la nature et de la richesse des pâturages, qui permettent d'y nourrir un nombre plus ou moins grand de bestiaux. Le genre de ces bestiaux décide aussi des soins qu'ils doivent recevoir, et qui varient beaucoup selon les pays. Ainsi, en Suisse, on trouve un vacher pour dix à douze vaches, tandis qu'en Auvergne, où l'on ne s'occupe guère des vaches que pour les traire, un homme peut en soigner un plus grand nombre. Ce mode de calcul ne sera jamais embarrassant pour le propriétaire, parce que rien n'est plus invariable et mieux connu que ce qui se passe à cet égard dans chaque pays; mais ce n'est plus par hectare, c'est par tête d'animal qu'il faut faire ici le compte des travaux.

M. de Fellenberg les estime en Suisse, comme il suit, par vache :

Travaux, soins du vacher, travail du fromager	37 fr. 50		
Fauchage, fanage et charroi de 50 quintaux métriques de foin . . .	35 »	72 fr.	50 c.
Cheptel, 240 fr., dont le douzième.	20	»	
	92	50	

C'est le maximum des soins que l'on puisse donner à cet animal, et le plus haut prix moyen qu'il puisse avoir [1]. Si l'on se figure que le produit brut d'une vache d'Auvergne n'est pas de plus de 72 fr. [2], on jugera quelle peut être la part de travail qui lui est consacrée.

Le capital affecté aux moutons varie de la même manière, depuis le misérable troupeau qui vit des herbes de la jachère, jusqu'au mérinos traité avec opulence dans l'étable. Il serait trop long d'insister ici sur toutes ces variations, et probablement nous n'indiquerions que très insuffisamment les différentes situations agricoles, en y consacrant un grand nombre de pages. Nous ne pouvons donc que renvoyer aux ouvrages qui en traitent spécialement, et principalement à ceux qui se sont occupés de la partie économique de cette éducation [3].

E. — *Conséquences.*

Dans les paragraphes qui précèdent, nous avons tâché d'indiquer des termes-limites des frais de travail de chaque genre d'exploitation ; nous les avons indiqués en argent, et nous sentons ici qu'en adoptant cette mesure commune, nous n'avons peut-être montré que d'une manière imparfaite la quantité absolue de travail exigée par chacune d'elles ; nous n'avons

(1) Rapport de M. Crud, p. 81.
(2) Yvart, *Excursions agronomiques en Auvergne*, p. 78.
(3) Voir les *Mémoires sur l'éducation des mérinos, comparée à celle des autres bêtes à laine*, par M. de Gasparin.

pas cru cependant devoir prendre une autre marche, et nous pensons nous être plus rapproché de la vérité qu'en choisissant tout autre procédé.

En effet, supposons que nous eussions adopté, pour mesure commune, des journées de travail, croit-on donc que cette expression soit toujours un terme identique? Voudrait-on, par exemple, mettre en comparaison la valeur du travail d'un Français et celle d'un Indien? Nous aurions donc pris un terme de comparaison très inexact, et jusqu'à ce que l'on ait estimé au juste la force déployée par les ouvriers de chaque pays, on doit éviter de s'en servir. Nous n'en sommes qu'aux plus simples éléments de cette connaissance, et ce que nous en savons tendrait à nous faire présumer que la quantité absolue de force déployée par les ouvriers est en raison de la valeur réelle de leur subsistance. Or, la valeur vénale mesure assez bien cette valeur réelle dans le cas d'un commerce libre : d'où il suit qu'en partant de cette valeur vénale nous avons pris encore pour base de calcul le terme le plus près de la vérité.

Mais dans l'usage que l'on pourra faire de ces données, il ne faut jamais perdre de vue que l'on trouve rarement, dans l'application, des cas aussi simples que ceux qué nous avons pris pour modèles; que presque toujours plusieurs genres de culture se trouvent combinés ensemble, et que, pour opérer les déductions convenables, il faut d'abord faire l'analyse exacte du domaine que l'on veut juger, pour appliquer à chacune de ses parties les éléments que nous venons de trouver.

Enfin, nous avons considéré chaque système dans un état moyen, et on doit éviter d'en rien conclure de trop absolu pour ces pays, où l'agriculture n'est pratiquée qu'avec beaucoup de négligence : on pourrait quelquefois s'y tromper d'un quart et même de la moitié. L'habitude de voir rectifiera, à cet égard, comme en tant d'autres choses, les données absolues que la théorie est forcée d'admettre, parce qu'elle n'est jamais dans

les sciences d'application que la peinture d'un état moyen qui n'existe nulle part, mais autour duquel oscillent, à de plus ou moins grandes distances, toutes les situations réelles.

§ II. — De l'intérêt du capital d'exploitation.

Toute entreprise de culture suppose l'avance d'un capital. Le simple cultivateur qui, armé de sa bêche, entreprend de mettre sa terre en valeur, doit posséder au moins sa subsistance assurée pendant le temps de ce travail, qui ne lui rapportera un produit qu'après un certain laps de temps. Le fermier doit avoir en avance la somme nécessaire pour payer sa subsistance, celle de sa famille, de ses ouvriers, et les avances du fermage, jusqu'à la vente de la prochaine récolte. Cette somme serait susceptible de lui rapporter un intérêt dans tout autre emploi, et c'est avec juste raison qu'il doit ne pas en être privé quand il l'avance sur des travaux agricoles qu'il n'entreprendrait pas s'il n'y trouvait un avantage au moins égal à celui de tous les autres emplois qu'il pourrait faire de son capital.

Le fermier peut prétendre à cet intérêt ou cette rente de son capital, parce qu'il ne fait en cela que ce que fait aussi le paysan qui cultive son champ, et qui préférerait offrir son travail pour cultiver celui des autres, s'il ne trouvait pas un avantage quelconque à user ainsi des avances qu'il a faites, et qui le mettent en état d'attendre jusqu'à la récolte suivante la rentrée de son salaire, grossi d'un certain intérêt qu'il voit en perspective.

Dans tout ce que les auteurs d'économie et d'agriculture ont écrit sur ce sujet, même dans l'ouvrage de Thaër, on a confondu ici, sous le titre de rente ou d'intérêt, deux éléments extrêmement distincts. Le premier est la prime d'assurance pour le paiement du capital au terme fixé; le second est l'in-

térêt lui-même, qui représente seulement le dédommagement que l'on offre au prêteur pour la non-jouissance de ce capital. Dans les placements très solides, faits à court terme, et où, par conséquent, les chances de non-solvabilité sont presque nulles, la prime d'assurance peut être regardée comme très petite et même inappréciable. Le taux de l'intérêt donne alors réellement la véritable mesure de ce dédommagement. Il varie beaucoup selon les époques et les emplois plus ou moins profitables que les emprunteurs peuvent faire des fonds; mais il est toujours facile d'en connaître le taux dans chaque pays en particulier.

Quant à la prime d'assurance, ce n'est autre chose, dans notre cas, qu'une certaine somme que le fermier doit économiser chaque année sur les produits, pour pourvoir aux remplacements des pertes de son capital circulant et de cheptel, de manière à ce qu'à la fin du bail il ait la certitude de se retrouver dans la position où il était en commençant. Sa fixation dépend donc d'une juste estimation des risques que peuvent courir ces capitaux. Essayons de nous en former quelque idée.

Le capital destiné aux travaux est perdu pour le fermier quand il ne recueille pas, outre le prix de son fermage, un produit égal à ses frais. Après la récolte, la terre se trouve dans l'état où elle était avant les cultures, et tout est à refaire; il faut un nouveau capital pareil pour préparer la terre à une autre récolte.

Mais si, au lieu d'une simple culture annuelle de blé avec jachère, nous parlions d'une culture plus soignée, de celle avec fourrages, par exemple, nous verrions que les risques diminuent, parce que la culture qui a été perdue pour les grains peut profiter aux fourrages semés avec eux. S'il était question de la culture soignée des plantes de commerce, nous trouverions que, le travail n'étant que la plus petite partie des frais et les engrais restant dans le sol, la perte n'est jamais to-

tale. On voit combien les circonstances diverses mettent de différence dans les risques que court le capital de culture. Les chances fatales se réunissent en plus grand nombre sur la culture la plus pauvre, tandis que la plus riche en est presque à l'abri. Nous ne pouvons donc pas attribuer une même prime d'assurance à ces différents capitaux, quoique réunis sous une même dénomination.

Mais ce n'est pas tout encore, et en prenant pour exemple les fermes de la culture avec jachère, on verra que, selon les climats, les chances sont très différentes. Dans tel pays, une récolte moyenne est presque assurée; dans tel autre, on est fréquemment exposé à une perte totale de récolte. Ceci est alors une question de localité, et comme l'attention n'a pas encore été appelée sur cette matière importante, il n'existe aucun travail qui puisse l'éclaircir dans les différents pays.

Il n'est guère possible d'avoir des données exactes sur les risques que courent les récoltes d'un pays, sans posséder des relevés de l'état annuel des récoltes depuis une longue suite d'années. On voit souvent des séries assez prolongées de bonnes ou de mauvaises récoltes, et l'on ne peut se faire une idée des chances moyennes qu'en réunissant au moins les détails des récoltes de vingt années. Quand on peut avoir des renseignements positifs, il faut regarder comme une perte totale des frais de culture toutes les récoltes qui ne s'élèvent pas à quatre hectolitres de blé par hectare dans les bonnes terres, à trois dans les moyennes, et à deux dans les mauvaises. Cette quantité ne représente en général que la rente, dans l'état actuel des choses en France. C'est d'après ce procédé que nous avons trouvé que, dans le sud-est de la France, la perte du capital de culture avait lieu en moyenne tous les six à sept ans, et que par conséquent la prime d'assurance des fonds devait se porter dans ce pays à 16 p. 100 des frais pour les terres cultivées avec jachère. Je ne doute pas que dans le nord et

l'ouest, moins exposés à ces sécheresses redoutables du sud-est, cette déduction ne doive être beaucoup moindre ; en Allemagne, Thaër ne l'estime qu'à 8 p. 100, puisqu'il porte à 12 l'intérêt total du capital circulant, auquel il réunit la prime d'assurance.

Le capital employé en achats d'engrais est beaucoup moins exposé que celui des labours, soit qu'on l'emploie en cultures variées qui se succèdent rapidement, et dont la seconde culture profite de l'excédant d'engrais non consommé par la première, soit qu'on le destine à des cultures d'une longue durée, à la garance ou à la luzerne, qui, ayant plusieurs années de végétation, font, dans une année favorable, des progrès qui dédommagent des pertes de l'année précédente ; on peut dire que l'argent employé en engrais est de tous les capitaux le moins compromis.

Cependant on peut encore estimer les risques qu'il peut courir dans un assolement donné. Pour que le capital entier destiné aux engrais fût perdu, il faudrait supposer que, pendant la durée de l'activité de l'engrais, toutes les récoltes que l'on aurait tentées sur le sol qui l'a reçu auraient manqué. Cette durée est en rapport avec la perméabilité du sol, qui permet aux eaux pluviales de l'entraîner dans les couches inférieures, à mesure que ses parties deviennent solubles, et cette même disposition du sol favorise sa décomposition. Le temps nécessaire pour cet effet est très bien connu des cultivateurs dans chaque pays. Supposons donc qu'au bout de quatre ans, tous les effets du fumier aient disparu, il y aurait une déperdition d'un quart environ chaque année ; mais la chance de non-réussite des deux récoltes de blé que l'on fait en quatre ans est très petite, et au plus d'un vingt-quatrième dans les pays qui ont un non-succès tous les six à sept ans : ainsi, dans les cas les plus défavorables, on ne pourrait pas accorder une assurance de plus de 4 p. 100 à ce capital.

La partie du cheptel destinée à acheter du bétail de rente peut être employée de plusieurs manières, ou à l'achat de vaches et de brebis, ou à l'achat de bœufs et moutons à l'engrais. Les premières fournissent chaque année leur propre remplacement, les seconds doivent représenter dans leur prix de vente la valeur de l'achat et celle des denrées qu'ils consomment. Dans l'un et l'autre cas, on doit imputer au capital les chances de mortalité qui menacent chaque espèce de ces animaux : elles varient selon les pays. Quand une contrée est affligée du mal de sang (gastro-entérite charbonneuse), on voit périr quelquefois des troupeaux entiers en une année, et alors on peut regarder la spéculation comme très mauvaise. Dans les situations saines, on laisse peu mourir de vaches et de brebis dans une ferme, on les vend et on les remplace quand elles avancent en âge. Mais il y a une dégradation annuelle dans leur prix, que l'on peut estimer à un douzième tout au plus : c'est donc 8 p. 100 d'assurance à passer à ce capital. Quant aux bêtes à l'engrais, comme on choisit des bêtes en santé, que leur régime est très bon, et que d'ailleurs elles passent peu de temps sur la ferme, on ne peut guère en estimer l'assurance qu'à un vingt-cinquième ou 4 p. 100.

Quant aux bêtes de travail, les lois de mortalité varient aussi selon leur âge et leur espèce ; mais en général l'expérience nous apprend qu'il suffit de les renouveler par douzième, et que ce que l'on retire des vieux animaux couvre la perte de ceux qui meurent avant cette époque.

On ne peut faire aucune exception pour les juments poulinières, en raison des élèves qu'elles peuvent produire, parce que l'on tire moins de travail de ces animaux pendant l'allaitement, et que cette perte compense et au delà le bénéfice que l'on pourrait faire sur les poulains. Et quant aux veaux, il est bien prouvé que le lait qu'ils ont consommé est plus que l'équivalent de leur valeur à l'époque du sevrage.

L'entretien des charrues et harnais se porte de 20 à 25 fr. par bête d'attelage, plus ou moins, selon que le terrain est plus ou moins caillouteux. Les cailloux parsemés dans le sol usent avec rapidité le fer des socs. La fréquence des charrois rend aussi le renouvellement des chariots plus onéreux; mais si l'on ne fait que ceux qui sont nécessaires à une ferme, on peut en porter la dépense à un huitième des frais d'établissement, ou à environ 15 fr. par tête d'attelage. Ainsi, en comptant en bloc 8 p. 100 d'assurance pour le capital de cheptel, nous sommes évidemment au-dessus de la proportion requise; et quand on voudra atteindre à plus d'exactitude, on distinguera dans le cheptel ces différents emplois, et l'on attribuera à chacun d'eux le taux d'assurance convenable.

Ce que nous venons de dire prouve à l'évidence que les déductions à faire pour assurance du capital sont d'autant plus fortes que la culture sera plus mauvaise. En effet, dans une bonne culture, le capital est employé principalement en engrais, dont l'assurance est de 4 p. 100, ou en cheptel, où elle est de 8 p. 100; dans les terres avec jachère, il est employé en bêtes de travail, dont l'intérêt est à 8 p. 100, en instruments, où il est de 12 p. 100, et en travaux annuels, qui coûtent jusqu'à 16 p. 100 d'assurance.

Tels sont les tristes effets de la pauvreté volontaire à laquelle se condamnent tant de terrains susceptibles d'acquérir une plus grande valeur.

§ III. — Profit du fermier.

Le profit du fermier est partout un secret, peut-être aussi pour lui-même; car il est bien peu d'hommes de cette classe qui sachent, au moyen d'une bonne comptabilité, se rendre un compte exact des résultats de leur culture.

Ce que quelques-uns appellent profit n'est pas autre chose

que le salaire de leur propre travail et de celui de leur famille; ce que d'autres entendent par ce nom, c'est le bénéfice des bonnes années, que l'on n'a pas balancé avec les pertes des mauvaises. Dans la plupart de nos provinces, le profit réel, celui qui reste après le paiement du fermage, des travaux, et le solde de l'intérêt du capital, est presque nul; je n'en veux pour preuve que l'état stationnaire de la plupart des familles de nos fermiers. Mais dans d'autres pays, il peut être porté en ligne de compte, et c'est principalement dans ceux à grandes fermes, où la concurrence des fermiers étant moindre, il n'y a pas autant de chaleur dans les enchères, et où les agriculteurs, recevant une éducation plus soignée, parce qu'ils sont possesseurs de capitaux plus forts qu'ailleurs, savent mieux calculer leur position.

Nous avons eu l'occasion de faire le compte d'un fermier qui prospérait, et son profit moyen n'était pas au delà du dixième de son capital. Je n'oserais pas dire qu'en comprenant dans ce calcul les mauvaises années qui viennent de passer, il lui restât beaucoup des bénéfices des quinze années précédentes; mais certainement, en tout comptant, il n'a pas doublé son capital en vingt ans.

Les exemples que l'on citerait et qui paraîtraient contraires à notre opinion ne seraient guère pris que sur des domaines loués depuis longues années, à un bas prix, et par des propriétaires négligents, qui n'ont pas suivi les variations du cours des fermages, et jamais, nous osons l'assurer, sur des fermes exposées à la concurrence.

Nous savons qu'avec de l'activité, un bon système de culture, un long bail, un domaine très étendu, il est possible de porter le profit plus haut; mais ce n'est pas le cas qui se présente généralement, et ici il faut parler des réalités. Nous pensons donc que l'on sera beaucoup au-dessus de la vérité dans les pays que nous connaissons, en portant les profits aux taux ci-après.

	Du capital total de l'exploitation.
Pour les domaines de 100 hectares et au-dessus. .	10 p. 100
de 50 à 100.	8
de 25 à 50	6
de 10 à 25	5
de 1 à 10	3

Ces chiffres sont les valeurs d'une de ces inconnues que l'on ne peut déterminer que par une espèce d'empirisme et de tâtonnement.

Au reste, pour ne pas s'en tenir à ce que nous avons pu observer dans un pays où les fermages sont assez élevés et les grandes fermes rares, il est nécessaire de répéter ces sortes d'observations, et de s'informer, par exemple, de la situation ancienne et des progrès de la richesse de plusieurs familles de fermiers des environs. On pourra mieux juger ainsi de leurs profits quand on connaîtra les accroissements de leur fortune et le temps qu'ils ont mis à les réaliser, et que l'on aura retranché de ces accroissements les intérêts annuels des capitaux. Toutes ces opérations sont délicates, et le hasard seul, ou la bonne foi de quelques fermiers, peut en apprendre quelquefois à cet égard plus que des recherches pénibles et toujours un peu douteuses.

Section V. — *Évaluation du fermage.*

Tous les éléments nécessaires pour résoudre la question que nous nous étions proposée étant maintenant rassemblés, il ne s'agit plus que de montrer la manière de les mettre en œuvre, et c'est ce que nous allons faire, en employant les différentes méthodes iudiquées.

§ I. — Fermes à cultures industrielles.

Nous avons vu que, dans ce genre de fermes, la variété des produits ne nous permet pas d'adopter la marche d'une éva-

luation détaillée. En effet, quand même nous parviendrions à obtenir le total des produits bruts, il serait très difficile d'apprécier leur valeur moyenne pour les réduire à la mesure commune du numéraire : cette méthode donnerait lieu à de graves erreurs. C'est donc par le montant des impositions et par la comparaison des fermages à ceux des fermes environnantes que l'on doit opérer.

Supposons un domaine X situé près de Lille (Nord), composé de 25 hectares 50 ares de terres labourables : il paie 433 fr. 50 c. d'impositions directes, qui sont en général dans le canton le cinquième du fermage, ce qui nous donne 2,167 f. 50 c. pour prix de ce fermage.

Ce domaine peut être comparé à deux autres domaines A et B, qui sont approximativement de la même étendue et de la même valeur ; A est plus rapproché, B plus éloigné du marché que le domaine considéré X.

Le domaine A peut envoyer au marché quatre fois dans une journée; son prix de location est de 100 fr. par hectare y compris le pot de vin, du neuvième, ce qui fait, pour 25,5 hectares, un fermage de 2,550 fr.

Le domaine X ne peut envoyer au marché que deux fois en un jour ; les frais de transport sont donc doublés. On fait, dans le domaine A, 30 journées de charroi à deux chevaux, valant 10 fr. (ci 300 fr.). Il faudra donc retrancher du fermage de A la moitié de la valeur des transports du domaine X ; et en supposant que leur nombre soit le même dans le domaine X et dans celui de comparaison A, ces transports reviendront à 600 fr., dont la moitié (300 fr.), déduite de 2,550 fr., nous donne 2,250 fr. pour le prix de ferme que nous pouvons demander pour X.

Le domaine B ne fait qu'un voyage par jour ; son prix de ferme est de 75 fr. l'hectare, ce qui fait, pour les 25,5 hectares, un fermage de 1,912 fr. 50 c. ; mais les frais de transport sont quadruples de ceux de la ferme A, ils valent donc

1,200 fr.; en supposant que le nombre de ces transports soit aussi de 120 voyages, ils valent le double de ceux du domaine X que nous lui comparons; c'est donc 600 fr. à ajouter au prix de location de B, ce qui nous donne 2,512 fr. 50 c. Ainsi, nous avons pour X :

Par la première comparaison	2,250 fr.	» c.
Par la deuxième	2,512	50
Total.	4.762	50

Prix moyen, 2,381 fr. 25 c.

En opérant ainsi sur des bases différentes, on trouvera souvent des écarts dans les résultats, et nous n'avons pas voulu les dissimuler dans notre calcul : ils viennent de ce que telle ou telle base est trop élevée; de ce que, par exemple, le fermier de la ferme B de comparaison paie trop cher son fermage, en raison de l'excessive quantité de charrois dont il est chargé et proportionnellement au premier A, qui paie trop bon marché. En général, en agriculture, on doit soupçonner que plus on part d'une position défavorable, et plus le résultat comparatif que l'on obtient est en excès. Les terres les plus chères sont toujours celles où le fermier fait le mieux ses affaires.

Quoique le nombre des moyens que nous avons ici pour estimer les fermages soit borné, il faut convenir que, dans cette situation agricole, ils sont beaucoup plus sûrs. Dans ces petites fermes à industrie, dans ces pays où les hommes croissent en masses aussi serrées que les légumes de leurs champs, la concurrence est ordinairement très grande et éclaire parfaitement le propriétaire : il suffit donc d'avoir un point de départ quelconque pour être assuré que l'on louera sa ferme à sa véritable valeur.

§ II. — Estimation d'une ferme soumise à la jachère à Provins (Seine-et-Marne).

Les données de cette estimation nous ont été fournies par le

procès-verbal d'une séance publique de la Société d'agriculture de Provins; on y trouve des détails intéressants sur la culture d'un pays qui peut servir de type à une vaste contrée qui avoisine Paris. Cette circonstance nous l'a fait choisir entre plusieurs autres localités, pour lesquelles nous avions des renseignements qui nous étaient propres. D'ailleurs, les documents ne manquent pas pour ce genre d'exploitation, mais ils ne peuvent pas tous être employés sans précaution. Plusieurs auteurs, en nous les donnant, ont eu pour but de faire valoir de nouvelles méthodes de culture, et ont présenté leurs résultats d'une manière trop défavorable à l'ancienne; d'autres ont rendu compte de leurs résultats sans avoir une idée nette des éléments qui devaient les former. Nous nous en tenons donc à l'exemple que nous allons développer.

ESTIMATION DU FERMAGE DU DOMAINE DE CHAMPCENETZ

(canton de Villiers-Saint-Georges, arrondissement de Provins).

Cette ferme est composée de 216 hectares de terre labourable et de 10 hectares de prés, qui sont consommés par les bestiaux de la ferme.

1. Evaluation par les impositions.

1,000 francs d'imposition, qui sont, dans le pays, un sixième environ du produit net ou fermage. . . . . 6,000 fr.

2. Evaluation par la comparaison.

Ici les données nous manquent entièrement.

3. Evaluation par les produits.

1° Saison des blés froments, 72 hectares, qui produisent 152 décalitres donnant pour la totalité 1094,4 hectolitres, qui, à 15 fr., prix moyen des trois dernières années, donnent. . . . . 16,416 f.

2° Saison d'avoine de mars, 72 hectares, qui produisent 729,6 hectolitres à 6 fr. 25 c. 4,560

450 moutons, donnant pour leur tonte 450 kilogr. de laine, à 4 fr. le kilogr. 1,860

50 moutons et brebis de réforme. 600

15 vaches et 1 taureau produisant, outre leur recrutement, 10 veaux de vente à 35 fr. 350

A reporter. 23,726

Report.	23,726 f.
15 vaches produisant par une formule usitée dans le pays, du lait et du beurre pour	1,000
2 vaches de réforme	240
20 cochons de lait	200
4 porcs.	360
Basse-cour	200
	55,726

A DÉDUIRE.

PREMIER CHAPITRE.

Grains pour semence, 2,8 hectolitres par hectare, *ci* :	
201,60 hectolitres à 15 fr.	3,024
Semences de mars, 172,8 hectolitres d'avoine	1,080
	4,104

DEUXIÈME CHAPITRE.

Un premier charretier	300	1.710
Deuxième charretier.	250	
Troisième charretier.	200	
Un berger	250	
Première et deuxième servantes.	200	
Quatrième charretier	150	
Deux garçons de ferme.	160	
Deux filles de laiterie	200	

(Ces cinq derniers sont les enfants du fermier.)

La moyenne du salaire des valets est de 225 fr. ; le prix des journées de travail, dans le pays, est de 1 fr. 50 c., qui, multipliés par 280, nombre de jours occupés dans l'année, donnent 420 fr.; d'où il résulterait que la nourriture vaudrait 195 fr., ce qui, multiplié par 16, nombre de personnes de la ferme, y compris le fermier et sa femme, donnerait 3,120 fr. L'auteur de cette notice ne porte cette nourriture qu'à 1,800 fr., attendu, dit-il, qu'une portion en est prise sur la ferme et n'est pas portée en recette : c'est ainsi, sans doute, qu'il faut opérer quand on ne compte pas tout dans les produits, mais qu'on ne fait état que de ce qu'on vend. Nous observons donc qu'on ne doit plus compter ici que le blé, le sel et le vin consommés. Ainsi, nourriture 1,800

Ouvriers auxiliaires, pour récolte	2,600
A reporter.	6,110

Report.	6,110 f.
Entretien de la ferme et soins pour dix chevaux. . . .	200
Avoine et grains pour la nourriture	3,580
Fauchage des prés.	119
	10,009

NOTA. Le montant des deux premiers chapitres est de 14,113 fr. Si on s'était servi de la formule indiquée pour les terres en jachère de première qualité, on aurait trouvé 65 fr. × 216 hect. = 14,040.

TROISIÈME CHAPITRE.

1° Assurance de 14,113 fr. de frais de culture à 8 p. 100, plus intérêts à 4 p. 100, ci : 12 p. 100 . . . . . 1,693 f. 56 c.

2° Intérêts et assurance du capital de cheptel, 12 p. 100 valant pour :

Instruments	2,000 f.		
Bêtes de travail	3,500	14,900 fr.	1,788 »
Meubles, etc.	2,000		
Bêtes de vente	7,400		
			3,481 56

QUATRIÈME CHAPITRE

Profit du fermier sur 29,013 fr. de capitaux, au taux de 10 p. 100. . . . . 2,901 30

RÉCAPITULATION.

DOIT.

Le fermier doit pour récoltes.			25,726 »
Pour loyer de bâtiments sur un revenu de, savoir :			
Pour intérêts . . .	3,481 f. 56 c.	6,382 f. 86 c.	
Pour profit. . . .	2,901 30		
dont le douzième est de.			531 91
			26,257 91

AVOIR.

Le fermier doit retirer pour remboursement de son capital circulant	14,113 f. » c.		
Pour intérêts du cheptel et assurance des frais de culture.	3,481 56		20,495 86
Pour profit	2,901 30		
Reste pour solde de fermage au propriétaire. . .			5,762 05
Somme égale.			26,257 91

L'auteur du mémoire ne portait le fermage qu'à 5,228 fr.; mais il faisait un double emploi de 1,080 fr., car, après avoir compté cette somme pour semence de mars, il la comptait une seconde fois dans le total, et ces 1,080 fr., ajoutés aux 5,228 fr., donnaient 6,308 fr., terme qui s'élève au-dessus du nôtre.

La différence, s'il en existe réellement, doit consister dans ce que les risques du capital de culture sont moins grands que nous ne les avons évalués, ou que les profits du fermier sont moindres.

Quoi qu'il en soit, nous n'avons prétendu ici que tracer un modèle de la manière d'opérer pour fixer le produit net; c'est à ceux qui s'en serviront à se rendre très circonspects dans le choix des éléments de leur calcul.

En Allemagne et ailleurs on a abusé de la méthode historique en cherchant à substituer de simples formules aux faits que l'on peut recueillir ; c'est ce qu'a fait en particulier Kreyssig dont le système est décrit dans le quatrième volume de la *Maison rustique du XIX^e^ siècle*. Nous n'avons pas besoin de dire que ces formules sont basées sur un certain ordre de cultures, sur des faits spéciaux à une contrée, et qui ne peuvent se reproduire avec exactitude ailleurs. Tout en reconnaissant l'utilité de pareils travaux pour le pays à l'usage duquel ils sont faits, nous ne pouvons en recommander l'usage ailleurs, et l'on agira prudemment en employant de préférence la méthode historique qui est toujours la plus sûre toutes les fois que l'on pourra obtenir les renseignements qu'elle exige. Il y a cependant quelque chose de plus à désirer dans l'intérêt de la science; c'est une théorie qui embrasse et discute tous les éléments de ces calculs, et permette de les appliquer à toutes les situations, en se servant de l'observation des faits actuels et sans se préoccuper du passé. Nous allons tracer l'ébauche d'une pareille méthode dans la partie qui va suivre.

SEPTIÈME PARTIE

DÉTERMINATION DE LA VALEUR RELATIVE DES TERRAINS.

INTRODUCTION.

Nous avons beaucoup hésité avant de livrer au public cette partie de notre travail ; l'exposition des principes de l'agrologie, celle des travaux auxquels elle avait donné lieu, était terminée, et nous pensions nous arrêter, sans crainte d'être accusé d'avoir laissé cette tâche incomplète. Si nous nous sommes décidé à poursuivre, c'est dans le seul but de provoquer des recherches dans cette direction. Nous ne doutons pas qu'on ne parvienne à fonder une méthode sur des faits inébranlables quand l'on s'en occupera avec suite; c'est elle seule qui couronnera l'édifice de l'agrologie. Les recherches physiques et chimiques que nous transmet cette science sont sans doute d'une grande valeur pour éclairer les faits de la culture; nous nous en apercevons à chaque page de ce travail, mais elle ne résout pas le problème fondamental que nous avons posé au début; elle ne nous éclaire pas sur la valeur relative des terres. A cet égard, nous sommes encore livrés à l'empirisme de la méthode historique, qui se sert d'autres moyens que ceux qui seraient tirés de l'agrologie elle-même, qui n'a rien de scientifique et qui se borne à dire : si vous voulez savoir la valeur d'un terrain, demandez-le à ceux qui le savent. Voilà les motifs qui nous ont décidé à risquer nos faibles essais, tout en prévenant que les chiffres qu'ils contiennent ne sont la plupart que des approximations plus ou moins exactes, que nous nous empresserons de remplacer par ceux que nous fournira une

expérience plus avancée. Ces réserves faites, entrons en matière.

CHAPITRE I.

Type idéal d'une terre parfaite.

Que devons-nous entendre par ces mots : *terre parfaite?* Selon nous, c'est celle où les plantes, trouvant un ferme appui, soustraites aux alternatives de sécheresse et d'humidité, conservant constamment la quantité d'eau nécessaire à leur végétation et pas au delà, rencontrent tous les éléments de nutrition que doit donner le sol ; c'est en outre celle qui, par son exposition et ses abris, est soustraite autant que possible au froid de l'hiver, seule modification atmosphérique qu'il soit impossible de conjurer sans des moyens artificiels coûteux ; enfin c'est celle qui, à ces qualités, joint une faible ténacité, et qui dès lors peut se cultiver aux moindres frais possibles.

Les botanistes préparent du mieux qu'ils peuvent cette terre parfaite dans leurs serres. Avec des terres mélangées, de l'engrais, des arrosements, de la lumière, de la chaleur, ils procurent aux plantes un développement qui surpasse quelquefois celui de leur pays natal. Mais les agriculteurs ne peuvent approcher de cette perfection presque absolue que pour un certain nombre de ces conditions ; ils ne peuvent ni modifier la température de l'atmosphère, ni augmenter la quantité de lumière solaire. Sous ce rapport, la perfection des terres est toujours relative au climat où elles sont situées, et nous en étudierons les influences. Mais les agriculteurs peuvent presque partout se procurer de l'eau pour la distribuer aux plantes, selon les différentes saisons ; la seule question qui puisse les arrêter est celle de la dépense. Ainsi, pour nous, l'idéal d'une terre parfaite ne se sépare pas de la possibilité de l'irrigation.

En second lieu, il faut que l'eau surabondante puisse descendre au-dessous des racines, pour que celles-ci ne macèrent pas dans cette eau croupissante, si elle était retenue par un sous-sol imperméable. L'idée d'une terre parfaite s'unit donc encore pour nous à celle d'un terrain profond. Toutes les autres qualités que nous avons assignées à un sol parfait sont secondaires et relatives à des circonstances particulières que nous examinerons plus loin.

Après ces terres parfaites, qui possèdent, dans un climat sans hiver rigoureux, une fraîcheur toujours proportionnée aux besoins des plantes, viennent en seconde ligne les terres naturellement fraîches, c'est-à-dire celles qui, par le bénéfice du climat ou de la position du réservoir inférieur des eaux, ont en moyenne, pendant la sécheresse, $0^m,10$ au moins de leur poids d'eau à $0^m,30$ de profondeur, et jamais plus de $0^m,23$ en hiver. Mais quand on parle d'un état moyen, on suppose qu'il est constitué par des oscillations entre un maximum et un minimum. Les terres naturellement fraîches sont quelquefois, selon les années, des terres sèches et des terres humides ; elles s'éloignent donc toujours plus ou moins du degré de perfection qu'un agriculteur habile sait entretenir par le moyen des irrigations.

Viennent enfin les terres sèches et les terres humides, qui sont encore plus éloignées de notre idéal, et qui, malheureusement, constituent la plus grande masse des terrains. Ce sont ces trois divisions qu'il nous faut parcourir.

CHAPITRE II.

Qualités des terres arrosées.

Dans les climats chauds et secs, les terres qui jouissent des bienfaits de l'irrigation ont des avantages immenses et bien

appréciés des peuples du midi, si l'on en juge par les sacrifices qu'ils ont faits en tous temps pour se les procurer. Les débris de la canalisation souterraine de la Perse, les traces des canaux de la Mésopotamie et de l'Egypte, le système de conduite des caux sur la côte orientale de l'Espagne, dans le Milanais, dans la Provence, en Chine, en sont d'éclatants témoignages. Soleil + humidité = végétation ; c'est par cette expression que M. Aug. de Gasparin a résumé ces avantages dans deux petits ouvrages où l'on trouve les faits appréciés dans un style plein de mouvement [1].

Les terres arrosées produisent seules d'une manière certaine, dans ces pays, les fourrages nécessaires aux bestiaux ; seules elles bravent les retours de sécheresse qui y rendent les récoltes de foin si chanceuses, même dans les terres fraîches, et qui arrêtent les progrès de l'agriculteur incertain sur la reproduction des engrais. Le haut prix auquel ces circonstances y maintiennent le fourrage constitue par contre-coup l'élévation de celui des terres arrosées.

En second lieu, les récoltes de la fin du printemps sont soustraites aux dangers de la sécheresse. Un printemps sec détruit les espérances que l'on fondait sur les céréales elles-mêmes. Le pouvoir de l'irrigation les ranime, et si les terres sont maintenues en bon état d'engrais, on s'assure des récoltes constamment abondantes.

Immédiatement après la moisson, une irrigation met la terre en état d'être travaillée et ensemencée, et cette seconde récolte de millet, de pommes de terre, de haricots, etc., a souvent une valeur qui approche de celle de la récolte principale.

Enfin, quand des récoltes-racines sont en terre au commencement de l'automne et que la sécheresse de la terre empêche de les en extraire sans des dépenses énormes, une irrigation ameublit la terre et permet de faire les travaux avec des frais

(1) *Des machines. Du plan incliné.* A la Librairie agricole.

réduits de plus de moitié. Les cultivateurs de garance connaissent bien cette propriété des irrigations ; ils donnent un prix de faveur pour les terres qui en jouissent et qui, à l'avantage de l'économie de main-d'œuvre, joignent celui de pouvoir envoyer les premières leurs produits sur le marché.

Toutes ces considérations donnent une grande valeur aux terres arrosées, dans toutes les régions méridionales du globe; mais devraient-elles être sans effet hors de cette ligne que nous avons tracée[1], et qui sépare les pays à pluies d'automne des pays à pluies d'été? Pour être souvent favorisées par les saisons, ces contrées du nord de l'Europe n'ont-elles pas souvent appris par de funestes expériences le prix de l'irrigation? Nous croyons pouvoir affirmer, sans crainte d'être démenti, que, pour toutes les terres sèches de toutes les régions de l'Europe, elle est d'une nécessité indispensable quand on veut y faire une agriculture régulière, et que la recherche des moyens de disposer des cours d'eau en faveur de la terre est au nombre des devoirs les plus importants du gouvernement et des besoins les plus urgents des peuples.

SECTION I. — *Caractères qui font la perfection des terres arrosées.*

De l'eau à discrétion et à bon marché, c'est là le premier et le principal caractère qui met de la différence entre les terres complétement ou incomplétement arrosées ; car l'eau peut être assez rare et distribuée à des intervalles de temps tels que les principaux avantages de l'irrigation seraient fort affaiblis. On doit donc faire entrer d'abord l'abondance de l'eau dans la considération de la valeur d'une terre arrosée. L'eau peut-elle être prise à volonté, soit pour le temps, soit pour la quantité ;

(1) Des climats par rapport aux pluies; *Bibliothèque universelle de Genève*, 1829, et dans le second volume de cet ouvrage.

la terre approche de la perfection, sauf les autres *desiderata*, dont nous parlerons plus loin. Alors la terre est, pour nous, dans cet état que M. Royer a appelé la période jardinière.

L'eau peut-elle être prise tous les huit jours au plus; la terre cesse de pouvoir porter une grande variété d'hortolages, il faut se réduire à une culture plus symétrique; mais pour le plus grand nombre des produits ruraux et dans la plupart des terrains, nous ne mettrons pas de différence entre cet intervalle et la faculté illimitée.

Si l'intervalle s'accroît et si l'eau ne s'obtient plus que tous les quinze jours, il y a beaucoup de terrains qui peuvent souffrir; ceux qui sont fortement siliceux sont de ce nombre.

Le prix d'achat de l'eau entre comme second élément dans l'appréciation du terrain. Si l'eau vient d'une source abondante dont on soit possesseur, elle ne coûte que le travail des hommes chargés de la diriger; si elle vient d'un canal creusé par le propriétaire, elle coûte en outre les intérêts de la construction et l'entretien du canal; si on la prend dans un canal appartenant à autrui, et qui en vende les droits de jouissance, elle peut avoir une valeur assez variée L'eau que l'on obtient par le moyen des machines mues par la force des animaux est beaucoup plus chère, et ne peut servir utilement que pour les cultures jardinières qui n'exigent que peu d'eau, ou pour celle des jardins; mais quand on a de vastes terrains à arroser, et que l'on dispose d'une masse d'eau considérable, on l'obtient à un prix beaucoup inférieur par le moyen de la machine à vapeur, pourvu que le réservoir de l'eau ne soit pas trop profond et le charbon trop cher.

Le calcul de l'eau nécessaire à l'irrigation est modifié par la nature du sol que l'on doit arroser, et qui exige des irrigations plus ou moins répétées. C'est ici qu'entre comme élément la composition des terrains.

SECTION II. — *Des effets de la composition du terrain sur la valeur des terres arrosées.*

La succession rapide de récoltes que l'on exige des terres arrosées indique que l'on doit peu compter sur les seuls matériaux nutritifs qu'elles possèdent, et que ce n'est que par une succession continuelle de nouveaux engrais que l'on peut en espérer des produits, à moins que l'irrigation n'ait lieu au moyen d'eaux chargées de principes fécondants qui équivalent à des engrais. Comparée aux doses d'éléments de fertilité que ces engrais apportent, la fertilité naturelle des terrains disparaît, et peut être éliminée du calcul, si ce n'est pour les gazons perennes des prairies, qui gardent en réserve une provision considérable d'azote, azote qui ne reparaît que quand on défriche la prairie. Il ne reste plus d'autre différence entre les terres arrosées que celle de leur tenacité et de leur dessèchement plus ou moins rapide.

La tenacité de la terre peut toutefois être modifiée quant à son action sur les instruments de culture, par une irrigation faite quelques jours avant les labours; mais quand la terre est trop abondante en argile, sa plasticité la rend plus adhérente aux outils, et force à attendre un dessèchement assez avancé pour la travailler. Il y a donc une limite au delà de laquelle l'augmentation de l'argile dans le sol pourrait être préjudiciable; nous ne croyons pas qu'elle puisse dépasser sans inconvénient (24 à 30 d'argile); passé ce terme, le terrain est difficile à traiter, et il devient plus opportun de le laisser en prairie permanente, que d'y introduire des cultures annuelles.

La rapidité du dessèchement des terrains et la nécessité d'y renouveler fréquemment les irrigations méritent une attention plus particulière, et dépendent beaucoup aussi,

toutes les autres circonstances étant égales, de la composition du sol.

En observant l'effet des irrigations sur des terres de différente nature, on reconnaît que la cause principale de la rapidité de ce desséchement est la quantité de sable siliceux et calcaire qu'elles contiennent. Cette quantité nous est donnée par la lévigation. Dans la Lombardie comme en Provence, il suffit d'arroser tous les quinze jours les prairies d'un terrain qui ne contient pas plus de 0,20 de sable (premier lot de la terre); quand il en contient 0,40, elles doivent être arrosées tous les huit ou dix jours, pendant les chaleurs de l'été; au delà de 0,60 elles devraient l'être tous les cinq jours, et quand la terre contient beaucoup d'oxyde de fer, est fortement colorée, et a 0,80 à 1,00 de sable, on ne pourrait se dispenser de l'arroser tous les trois jours; pour ces différentes terres et leur besoin relatif d'eau, nous trouvons une différence de 0,12 jour pour chaque centième de sable ajouté. Si l'on part de cette base, que nous croyons assez exacte pour les climats du midi de l'Europe, il sera toujours facile de calculer la valeur relative et les frais que coûtera chaque terrain pour son irrigation. Soit la rente d'un hectare de 300 fr., la valeur de l'eau 5 fr. les 1000 mètres cubes (arrosage d'un hectare sur $0^m,1$ de hauteur); nous avons pour le midi de la France, où les arrosages commencent au 1er avril et finissent le 3 septembre :

Pré permanent.	Avec 20 de sable. — Tous les 15 jours à 5 fr.	40 de sable. — Tous les 11 jours.	60 de sable. — Tous les 6 jours.	80 de sable. — Tous les 3 jours.
Arrosage.	60	85	150	180
A retrancher de la rente.	300	300	300	300
Reste. . .	240	215	150	120

Ce qui nous donne la valeur relative de ces différents terrains arrosés; elle est descendue de moitié de 20 à 80 de sable.

Ces calculs devront être modifiés s'il y a un changement dans le prix de l'eau, ou dans le genre de culture ; ainsi, dans la culture de la luzerne, par exemple, il suffit d'une irrigation par mois ou à chaque coupe dans les terrains à 0,20 de sable ; il en faudrait une tous les vingt jours à 0,40 de sable ; une tous les 16 à 0,60, ou deux par coupe ; une tous les dix jours, ou 3 par coupe à 0,80. Nous ne posons donc ici que les bases approximatives de ce calcul. Il serait encore tout autre en changeant de climat. L'évaporation est très forte dans le département de Vaucluse, où ont été faites les observations agricoles sur lesquelles ces bases sont établies. La chaleur, mais surtout les vents, y dessèchent rapidement la terre. Il faudrait donc de nouvelles formules pour un autre climat, et dans celui qui serait plus humide, la valeur des terrains sablonneux décroîtrait moins rapidement.

Section III. — *Consommation des engrais dans les terres arrosées.*

Nous avons dit que nous comptions pour peu de chose l'état de fertilité où se trouvent momentanément les terrains arrosés. La rapide succession des cultures y crée des besoins qui ne peuvent être satisfaits que par des engrais abondants et réitérés, et si ces cultures sont bien dirigées, leurs produits marchent d'un pas égal avec l'engrais, et laissent toujours le terrain à peu près épuisé de principes azotés. Une irrigation trop abondante, faite avec imprudence et par submersion, entraîne même une partie de l'engrais sans profit pour le champ. Les habiles irrigateurs savent obvier à cet inconvénient ; nos paysans s'y laissent prendre trop souvent, ne croyant jamais saturer leur terrain d'assez d'eau. Mais une faute dans la pratique d'un bon procédé ne peut jamais infirmer en rien son excellence.

Ce qui est vrai pour les terres arrosées en culture annuelle doit être modifié quand il s'agit des prairies. Celles-ci forment, par les nombreuses racines qui composent leurs gazons, une espèce de tissu, dans lequel se dépose et se conserve un terreau riche en azote, qui, une fois parvenu à son maximum, reste dans un état à peu près stationnaire, jusqu'à ce que l'on défriche la prairie; alors il profite aux cultures qui lui succèdent. Mais tant que le pré dure, cette portion d'engrais reste latente, et l'on n'obtient de récolte de foin qu'à l'aide des quantités supplémentaires d'engrais qu'on y ajoute. Nous traiterons en détail de ce phénomène en parlant des prairies; dans ce moment nous dirons seulement que le gazon d'une prairie en bon état de production retient environ l'équivalent de 250,000 kilogr. de fumier par hectare. C'est donc le capital qu'il faudra ajouter à la valeur de la terre, quand on comparera un pré arrosé à un terrain arrosé et nu; quand on comparera deux prairies entre elles, on pourra en faire abstraction.

Les terrains arrosés et les prés eux-mêmes, une fois pourvus de leur avance d'engrais, sont donc une matière propre à transformer perpétuellement et rapidement l'engrais en denrée, sans laisser chômer ce précieux capital. Ce n'est donc pas sur l'azote que contient un tel terrain qui n'est pas en prairie qu'il faut le juger; cette quantité pourrait être surabondante sur un terrain inférieur dont on n'aurait pas exigé tous les produits, et après l'avoir épuisée on se trouverait en présence de ses seuls défauts.

Mais si les terrains arrosés consomment rapidement les principes azotés de l'engrais, il n'en est pas de même des principes charbonneux; ceux-ci se décomposent plus lentement, et quand on se sert de fumiers d'étable, de nouvelles doses de paille viennent s'ajouter sans cesse aux débris non encore consommés de la culture précédente. Aussi tous ces terrains bien

traités tendent-ils sans cesse à devenir plus légers et plus propres aux hortolages et aux cultures herbacées. Cet effet est sensible dans tous les terrains anciennement soumis aux irrigations et à une bonne culture ; la proportion du terreau y augmente, à moins que les eaux qui les arrosent ne soient chargées de dépôts terreux qui rétablissent l'équilibre. Les terres fortes profitent le plus de cet ameublissement, et leur valeur s'accroît avec les années ; un ancien jardin, une ancienne prairie dans des terrains de cette nature ont d'autant plus de prix qu'ils sont soumis depuis plus longtemps à cette riche culture.

CHAPITRE III.

Des terres fraîches.

Rappelons d'abord ce que nous entendons par *terre fraîche*, cette heureuse et rare combinaison de toutes les qualités du terrain qui ne permet pas qu'à trente centimètres de profondeur il ait jamais moins de 0,10 d'humidité dans les plus grandes sécheresses de l'été, ni plus de 0,23 dans la saison des pluies. S'il existait une terre qui réunît complétement ces qualités, elle aurait une valeur plus grande que les terres arrosées, puisque sans frais, sans peine, elle posséderait les propriétés que nous cherchons à leur donner par l'irrigation. Mais l'examen des conditions qui constituent une terre fraîche nous prouvera que ce que nous pouvons appeler de ce nom ne remplit pas toujours parfaitement l'idée que nous nous en sommes formée.

Comment une terre sera-t-elle fraîche? Il faut qu'elle reçoive une quantité d'eau suffisante, qu'elle la laisse écouler avec facilité, que sa surface soit évaporante, son intérieur fil-

trant et cependant absorbant, de manière à ce que la profondeur se mette rapidement en communication avec la partie supérieure.

Quelle sera la source de l'humidité? ou un climat à pluies fréquentes et modérées, ou un réservoir d'eau placé à une petite profondeur sous un terrain doué de beaucoup de capillarité.—Quelle sera la condition du prompt écoulement de l'eau reçue par la surface? un sol profond et filtrant. —Quelle sera la condition du desséchement de la surface? un terrain coloré et assez chargé de silice ou de sable calcaire.—Reprenons une à une toutes ces conditions.

Si les terres sont fraîches par le bénéfice du climat, il faudra que les pluies soient tellement réparties qu'elles se balancent sans cesse avec l'évaporation et l'écoulement des eaux. Cette condition se rencontre dans les contrées occidentales, et souvent aussi dans l'intérieur de notre continent, dans les pays habituellement nébuleux et peu ventilés. Il y a des terres fraîches dans ceux de nos départements des côtes de l'Océan qui sont formés par les anciennes provinces de Bretagne, de Normandie, de Picardie et de Flandre ; on en trouve surtout en Hollande, dans la Grande-Bretagne et aussi en Allemagne. En traitant de la météorologie agricole, nous établirons mieux encore ces conditions de climat.

Un réservoir des eaux à niveau constant ne peut dépendre des infiltrations des eaux pluviales sur un sous-sol imperméable. Ces sortes de nappes d'eau se dessèchent en été après avoir noyé les terres en hiver; il tient uniquement à l'existence de sources ou de rivières souterraines coulant à travers les cailloux, les graviers et les sables sur un lit imperméable. La terre qui est placée au-dessus s'humecte au contact de l'eau et de sa vapeur, et l'humidité gagne de proche en proche jusqu'à une hauteur déterminée par la nature du sol. Dans un terrain composé moitié de silice, moitié d'argile et de chaux, le réser-

voir des eaux étant à $2^m,50$ de profondeur, le sol se maintient pendant la sécheresse de l'été à 0,10 d'humidité, et à $0^m,30$ de profondeur, dans le midi de la France. Dans les terrains tourbeux, l'ascension de l'eau est encore plus forte; dans un terrain de silice pure, elle se fait sentir à peine à $0^m,30$.

Si le terrain n'est arrosé que par les eaux de pluie, le degré de perméabilité du sol doit être proportionnel à la durée et à la fréquence de ce météore, pour que le terrain reste frais et ne devienne pas humide; mais comme un terrain n'est frais par la vertu du climat que dans un pays pluvieux, on conçoit que la perméabilité y est d'une grande importance; de même que la capillarité ou la force ascensionnelle est plus à rechercher quand la fraîcheur du sol dépend d'un réservoir inférieur d'eau. Aussi, les terres fraîches des pays secs sont-elles moins siliceuses que celles des pays à pluies d'été.

La rapidité de l'évaporation de la terre est diminuée par les labours qui rompent la continuité de la surface et de l'intérieur; elle est diminuée aussi par la grosseur des particules de la terre qui empêche leur facile communication; ainsi, la surface d'un terrain sablonneux se dessèche avec rapidité, mais les couches inférieures perdent plus lentement leur humidité que si elles étaient composées de fines particules calcaires ou argileuses. La composition sablonneuse du terrain, qui est un obstacle à l'ascension de l'eau inférieure, s'oppose donc aussi à sa propre évaporation par la surface. Cette remarque fait comprendre combien il importe aux cultivateurs de maintenir leur terrain en culture superficielle pendant les chaleurs de l'été pour qu'il ne perde pas de son humidité intérieure.

Nous avons vu que la coloration du sol accroissait prodigieusement l'absorption de la chaleur lumineuse, et par conséquent l'évaporation. Les terrains chargés de terreau attirent fortement l'humidité du réservoir inférieur, ou absorbent celle qu'ils ont reçue de l'atmosphère; mais, d'un autre côté, le

évaporent considérablement par leur surface, au point qu'elle est quelquefois entièrement desséchée, tandis que l'on trouve la fraîcheur à $0^m,30$ de profondeur. L'équilibre ne se rétablit pas assez promptement pour que les plantes à racines superficielles n'aient pas beaucoup à souffrir.

Pour obtenir une terre qui ait toutes les qualités des terres fraîches sans les inconvénients des terres humides, il faut donc une coloration qui aide à l'évaporation, mais qui la maintienne en équilibre avec les proportions d'eau que la terre reçoit. Cette coloration doit être plus forte dans les climats pluvieux que dans les climats secs, et dans ceux-ci d'autant plus que le réservoir des eaux est plus près de la surface ; quand il est peu profond, certaines terres fraîches du midi, qui sont complétement blanches, deviendraient sèches si leur surface était colorée.

On sent assez que jusqu'ici nous n'avons pu donner que des indications. Les circonstances varient au gré de tant d'éléments divers qu'il y aurait de la témérité à vouloir les réduire en chiffres. C'est l'expérience seule, l'expérience qui, faisant une synthèse de tous ces éléments, pourra nous apprendre si telle terre est fraîche, et à quel degré elle l'est. On parvient à s'en rendre compte exactement si l'on peut consacrer plusieurs années à ces expériences, si l'on peut, pendant chacune de ces années, essayer la terre en hiver et en été. On peut aussi juger instantanément de l'humidité ou de la sécheresse en examinant la terre en hiver ou en été, et en comparant son état avec l'état moyen habituel de la saison, qui passe pour humide ou pour sèche. Mais ces moyens sont rarement à la portée de ceux qui font de semblables recherches ; ordinairement ils veulent savoir immédiatement la nature du sol qu'ils cherchent à connaître. La synthèse dont nous parlons ne peut alors être obtenue qu'au moyen de quelques observations : la luzerne réussit-elle dans la terre? combien de coupes y fait-on? quel est le produit comparé des différentes coupes? celles des mois de

juillet et d'août ne sont-elles pas sujettes à manquer ou à donner de très faibles produits? Telles sont les données que l'on peut obtenir facilement dans les pays où cette excellente plante est cultivée. Son introduction dans la culture annonce un terrain qui n'est pas trop humide en hiver; le nombre de ses coupes, leur proportion, le manque de coupes d'été indiquent si la terre est sèche ou fraîche dans cette saison. Dans une terre fraîche, la somme de 600° de chaleur moyenne, depuis l'époque où la luzerne a été fauchée, amène de nouveau le terme de sa floraison; ainsi, dans notre midi, elle se coupe environ tous les mois jusqu'au moment où la température moyenne descend au-dessous de 13°. Dans les terres sèches, la luzerne ne repousse pas immédiatement après la coupe si elle manque d'humidité; elle attend une pluie pour repousser; ainsi les coupes d'été sont plus retardées que celles de printemps et d'automne. Le nombre des coupes d'un terrain comparé à celui des coupes d'une terre arrosée est donc un très bon moyen pour juger de la sécheresse du sol que l'on examine. La proportion de fourrage obtenu par les différentes coupes n'est pas un moyen moins sûr. Dans les terres arrosées ou fraîches, toutes les coupes sont à peu près de la même quantité. Le rapport des coupes entre elles est donc un excellent indice du défaut d'humidité à l'époque où elles se font. Le manque complet des coupes de juillet et d'août n'en est pas un moins certain.

Malheureusement ce *criterium* excellent n'existe pas partout, il manque quelquefois dans les circonstances où on le désirerait le plus; il faut alors recourir à d'autres indices. Dans tous les pays où l'agriculture est avancée et où le climat le permet, on ne manque pas de faire chaque année deux récoltes consécutives dans les terres fraîches. La possibilité de voir prospérer des semis faits après la moisson est une preuve certaine de la fraîcheur de la terre en été. Quant à l'humidité en hiver, elle s'annonce par la tendance à faire de préférence des

semis printaniers, à relever en billons les terres où l'on fait les semis d'automne. C'est à ces remarques que l'on est forcé de se borner, en les aidant toutefois de l'expérience directe sur la quantité d'eau que renferme la terre au moment où on les fait, si l'on ne peut pas s'aider d'une série plus longue d'observations.

Nous ne serions pas éloigné d'admettre qu'une terre dont l'état moyen, toute oscillation compensée, peut être réputé celui d'une terre fraîche, équivaut à une terre arrosée pour sa valeur, partout où l'eau occasionne une dépense de 5 fr. par 1,000 mètres cubes; au moins le prix de fermage des terres de cette catégorie que nous connaissons tend à leur attribuer ce rang.

CHAPITRE IV.

Des terrains secs.

Nous répétons ici que nous entendons par terrains secs ceux qui, au milieu de l'été, ne conservent pas 0,10 de leur poids d'humidité, et qui n'en ont jamais plus de 0,23 en hiver, trois jours après la pluie. Ils composent la grande masse des terres agricoles; ils résultent d'un climat qui laisse en été de longs intervalles entre les pluies, et d'un sol qui est assez profond et filtrant pour recevoir et répartir à ses couches inférieures l'eau tombée en hiver. Cette profondeur du sol peut être assez médiocre dans les terres planes, en calculant sur la moyenne des pluies et non sur les orages qui imbibent profondément la terre, mais dont l'effet est passager. Mais il en est autrement dans les terrains concaves et qui reçoivent les eaux supérieures; l'expérience seule peut apprendre s'ils ne deviennent pas humides en hiver.

Par leur nature propre, les terrains secs ne sont pas favorables aux cultures herbacées qui végètent pendant l'été ; leurs produits sont bornés aux plantes dont la fructification est achevée à la fin du printemps, comme les céréales et les légumes ; parmi les récoltes fourragères, le sainfoin et le trèfle leur sont spécialement affectés ; la luzerne y vient, mais y donne la moitié moins de foin que sur les terres fraîches, par le manque des coupes d'été. Les arbres et les arbustes qui s'enracinent profondément leur conviennent principalement ; les récoltes-racines qui peuvent supporter pendant quelque temps la sécheresse y réussissent aussi, même dans les pays méridionaux où la terre ne s'humecte que tard, parce qu'elles y trouvent encore dans l'arrière-saison, après les pluies, une température suffisante pour leur développement.

Dans les pays chauds, le climat permet de faire des secondes récoltes dans les terres fraîches ; les terres sèches sont privées de cet avantage ; en outre, elles ne rendent que la moitié de la quantité de fourrage que produisent les premières ; enfin, les récoltes de céréales y sont moins assurées et d'autant moins abondantes qu'outre les fâcheux effets des variations du climat, elles ne fournissent pas en paille et en fourrages des moyens réparateurs aussi abondants. Ces terres ne compensent ces désavantages que par la propriété d'être propres aux cultures arbustives, les vignes, les mûriers, les oliviers ; mais, dans l'état actuel de la culture, leur valeur n'est que le tiers environ de celle des terres arrosées, pour les bonnes terres, et pour les terres sablonneuses ou graveleuses, quelquefois le dixième à peine.

Si, après avoir comparé les terres sèches aux terres d'une autre classe, nous voulons les comparer entre elles, nous trouverons que leur valeur relative dépend de trois circonstances principales : 1° la richesse en azote de la terre ; 2° la durée de son état de sécheresse ; 3° la facilité ou la difficulté des tra-

vaux. Nous verrons que c'est de la combinaison de ces trois éléments que dépend leur évaluation.

Section 1. — *Faculté de conserver l'engrais.*

Nous avons parlé, dans la première partie de cet ouvrage, de la faculté qu'a l'argile de s'emparer d'une partie des éléments de l'engrais et de s'en saturer ; dans cet état elle le conserve à l'abri de la décomposition, et ne le cède en partie que quand elle est humectée ou chauffée. Cette partie ainsi conservée a été le sujet constant des observations des agronomes allemands, qui la désignent sous le nom de *vieille graisse*. De cette propriété vient que, quand on fume une terre argileuse maigre, le fumier ne paraît produire aucun effet, l'argile s'en est emparée, et ce n'est quelquefois qu'après plusieurs fumures consécutives que les récoltes paraissent en ressentir l'influence. Rien n'est donc moins avantageux que d'entreprendre la culture d'une terre argileuse maigre, comme rien ne l'est davantage que d'avoir à traiter une argile riche. Il est par conséquent de la dernière importance de connaître précisément la richesse de la terre en azote, puisque, si la terre est argileuse, l'absence presque complète de l'azote annoncerait qu'il faut consacrer un capital considérable pour la mettre en état de porter de pleines récoltes.

Ayant pris des terres qui étaient en divers états de fertilité et en ayant dosé l'azote, nous avons trouvé que celles qui donnaient un produit proportionnel à l'engrais qui leur était fourni contenaient 0,000015 d'azote pour chaque centième d'argile du sol ; tout ce qui manquera à cette quantité sera donc une mise hors, un capital nécessairement consacré à le mettre en état de produire ; mais ces mêmes terrains, une fois mis en état, donnent quelquefois d'excellentes récoltes sans engrais, quand l'humidité de la saison végétative force l'argile à resti-

turer une partie de son trésor. L'argile saura le reprendre plus tard, et cette bonne fortune ne peut être regardée que comme une avance dont il faudra la rembourser. Ce n'est donc que quand la terre est longtemps cultivée sans fumier que l'on rentre dans cette mise de fonds, par une succession de circonstances qui permettent aux plantes de s'emparer de l'engrais mis en réserve, quand il se trouve dissous par l'eau, et c'est ce que savent trop bien faire les fermiers qui ne quittent pas de pareilles terres sans les avoir épuisées.

Dans les terres siliceuses, sablonneuses ou calcaires, au contraire, il ne se fait pas d'accumulation, mais la partie de l'engrais qui n'a pas servi immédiatement à la végétation se trouve dissipée dans l'atmosphère en se résolvant en gaz, ou entraînée dans les couches profondes par la pluie. C'est donc ici une perte sèche que l'on subit. Aussi vaut-il mieux ici fumer souvent et à petites doses, tandis que les terres argileuses peuvent être fumées plus largement.

En effet, outre l'emmagasinement de l'engrais par l'argile, ces terres compactes laissent moins pénétrer l'air entre leurs pores.

On peut donc jusqu'à un certain point estimer que dans les terres inconsistantes, près du tiers de l'engrais est perdu, et que cette déperdition diminue à proportion que la terre devient plus forte. Il nous est impossible en ce moment d'assigner le rapport qui existe entre ces deux circonstances; cependant, pour la commodité de la pratique, et sans craindre une grande erreur, si l'on suppose qu'une terre complétement argileuse, renfermant 0,48 d'argile, mette l'engrais à l'abri de toute perte, et qu'à l'état inconsistant il s'en perde le tiers, on pourra admettre que chaque centième d'argile assure la conservation de 0,021 parties de l'engrais; et cette hypothèse pourra servir à établir la valeur relative des terrains.

On conçoit maintenant tout l'avantage des terres sèches un

peu chargées d'argile, et pourquoi, surtout quand elles tiennent beaucoup de terreau qui remplit en partie le même office, Thaër et les autres agronomes leur ont attribué un si haut rang; nous allons en trouver encore d'autres raisons.

Section II. — *Durée de l'état de sécheresse de la terre.*

Plus la terre est siliceuse ou sablonneuse, moins elle est disposée à retenir l'humidité; plus tôt elle perd au printemps, et plus tard elle reprend en automne la dose moyenne d'eau nécessaire à une bonne végétation. Il s'ensuit que les plantes dont la végétation est la plus longue peuvent se trouver exclues de ces terrains, si l'époque de leur dessèchement devance celle de la maturité de leurs fruits. Ainsi, le froment exigeant 2140 degrés de chaleur depuis le renouvellement de sa végétation au printemps jusqu'à sa maturité[1], si la terre n'a plus l'humidité nécessaire quand la somme des degrés accumulés n'est encore que de 1700, le froment séchera sur pied sans mûrir, mais l'orge aura pu mûrir, et le terrain sera un terrain à orge à l'exclusion du froment.

Cette disposition des terrains combinée avec les besoins d'eau de chaque plante les classera relativement aux cultures qui leur conviennent; ainsi le seigle ne mûrit qu'avec 1864 degrés de chaleur; mais évaporant moins que l'orge, il continuera sa végétation dans un terrain où l'orge aurait séché sans fructifier. Au-dessus de 0,50 de sable, Thaër n'admet pas que les terrains de l'Allemagne soient propres au froment; de 0,60 à 0,70, ce sont des terres à orge; de 0,75 à 0,80, des terres à avoine, et au-dessus de 0,80 des terres à seigle. On

(1) Nous ne donnerons ici que des exemples; nous ne discuterons pas la manière de compter la température nécessaire à la végétation des diverses plantes, nous réservons ce sujet pour la météorologie agricole, et nous adoptons les chiffres de M. Boussingault, sauf à les discuter plus tard, ainsi que ceux d'Adanson.

sent que ces proportions doivent varier selon les climats et les situations, et avant nous les cultivateurs ont su destiner leurs terres aux plantes auxquelles elles sont propres. Ainsi les terres sèches propres au froment auront une valeur plus considérable que celles qui ne portent que du seigle, dans la proportion de la valeur nette des récoltes de ces champs.

Mais ce n'est pas seulement sur les céréales que se feront sentir les effets d'un prompt desséchement ; les fourrages printaniers seront seuls possibles sur les terres de cette nature, et on ne pourra en espérer de secondes coupes ; les récoltes-racines elles-mêmes y souffriront beaucoup ; si le terrain a du fond, c'est donc principalement par le moyen des arbres et des arbustes que ces terrains peuvent être mis en valeur. Les médiocres récoltes de vin que donnent les terrains sablonneux et secs font assez connaître combien la vigne elle-même, un des plus robustes végétaux, souffre de cette privation d'humidité.

Section III. — *Composition des terres relativement aux engrais.*

En combinant son système d'agrométrie, Thaër ne tarda pas à s'apercevoir d'une circonstance qui dérangeait tous ses calculs. Une année de jachère accompagnée de ses cultures ordinaires rétablissait la fertilité de la terre dans une certaine proportion. « L'épuisement causé par une récolte de grains se répare entre autres, dit-il (§ 256), par une jachère morte d'été avec les cultures convenables, laquelle non-seulement nettoie le terrain, mais encore lui procure de véritables sucs nutritifs, tant en soumettant successivement ses différentes parties au contact des éléments fertilisants des gaz de l'atmosphère qu'en favorisant la putréfaction des plantes et des racines enterrées par les labours... Au reste, sans aucun doute, la jachère absorbe et attire des sucs fertilisants de l'atmosphère, et la quan-

tité de particules nutritives ainsi absorbées et d'autant plus grande que le sol est dans un état plus prospère... Si le terrain a 40° de fécondité, la jachère en ajoute 10; si cette fécondité est poussée à 50°, l'augmentation est de 11; si elle arrive à 60°, l'augmentation est de 12; et ainsi de suite. »

On a vu, dans la première partie, que, pour les terres qui contenaient des carbonates, cet effet était dû à la transformation de ces carbonates insolubles en bicarbonates solubles et en nitrates; et que pour celles qui contenaient de l'argile, du fer et du terreau, cela tenait à l'absorption des gaz ammoniacaux et à leur conservation. Ainsi, dans la plupart des cas, c'est de l'azote qui se produit au profit de la végétation future. Cette production peut être comptée pour peu de chose dans les terres arrosées, et nous en avons dit les raisons; mais dans les terres sèches, traitées d'une manière plus économique, elle doit être prise en considération.

Que devons-nous entendre par les 40, 50, 60° de fécondité de Thaër? c'est la fécondité acquise qui produit $3^h,40$; $5^h,30$; $7^h,50$ de froment, et qui est représentée par 4,000; 5,000; 6,000 kilogr. de fumier selon Thaër; mais selon nous, par 5,317; 8,289 et 11,730 kil. de fumier normal de MM. Boussingault et Payen, et dont une partie seulement est consommée par la première récolte. C'est donc cette quantité d'engrais qui, selon Thaër, serait acquise par la jachère aux terres dans différents états, et en raison inverse de la silice que contient la terre, mais aussi en raison directe de la chaleur humide du climat et du calme de l'air.

La propriété d'absorber l'azote de l'atmosphère résulte donc d'éléments très complexes et qui ne peuvent être réduits en chiffres, au moins dans l'état actuel de la science. On ne peut entrevoir ici que des moyens d'approximation.

Dans les pays où l'on a conservé la jachère et où l'on cultive un grand nombre de terres sans engrais, on trouve une

de ces données qui consiste à prendre la moyenne de plusieurs récoltes successives, à en retrancher la semence et à calculer la quantité d'engrais que représente le produit moyen.

Dans la vallée du Rhône, les terres sèches qui renferment 70 d'argile ou de terreau doux produisent sans engrais 11 hectolitres de froment par hectare; défalquant 2 hectolitres pour semences, il reste 9 hectolitres qui sont produits par l'accroissement de fertilité provenant de la jachère et valant, au prix moyen de 20 fr., la somme de 180 fr. Ces neuf hectolitres résultent d'une addition d'engrais versée par l'atmosphère équivalant à $33^k,84$ d'azote, et qui, au prix des fumiers sur les marchés (1 fr. 66 c. le kilogr. d'azote), valent 54 fr. 17 c.[1].

Dans les terrains presque entièrement composés de sable quartzeux, on obtient encore tous les deux ans un produit de 6 hectolitres de seigle, ou 4 hectolitres, déduction faite de la semence, et valant 48 fr., résultant de $15^k,04$ d'azote qui valent 24 fr. 97 c. Il semblerait donc que l'accroissement de fertilité, ou, pour mieux dire, l'engrais atmosphérique retenu par la terre au profit des plantes est en raison inverse de la quantité de silice libre ou de sable que renferme la terre, que la différence de valeur des produits de 70 à 1 parties d'argile est de 180—48=132 fr. tous les deux ans, ce qui nous donne par chaque centième d'argile en plus une augmentation de

(1) Ces $33^k,84$ d'azote fournis à la jachère par l'atmosphère, et qui ne sont probablement que la partie assimilée d'une quantité plus grande, dont une autre partie s'est évaporée sans profit pour les plantes, représentent $41^k,09$ d'ammoniaque qui, répartis sur les 7,381 mètres cubes d'eau qui tombent annuellement à Orange sur un hectare, donnent $0^k,0055$ d'ammoniaque par mètre cube ou 1,000 kilogrammes d'eau; or un kilogramme de vapeur d'eau saturant de vapeur 1,427 mètres cubes d'air, ce serait donc 0,0000038 de gramme d'ammoniaque que renfermerait chaque mètre cube d'air. Liebig en porte, par supposition, la quantité à 0,000000007 de gramme par 0,0001 de mètre cube (100 centimètres cubes) (*Chimie agricole*, 2e édit., p. 62), ou 0,00007 de gramme par mètre cube.

rente de $\frac{132}{70}$ = 1 fr. 90 c., en supposant que jusqu'à 70 centièmes d'argile cette augmentation suive une proportion arithmétique. Nous ne donnons ces résultats que comme des aperçus que l'expérience devra rectifier.

Au-dessus de 70 d'argile, le sol doit bien retenir une plus forte partie d'azote, mais les obstacles mécaniques augmenteront au point de réduire la récolte au lieu de l'augmenter. Il faut, à partir de ce point, opérer par réduction au lieu de le faire par addition.

La partie calcaire du sol n'est pas absolument incapable de recevoir de l'atmosphère des éléments azotés, surtout de l'acide nitrique, qui forme avec elle du nitrate de chaux ; mais c'est toujours en petite quantité, et quant à l'ammoniaque, elle la laisse évaporer presque avec la même facilité que le quartz. Aussi les terrains purement calcaires ne sont-ils pas, sans engrais, beaucoup plus fertiles que les sols quartzeux. C'est ce que l'on voit dans les plaines de la Champagne, et ce que les terrains paludiens de Vaucluse manifestaient aussi avant qu'on ne les eût traités par des fumures abondantes pour en obtenir de riches récoltes de garance.

SECTION IV. — *Facilité et difficulté des travaux.*

Mais si les terres peu consistantes ont tant de désavantages, elles présentent aussi une large compensation dans la facilité des travaux qui s'y exécutent.

Nous verrons dans la mécanique agricole 1° que le travail d'une bonne charrue se compose de l'effort nécessaire pour vaincre la résistance opposée par la ténacité de la terre; cet effort est opéré par le soc et le coutre, et c'est le plus considérable. Il diminue avec l'augmentation de l'humidité du sol dans un rapport que nous savons à peu près proportionnel à la ténacité elle-même. Dans les terres qui sont dans l'état d'humidité

moyenne, où dans la pratique on commence à les travailler, la force nécessaire peut se calculer approximativement en multipliant la somme des centimètres de la largeur et de la profondeur du labour par la tenacité de la terre, si elle a été prise sur de la terre simplement coulée, ou par la moitié de la tenacité si elle a été prise sur un prisme corroyé de la tenacité de la terre. Le produit exprime en kilogrammes la force appliquée pour vaincre la résistance ; c'est donc un élément variable du calcul relatif à cette tenacité.

2° Mais on a de plus deux éléments que l'on peut considérer comme fixes pour la même charrue : 1° l'effort nécessaire pour soulever et retourner le sol par le moyen de l'oreille, la différence de pesanteur de la terre n'étant pas assez considérable pour amener de grandes modifications dans un calcul approximatif ; 2° la force qui sert à vaincre la résistance opposée par les frottements des différentes surfaces. On peut l'estimer à environ 16 kilogrammes par cheval.

Une terre de moyenne consistance, ayant 2 kilogr. de tenacité, exige une force de tirage d'environ 200 kilogr.; les résistances fixes emportent 66 kilogr. environ, ou les 0,33 de la force totale. Les frais de culture pour la jachère d'une telle terre montent à 65 fr. environ, dont le tiers est de 21 fr. 70 c. Si nous prenons cette somme pour celle qui représente l'effort fait pour vaincre la deuxième espèce de résistance, la somme de 43 fr. 30 c. représente la première espèce ou les résistances variables dues à la ténacité. La terre moyenne étant prise pour unité, nous pourrons calculer assez axactement la valeur relative des terres de différentes ténacités. Ainsi, pour celle de 2 kilogr.[1],

$$21 \text{ fr. } 70 \text{ c} + 43 \text{ fr. } 30 \text{ c.} \times \frac{2}{2} = 65 \text{ fr.}$$

(1) Ces ténacités ont été prises sur des prismes corroyés, ce qui rend leur confection plus facile. *Voir* ce que nous avons dit sur la ténacité relative dans l'un et l'autre cas, p. 144 et 145 de ce volume.

Pour colle de $3^k,5$ de ténacité.

$$21 \text{ fr. } 70 \text{ c.} + 43 \text{ fr. } 30 \text{ c.} \times \frac{3,5}{2} = 97 \text{ fr. } 47 \text{ c.}$$

Cette méthode empirique est basée tout entière, comme on le voit, sur le principe que la résistance est proportionnelle à la tenacité dans les différents états où se trouvent les terres, et, en second lieu, sur la culture de la jachère. Si l'on en excepte les terres mises en herbages, il est douteux que toute autre culture exige de moindres travaux.

SECTION V. — *Des terres sèches dans le midi.*

Nous n'avons comparé jusqu'ici les terres sèches entre elles que sous le rapport des produits obtenus par les cultures herbacées; mais elles sont aussi susceptibles de porter des arbres qui changent les conditions de leurs évaluations; à mesure que l'on avance vers le midi, le nombre des arbres productifs augmente, et tandis qu'au nord on ne trouve plus que les arbres des forêts, au sud la vigne, le mûrier, l'olivier, et plus loin le dattier, s'accommodent des terrains secs sous certaines conditions. L'olivier peut continuer à vivre dans des terrains peu profonds et très secs; mais, comme les autres arbres dont nous venons de parler, il ne donne de bonnes récoltes qu'autant qu'il trouve dans le fond du terrain l'humidité qui lui est nécessaire. La vigne produit d'excellents vins, mais en très petite quantité dans des terrains très secs; elle ne produit en abondance que quand elle peut s'y enraciner profondément; il en est de même du mûrier, et le dattier ne donne de belles récoltes que dans les oasis où coulent des eaux qui rafraîchissent le terrain.

On peut donc dire en général que, quant aux arbres, la valeur des terres sèches est en proportion de la profondeur de leur sol, toutes choses égales d'ailleurs, et que, jusqu'à celle

d'un mètre, cette valeur ne cesse de s'accroître rapidement pour les arbres dont nous venons de parler; cette augmentation est sensible à de plus grandes profondeurs pour les noyers et les châtaigniers. Elle dépend de la fraîcheur du fond qui remplace celle de la surface; plus cette fraîcheur normale constante de 0,10 du poids de la terre est près de la surface, et plus la terre a de valeur. Les terres sèches qui maintiennent cette humidité pendant le mois d'août à 0^m,60 de profondeur sont très propres au mûrier et à la vigne, quoique la sécheresse de la surface ne permette pas d'y attendre de bonnes récoltes herbacées. Leur prix s'élève alors au niveau de celui des terres à froment dans les pays où les récoltes du mûrier et de la vigne sont productives. Tout approfondissement ultérieur de la couche humide leur fait perdre de cette valeur, et à 0^m,90 elles n'ont plus que la valeur des terres à seigle. Voilà les seules données fournies jusqu'ici par l'expérience locale.

CHAPITRE V.

Des terres sèches en été et humides en hiver.

Quand le sol manque de profondeur, et surtout quand il reçoit les écoulements des terrains supérieurs, il se forme, en hiver, sur le sous-sol imperméable, une espèce de marais souterrain, et le sol entier devient bourbeux, ou au moins humide. C'est une disposition très fâcheuse, en ce qu'elle doit faire renoncer à toute production d'hiver, et borne le cercle des cultures à celle des plantes qui peuvent croître et mûrir à partir de l'époque, quelquefois très avancée, où le terrain est suffisamment desséché, et jusqu'à celle où il est trop sec.

Les blés semés en automne dans ces terres jaunissent, leur racine se pourrit en partie, et ne pousse au printemps que

quelques fibrilles échappées à cette macération ; la terre se soulève par la gelée, et en été toute humidité manque aux plantes ; les arbres y viennent mal, faute de profondeur. Ces terres ne peuvent donc donner quelque espoir de récolte d'hiver qu'au moyen de billons relevés qui accumulent le sol sur certaines lignes, y maintiennent les racines des plantes au-dessus du niveau de l'humidité excessive, et facilitent l'écoulement des eaux. Malgré ces précautions, le nombre des années pluvieuses où l'humidité de l'hiver surmonte ces obstacles, combiné avec celui des années où la sécheresse de l'été est précoce, est assez grand pour rendre une telle culture très chanceuse.

Nous ne reproduirons pas ici ce qui a été si bien dit par M. Mathieu de Dombasle[1] sur les labours en billons en général ; dans le cas particulier qui nous occupe, celui des terres sèches en été et humides en hiver, on voit qu'il y a double chance d'insuccès, et qu'elles ne peuvent jouir ni des avantages spéciaux des terres humides, ni de ceux des terres sèches; que dès qu'elles ont le défaut bien constaté de retenir en hiver 0,23 d'eau à 0^m,30 de profondeur, et d'en avoir moins de 0,10 en été, les plantes y souffrent également, quelle que soit la composition du sol, et celle-ci n'entre plus dans la question que pour le plus ou moins de facilité des travaux qui doivent se faire dans la saison sèche.

Pour évaluer ces terres, il importe de constater d'abord si leurs fâcheuses qualités tiennent à des obstacles tellement insurmontables qu'il ne soit pas possible de les vaincre. Car il est quelquefois moins difficile qu'il ne le semble d'arroser ces terres en été, et de les dessécher en hiver. Nous avons vu les affaires les plus lucratives résulter d'achats de terrains pareils que l'on transformait ensuite en excellents sols. Si de telles ressources ne sont pas possibles, nous croyons que l'on obtiendra la valeur approximative en faisant le calcul comme pour

(1) *Annales de Roville*, t. III, p. 121 et suiv.

les terres sèches, et en réduisant la valeur de la moitié, relativement aux terres sèches de même nature. Ainsi, si, au lieu d'être seulement humide, le terrain était inondé en hiver, la valeur se réduirait encore, puisque la culture devrait se borner aux légumes de printemps, et que, même au moyen de billons, on ne pourrait plus y cultiver des céréales.

CHAPITRE VI.

Des terres humides.

Les terres constamment humides peuvent avoir une valeur assez considérable si le fonds en est calcaire, que par conséquent les eaux qui y séjournent ne soient pas acides et puissent nourrir des roseaux (*arundo phragmites*), au lieu de typhas et de carex.

C'est dans nos étangs du midi, dans les pays surtout où le fourrage est rare, que l'on a compris combien cette nature de terrain consacrée aux roseaux devenait précieuse. Le roseau employé comme litière et même comme fourrage, coupé avant la maturité des graines, y rend les plus grands services. En outre, à cause de son usage en couverture sur les blés semés dans les terrains salins, sur les terrains secs et sur les terrains tourbeux, on en consomme des quantités énormes.

Toute la question de l'appréciation de la valeur du fermage de ces terres humides consiste dans l'éloignement où se trouvent les roseaux des lieux où se consomment leurs produits, et dans les difficultés du transport.

Au centre des pays cultivés, quand les transports sont faciles et quand les distances à parcourir sont de quelques kilomètres seulement, les terrains bien garnis de roseaux s'affermeut à raison de 33 francs l'hectare. On trouvera la

valeur de ceux qui sont éloignés en faisant la défalcation des frais nécessaires pour arriver aux centres de consommation.

Si les terrains n'ont pas un degré extrême d'humidité, on peut y faire des oseraies ; s'il était possible de les inonder une partie de l'année, ils pourraient devenir des rizières et prendre ainsi une très haute valeur. Nous parlerons en détail de ces spécialités en traitant des cultures.

CHAPITRE VII.

Valeur comparée des terres selon leur degré d'humidité.

Pour arriver à une comparaison complète de la valeur des terres selon leur degré d'humidité, il faudrait avoir recueilli une longue suite d'observations indiquant pour un assez grand nombre de terrains les rapports de cette humidité et de leurs produits.

Ces valeurs varieraient encore selon que l'on comparerait entre eux les résultats obtenus de récoltes hivernales, estivales et annuelles. Ainsi une terre, fraîche au printemps et sèche en été, pourra être très favorable aux récoltes céréales, et au contraire les autres végétaux qui prolongent leur vie jusqu'en automne y souffriront de la sécheresse de l'été et y donneront des produits inférieurs. Il y a une belle et longue étude à faire pour obtenir des résultats exacts applicables aux diverses circonstances; plusieurs vies y suffiraient à peine. M. Chevandier, jeune savant, qui dirige avec habileté l'exploitation de belles forêts dans les Vosges, et qui le premier a mis en pratique l'irrigation des arbres sur une grande échelle, vient de nous donner un premier essai de ce que le zèle et le talent peuvent tenter [1]. Exami-

(1) *Recherches de l'influence de l'eau sur la végétation des forêts*, 1844. On en trouve un extrait dans les *Comptes rendus*, t. XIX, p. 169.

nant la production du bois de sapin sur des terrains fangeux, secs, ou arrosés par les eaux de pluie qui s'écoulent des pentes que l'on avait disposées pour les conduire dans les massifs, ou enfin arrosés par l'infiltration des ruisseaux, il a trouvé les résultats suivants :

	Produit annuel en bois par arbre.	Valeur[1].	Age moyen des sapins.
	kilogr.	fr.	ans.
Terrains fangeux.	1,84	0,042	101,88
Terrains secs.	3,43	0,080	71,57
Terrains arrosés par les eaux de la pluie	8,25	0,192	74,45
Terrains arrosés par les eaux courantes.	11,57	0,269	99,45

En comparant les récoltes de blé dans les terrains arrosés et les terrains secs[2], nous avons trouvé que les premiers produisaient 10 kilog. de blé pour 100 kilog. de fumier, et les seconds $3^k,4$ de blé pour la même quantité d'engrais. Les produits des premiers sont donc à ceux des seconds comme 1 : 0,34; mais les produits en bois des sapins dans les terrains arrosés et secs sont comme 11,57 : 3,43, ou comme 1 : 0,29. Qui ne voit apparaître dans la concordance de ces deux nombres une expression très approchée de la valeur comparée des terres dans ces deux situations? C'est aussi dans la même proportion de 1 à un tiers que l'on trouve les produits des prairies sèches et arrosées traités de la même manière sous le rapport des engrais. Tous les végétaux ne profitent pas au même degré du bénéfice de l'eau, tous n'évaporent pas dans la même proportion; mais ces faits rapprochés doivent faire entrevoir qu'il ne serait pas impossible d'arriver à des résultats très intéressants, si des observateurs exacts venaient à s'en occuper. En attendant, nous admettons entre les terrains frais et les terrains

(1) A 7 fr. le stère de 300 kilogr., comme le compte M. Chevandier.

(2) *Mémoire sur les engrais*, Soc. centr. d'agriculture, 1842; et plus loin, 9e partie, chap. XIII, p. 651 et 669 de ce volume.

secs de même nature le rapport de 1 à 0,33 que nous donnent les comparaisons que nous venons de faire.

CHAPITRE VIII.

Valeur des sols selon leur profondeur.

Quand le sol meuble n'existe pas, quand il ne présente qu'une couche de rochers compactes ou de graviers non mélangés de terre, on peut dire que sa valeur agricole est nulle. Elle augmente à mesure que la profondeur du sol augmente aussi et dans une proportion que Thaër a cru pouvoir assigner (§ 747), en disant qu'elle s'accroît de 3 p. 100 pour chaque centimètre en sus de $0^m,16$, et jusqu'à $0^m,27$, et qu'elle diminue proportionnellement de la même manière quand la profondeur est moindre de $0^m,16$. Le pays où nous avons cultivé admettant des cultures plus profondes que celles où le célèbre agriculteur prussien a écrit, nous avons observé que l'accroissement de valeur continue encore à partir de $0^m,27$ jusqu'à $0^m,50$ et dans une proportion que nous pouvons fixer à 2 p. 100.

Mais aussi il est évident que la diminution de valeur doit suivre une progression bien plus grande que celle qu'indique Thaër, de $0^m,16$ à 0, puisqu'alors la valeur est nulle. Nous croyons pouvoir la supposer comme il suit pour chaque centimètre :

De $0^m,16$ à $0^m,12$, ...	5 p. 100
De $0^m,12$ à 0.	8 p. 100

Soit donc un terrain de $0^m,16$ de profondeur et ayant une valeur de 1,000 fr. l'hectare.

Un terrain voisin de même composition, ayant $0^m,50$ de profondeur, vaudra :

Le prix du terrain de 16 centimètres			1,000 fr.
Plus, pour la profondeur de 16 à 27, à 3 p. 100.		330	790
— — de 27 à 50, à 2 p. 100.		460	
Total.			1,790

Un terrain semblable, n'ayant que $0^m,05$ de profondeur, vaudra :

Le prix du terrain de 16 centimètres			1,000 fr.
Moins, pour la profondeur de 16 à 12, à 5 p. 100		200	760
— — de 12 à 5, à 8 p. 100		560	
Reste.			240

Il est sensible, en effet, que ce dernier terrain ne peut donner qu'un maigre pâturage, entièrement sec dès le printemps, tel que celui que l'on trouve dans la plaine de la Crau en Provence; tandis que le premier terrain verra croître la luzerne, la garance, les mûriers et les vignes. La profondeur du sol est donc un des éléments les plus nécessaires à considérer quand on veut apprécier sa valeur.

CHAPITRE IX.

Compensation des divers éléments d'appréciation

SECTION I. — *Terres dans la période céréale.*

Nous ne croyons pas que le temps soit encore arrivé où l'on pourra assigner la valeur d'un terrain d'une manière absolue. Trop d'éléments doivent concourir à cette détermination, éléments de nature très diverse, moraux, politiques, géographiques, commerciaux et agricoles, pour que l'on puisse entrevoir la solution complète d'une telle question. Efforçons-nous cependant de montrer la voie par laquelle on pourra parvenir à une certaine approximation, surtout en s'aidant de points de comparaison et ne cherchant qu'une solution relative.

Nous appellerons valeur naturelle d'un terrain celle qui ré-

sulte des seules forces de la nature. Ainsi, le produit d'une prairie, celui d'un pâturage, celui d'une forêt, sont des valeurs naturelles. M. Liebig annonce que le produit naturel d'une prairie non fumée en Allemagne est d'un demi-kilogr. par mètre carré (1,250 kil. par arpent de 2,500 mètres)[1], ou 50 quint. métriques par hectare; cette récolte, multipliée par la valeur d'un quintal de foin, serait le produit naturel de la prairie, et en le multipliant par 100 et le divisant par le taux de l'intérêt dans le pays, on aurait la valeur de l'hectare de prairie.

Mais à part les terrains placés dans des conditions spéciales qui les rendront propres à la production des herbages ou qui doivent les faire réserver pour celle des bois, la masse des terres ne peut développer de facultés réellement productives que par la production de végétaux qui exigent l'ameublissement du sol; dès lors les frais de culture entrent en déduction des produits naturels, et nous avons une seconde espèce de valeur du sol, c'est la valeur de culture; nous faisons encore ici abstraction des engrais.

Pour les terres qui sont dans la période céréale, cette valeur résulte de celle des produits naturels N, moins le prix des cultures O. Nous avons pour la valeur nette des produits V=N—O. Mais ces produits naturels peuvent être eux-mêmes améliorés par la culture seule, si l'on peut introduire certaines plantes qui exigent de la profondeur, et nous savons que cette profondeur est un élément qui agit puissamment sur la valeur du terrain, soit en l'accroissant, soit en la diminuant, d'une certaine quantité que nous appellerons H. Enfin le sol peut posséder des engrais naturels ou de vieux engrais F mis en réserve dans les pores des terreaux ou des argiles, et qu'il faut aussi apprécier. Il est donc bien évident que la valeur définitive d'un terrain nous sera donnée par cette formule

(1) Voir *Lettres sur la chimie*, p. 269, et pour l'étendue de l'arpent, *Chimie agricole*, p. 62.

$V = N - O \pm H + F$. Il ne faut plus que trouver le moyen de déterminer les différents éléments de la formule N, O, H, F.

Pour obtenir N, nous choisirons dans chaque pays le produit qui est le plus habituellement cultivé sans engrais ; nous chercherons à déterminer les récoltes que l'on en obtient dans les deux compositions extrêmes du terrain, le terrain argileux et le terrain sablonneux et quartzeux, et pour une longue continuité de la même culture.

Appelons A le nombre de centièmes d'argile que renferme le terrain, P l'augmentation de produit pour chaque centième de cette substance, nous aurons $N = P \times A$. Ainsi, dans le midi, le produit naturel cultural des terres à blé étant une augmentation de 1 fr. 90 pour deux ans et pour chaque centième d'argile, la formule y devient $N = 1$ fr. $90 \times A$.

La valeur O de l'ouvrage, fait en deux ans, pour obtenir ce produit, est donnée en appelant G la valeur d'une journée de bête de travail, et T la ténacité du terrain, et en supposant que l'on se serve de bons instruments, par la formule $O = 11\ G + 22\ G \times \frac{T}{2}$. Dans les situations agricoles du midi, la journée de bête de travail est de 2 fr., et nous l'avons identifiée avec la journée du valet de ferme qui a le même prix. La formule se réduira donc à celle-ci : $O = 22 + 44 \times \frac{T}{2} =$. Nous n'aurons plus qu'à appliquer à la formule générale la modification exigée par la profondeur, et que nous avons appelée H, et enfin celle qu'indique la quantité d'azote trouvée dans le sol par l'analyse.

Soit donc un terrain ayant 0,70 d'argile et $3^k,5$ de ténacité, situé dans le midi de la France. Nous avons pour la valeur de $N = 1,90 \times 70 = 133$ [1], et pour celle de $O = 22 + 44 \times \frac{3,5}{2} = 99$, donc $V = 133 - 99 = 34$ fr. C'est la valeur du produit

(1) Voir ci-dessus p. 395 et 396.

cultural, et au taux d'intérêt de 3 p. 100, la valeur du fonds est de 1,133 fr. l'hectare.

Soit un autre terrain dans la même position géographique qui possède seulement 30 d'argile et ait $0^k,8$ de tenacité, nous aurons $N = 1,90 \times 30 = 57$, et $O = 22 + 44 \times \frac{0,8}{2} = 39,60$, donc $V = 60 - 39,60 = 17$ fr. 40; la valeur du fonds à 3 p. 100 est de 580 fr.

Supposons maintenant que le premier sol n'ait que 16 centimètres de profondeur, et que le second en ait 40, la valeur du premier ne change pas; celle du second augmentant de 2 p. 100 par chaque centimètre de 16 à 40, ou 48 p. 100, donne une augmentation de 323 fr. 20 c. par an; la valeur de 580 fr. deviendra donc celle de 903 fr. 20 c.

Supposons enfin que l'analyse nous présentât 0,000083 d'azote, qui supposerait une quantité de 400 kil. d'azote pour l'hectare jusqu'à 0,40 de profondeur, si l'on avait pris sur toute la profondeur du sol l'échantillon moyen de la terre analysée et pesant 1,200 kil. le mètre cube; cet azote, ayant une valeur de 664 fr., porterait la valeur de cette terre à 1,567 fr. 20 c.

M. Moll, dans sa classification des terrains (v. page 257) a cherché aussi à les apprécier, et pour y parvenir il a eu recours à l'évaluation des frais de culture et des produits d'un assolement donné; c'était spécialiser la question plus que nous ne devions le faire ici; ses résultats ont été les suivants :

	Produit net en kilogr. de froment.
1° Terre à luzerne de 1re classe.	983 à 1030
2° Terre à trèfle de 1re classe.	757 à 780
3° Terre à luzerne de 2e classe.	546 à 585
4° Terre à sainfoin de 1re classe	390 à 429
5° Terre à trèfle de 2e classe.	273 à 312
6° Terre à luzerne de 3e classe.	203 à 234
7° Terre à trèfle blanc de 1re classe . . .	156 à 179
8° Terre à sainfoin de 2e classe.	125 à 148
9° Terre à trèfle blanc de 2e classe. . . .	62 à 86

Nous reconnaissons dans les développements que M. Moll a donnés la grande expérience de l'auteur, sa méthode n'est autre que celle que nous avons exposée plus haut sous le nom de *Méthode historique;* nous avons été curieux de comparer ses résultats avec ceux de la méthode générale et nécessairement plus ou moins approximative que nous venons de décrire.

Nous supposons, d'après ses données, que cette terre contienne 60 d'argile, 20 de carbonate de chaux, 5 de terreau et 5 de silice; sa tenacité sera de 3 kilogr., la profondeur de son sol de 1 mètre. Nous aurons : $N = 1,9 \times 65 = 123,5$; $O = 22 + 44 \times \frac{3}{2} = 88$; $V = 123 - 88 = 35$ fr. Nous aurons pour la profondeur de 16 centimètres à 27, ou 11 centimètres à 3 p. 100, et de 27 à 50, ou 23 centimètres à 2 p. 100, en tout 79 p. 100, ce qui nous donne pour 35 fr. une addition de 27 fr. 65 c.; le terrain vaudra donc alors 62 fr. 65 c. L'azote contenu dans le terrain nous est aussi donné par M. Moll; il fume avec 18,750 kil. de fumier qui renferment 75 kilogr. d'azote, capables de donner seulement 10,5 hectol. de blé, consommant les deux tiers de l'azote du fumier. Or, il récolte sur cette fumure 26 hectol. de blé dont 15,7 hectol., provenant de la fertilité du sol, qui est alors de $101^{k},10$ d'azote [1] valant 167 fr. 84 c. qui, ajoutés aux 62 fr. 65 c., nous donnent un total de 230 fr. 49 c. qui, selon nous, serait la valeur de la rente de l'hectare soumis à une rotation régulière. M. Moll trouve 193 fr. 50 c.

Mais il y a bien une autre différence : M. Moll n'estimait 700 kilogr. de fumier qu'à 35 litres de blé ou à 7 fr. (en supposant le blé à 20 fr. l'hectol.), ou à 1 fr. les 100 kilogr., au lieu de 1 fr. 30 c., que nous avons adopté pour prix normal, ce qui, pour une différence de 30 c. par 100 kil. sur 17,500

(1) Nous supposons toujours que le blé ne s'empare que des deux tiers de l'azote dans une première récolte.

kilogr. de fumier qui constituent la fumure qu'il accorde, nous donne un excédant de 52 fr. 50 c. à déduire de son estimation. Par cet exemple, il est aisé de comprendre comment la fixation de chaque article des frais dépendant de données différentes selon les circonstances locales, il est très difficile de se rencontrer parfaitement, et comment des formules plus générales, qui font abstraction de la plupart de ces détails en les comprenant dans un chiffre total, cachent des compensations qui les rendent quelquefois plus exactes que des évaluations plus étudiées, mais plus particulières.

Section II. — *Terres dans les périodes commerciale et jardinière.*

La puissance d'absorption et de conservation des substances fécondantes par les terres est d'une très grande importance dans les périodes céréales et celles qui leur sont antérieures. En effet, la quantité d'engrais artificiel dont on dispose alors est peu considérable et dans un rapport assez peu élevé, en comparaison de celui fourni par l'atmosphère. De plus, les plantes cultivées occupent la terre pendant d'assez longues périodes, et, par exemple, le blé semé en automne, mais ne se développant qu'au printemps et ne mûrissant qu'en été, doit pouvoir recueillir peu à peu, selon les besoins de son développement, les parties d'engrais qui lui sont nécessaires, et en attendant qu'il s'en serve, il faut que cet engrais soit mis en réserve et conservé à l'abri des causes qui pourraient produire sa dispersion. Et comme le blé n'absorbe même pas tous ces engrais dans une seule récolte, il faut que cette conservation puisse se prolonger, même pendant plusieurs années. C'est ainsi que la puissance de l'engrais se reconnaît, même à la quatrième année, dans des terres suffisamment argileuses. Ces deux motifs de puissance accordée aux terres qui retien-

nent l'engrais, ou n'existent qu'à un degré beaucoup moindre, ou n'existent chacun que séparément, quand nous passons aux plantes appropriées aux périodes commerciale et jardinière. En effet, on emploie dans ces périodes des quantités d'engrais considérables par rapport à l'engrais atmosphérique, et celui-ci devient une partie aliquote très faible et moins digne de considération par rapport à lui. En second lieu, un certain nombre de ces plantes (chanvre, lin, pavot, etc.) restent peu de temps en terre, soutirent rapidement la dose de fertilité qui leur est nécessaire et qui ne doit pas être retenue trop fortement par le sol ; les récoltes s'y succèdent dans la même année de manière à épuiser le terrain aussi complétement que possible. Ainsi la qualité conservatrice de l'engrais, qui joue un si grand rôle dans les périodes précédentes, perd de son importance et descend à un degré bien inférieur dans la période commerciale, et plus encore dans la période jardinière, où les produits épuisants se succèdent avec plus de rapidité encore. Cette qualité peut même devenir un défaut, et nous voyons en effet les terrains légers et frais acquérir alors une valeur très supérieure à celle des terrains forts. Ce n'est pas seulement parce qu'ils laissent l'engrais libre et prêt à entrer immédiatement dans la végétation qu'ils obtiennent ainsi une préférence incontestable, il y a encore un motif plus puissant et que nous devons développer.

Les cultures industrielles exigent ou des labours profonds, ou des labours fréquents, ou les uns et les autres. Dans tous les cas, ces travaux sont d'autant plus faciles que la terre est plus légère ; si elle est argileuse, quoiqu'elle soit fraîche intérieurement, le soleil en durcit la surface et en rend la culture plus coûteuse, et comme ils ont lieu pendant la chaleur progressive du printemps, et quelquefois en été, les frais accroissent les chances de l'obstacle opposé par ce durcissement. On peut donc affirmer qu'à égalité de fraîcheur intérieure, la valeur des

terres des périodes supérieures de culture est en raison inverse de leur tenacité.

Mais comme les terres légères sont en même temps celles qui retiennent le moins d'humidité, et que les cultures de printemps et d'été ne peuvent s'en passer, l'humidité intérieure du sol provenant de sa constitution devient un élément des plus indispensables de l'évaluation de ces terrains. Nous avons donc recherché dans une série de terrains soumis à la culture de la garance et d'une égale tenacité ($0^k,8$) l'échelle de leur fraîcheur comparée à l'estimation que l'on en faisait, et nous avons trouvé cette loi très nette, que leur valeur était en raison décroissante de la profondeur où, au mois d'août, huit jours après une pluie, se rencontrait la proportion d'au moins 0,10 d'eau sur 100 de terre.

	Profondeur de l'humidité. mèt.	Valeur estimative en francs par hectare.	Différence par centimètre de profondeur.
1er terrain.	0,16	6,500 fr.	62 fr. 50
2e terrain.	0,24	6,000	54 55
3e terrain.	0,35	5,400	75 »
4e terrain.	0,43	4,800	47 »
5e terrain.	0,60	4,000	65 »
6e terrain.	1,00	1,400	
		Moyenne.	60 80

On voit la valeur décroître lentement de 16 à 35 centimètres, puis très rapidement de 35 à 43, reprendre une marche plus lente de 43 à 60, et enfin une marche plus pressée de $0^m,60$ à 1 mètre; et la moyenne nous donne 60 fr. 80 c. de réduction de valeur pour chaque centimètre d'approfondissement de l'humidité, ou 0,009 environ de celle que possède une terre qui conserve sa fraîcheur à $0^m,16$ de profondeur.

La valeur normale de 4,000 fr. pour la terre n° 5 ne serait pas une base générale pour tous les genres de culture; il s'agissait ici de la culture de garance.

Il faudra donc chercher une nouvelle base, que nous appel-

lerons B, pour chaque pays et chaque genre de culture, et qui consistera à comparer des terres de même qualité, les unes sèches et les autres conservant de la fraîcheur (0,10 d'humidité), à une certaine profondeur, et diviser la différence de valeur par 1 mètre moins le nombre de centimètres où l'on trouve la fraîcheur la plus élevée.

Si, d'après ces données, nous supposons que la tenacité, égale à zéro, ne nous donne en travaux que 22 fr., comme nous l'avons indiqué plus haut, et que la base choisie B pour la valeur de la terre sèche soit égale, dans notre cas, à $1400 + (22 + 44 \times \frac{0,8}{2}) = 1439$ fr. 60 c.[1], nous aurons, à $0^m,16$ de fraîcheur et en supposant $1^k,1$ de tenacité, $1439,60 + 60,80 \times 84 - (22 + 44 \times \frac{1,1}{2}) = 6500$ fr. 60 c.

Si, à moins de $0^m,60$, on rencontrait une couche de terre ayant plus de 0,22 d'eau, le terrain serait humide et cesserait probablement de convenir à un grand nombre de cultures industrielles. Il y en a quelques-unes, le chanvre entre autres, qui s'accommodent de ces terrains, pourvu que l'humidité extrême ne remonte pas plus près de la surface. Nous n'avons pas eu occasion d'étudier ces genres de terrains sous le point de vue de leur évaluation.

CHAPITRE X.

Des circonstances qui affectent la valeur des terres.

Dans les chapitres qui précèdent, on a vu que nous avons toujours assigné aux terrains des valeurs relatives, et jamais

(1) D'après les formules de la page 409.

des valeurs absolues. Nous avons toujours pris pour terme de comparaison, pour module, une terre d'une valeur déjà connue, et c'est de celle-ci que nous avons déduit la valeur des autres. Nous ferons voir plus loin les raisons qui empèchent d'avoir un module universel, perpétuel ; pour le moment, nous nous bornerons à montrer dans quelles limites et sous quelles modifications nos applications demeurent exactes.

En choisissant des caractères qui embrassent toutes les propriétés principales des terres et les sources de leur fertilité, nous avons écarté de grandes causes d'erreur ; si, par exemple, nous avions cherché à apprécier séparément les modifications qu'apportaient à la valeur du sol sa profondeur, la nature de son sous-sol, sa composition, et la pluviosité du climat, sa nébulosité, sa ventilation, il est probable qu'outre l'incomplet des éléments d'une pareille recherche, nous aurions trouvé de telles complications dans leurs réactions réciproques, que tout calcul serait devenu impossible. Au lieu de cela, en partant du résultat complexe de ces éléments divers, de la sécheresse et de l'humidité du terrain, nous avons simplifié à la fois et les recherches de la théorie et l'usage qu'en fera la pratique. Nous avons agi de même pour les autres bases de notre appréciation.

Mais ce ne sont pas seulement les qualités de la terre considérée en elle-même qui constituent sa valeur, il existe encore une foule de circonstances extérieures qui agissent avec une grande puissance ; nous en signalerons spécialement quatre : 1° le mode et l'activité de la culture ; 2° la richesse locale ; 3° la répartition de la population ; 4° l'éloignement des terres des habitations et des marchés. Sans entrer dans tous les détails que comportent de tels sujets, qui appartiennent à l'économie politique, nous nous bornerons, dans les sections suivantes, à faire ressortir leurs effets sur la valeur des terrains.

SECTION I. — *Activité de la culture.*

Un jour, notre digne et excellent confrère, M. Huzard, consulté sur la convenance d'acheter une terre dans certain canton de la France, répondit : « Prenez garde, vous ne tirerez pas de cette terre ce qu'elle paraît valoir : je connais les hommes de ce pays ; ils manquent d'activité, les élèves des écoles vétérinaires qui en viennent ne frappent pas dur sur l'enclume. » Quelle juste et fine appréciation ! là où les bras de l'homme sont énervés, soit par la débilité physique provenant d'un mauvais régime, ou par de longues habitudes de paresse ; là où ils ne frappent pas dur sur l'enclume, la valeur des terres se ressentira de leur mollesse. Il y a longtemps que nos pères l'ont dit : « Tant vaut l'homme, tant vaut la terre. »

Cette activité de l'homme rejaillit sur la culture et elle se traduit par le capital employé, mais il faut se garder de croire que la rente soit toujours proportionnelle à ce capital; cela n'est vrai que jusqu'à un certain point, comme nous allons le voir. Supposons une terre négligée qui, avec 80 fr. par hectare de frais de culture, produise 120 fr. de produit brut, la rente sera de 40 fr.; on met ce terrain en meilleur état, on extirpe les mauvaises herbes, on approfondit les labours, on marne, on fume, les frais de culture s'élèvent à 200 fr., le terrain rapporte 360 fr., la rente est de 160 fr. On ne se borne pas là : on porte les frais à 300 fr., les produits bruts sont de 500 fr., la rente est de 200 fr. Voilà ce qui aura lieu dans le développement progressif de l'industrie agricole de tout un pays, et remarquons que dans ces différents cas le rapport de la rente au capital employé se trouve comme 50, 80, 66. Il est d'abord évident que la rente n'est pas proportionnelle au capital de culture, mais qu'il y a un certain maximum que l'on peut atteindre, et jusqu'où les efforts du cultivateur sont secondés

par la fécondité de la terre et par la force d'absorption des plantes; jusqu'alors, pour chaque franc déboursé par la culture, il semble que le sol rende deux francs; mais quand on dépasse cette limite; quand, par l'activité de la culture et le choix des plantes cultivées, toute l'action du sol sur l'engrais a été mise en mouvement, il n'y a plus de produit dépendant directement de cette action; tout accroissement résulte d'une addition de l'engrais lui-même, et ne fait qu'en rembourser la valeur; arrivé à ce point culminant, le produit brut peut s'accroître, mais le produit net s'arrête, toutes les dépenses excédantes ne sont plus qu'un placement de capitaux qui doit rentrer en entier au fermier, au même taux et au même titre que pour toute autre espèce d'industrie. Le fermier peut s'enrichir, mais la rente reste stationnaire comme le produit net.

Il est donc très avantageux pour les propriétaires d'atteindre ce maximum (et combien ils en sont loin presque partout!); il leur est indifférent qu'il soit dépassé.

Dans l'évaluation des terrains, prendra-t-on pour type, pour module ce point de perfection? mais il n'est pas le même pour tous les terrains, pour tous les climats; mais peut-être l'état de la civilisation s'oppose à ce qu'il puisse être atteint de longtemps. A quelle époque les terres de la Nouvelle-Zélande, celles du Texas seront-elles cultivées avec la riche activité de celles de Flandre? A quel point s'arrête la série croissante de la rente aux Antilles? A quel taux des frais de culture doit-on se borner pour les sables de Provence et pour ceux de la Prusse? Nous ne pourrons répondre de longtemps à toutes ces questions. On ne peut donc espérer de faire des évaluations exactes qu'en se réglant sur l'état des terres et sur l'emploi des capitaux fait dans le pays même dont on veut évaluer le sol. Nous sommes donc ramenés ici à la nécessité des types locaux, et à celle de ne faire que des évaluations comparatives, à l'exclusion des évaluations absolues qui n'auraient aucun résultat pratique.

On ne doit pas même étendre trop loin le cercle de ces comparaisons. D'une commune à l'autre, que dis-je, d'une section de commune à l'autre, les procédés de culture diffèrent quelquefois. Ainsi, ils sont ordinairement plus parfaits, plus soignés, plus actifs autour du centre des habitations. Là on consacre plus de travail, plus d'engrais aux terres qui semblent fertilisées, comme disent les habitants, par la fumée de la ville, mais qui le sont en réalité par l'œil et le bras du maître [1]. C'est donc autant que possible dans des situations analogues que l'on prendra des types de comparaison.

Section II. — *Richesse locale.*

La richesse immobilière d'un pays n'agit pas toujours de la même manière sur la valeur des terres. Les capitalistes se saisissent bien, dans tous les cas, des terrains voisins des villes pour les transformer en parcs et en jardins, mais ils affectionnent ceux qui sont dans la position la plus agréable, qui ont la plus belle vue, le meilleur air; ce n'est pas à la nature et aux produits du sol que s'adressent leurs préférences, mais à certaines qualités extérieures, indépendantes de la valeur agricole. Ces besoins satisfaits, le reste des terres demeure sous d'autres influences. Tant que l'intérêt de l'argent est élevé au-dessus de celui que procurent les terres, il est consacré aux spéculations commerciales et industrielles; mais dès qu'il tombe au même niveau, dès que son abondance le rend d'un placement difficile dans l'industrie, alors la valeur des terres augmente dans un rayon plus ou moins étendu, proportionné à la masse des capitaux disponibles, et les sommes employées à cet achat tendent à la diminuer en faisant remonter l'intérêt de l'argent.

On peut faire deux objections à cette théorie, que nous

(1) Il ne faut pas méconnaître cependant que l'atmosphère des villes paraît avoir un effet fertilisant réel sur les terres qui sont soumises à son influence.

croyons l'exacte représentation des faits. Ainsi l'on nous dira d'abord que l'argent employé en achats de terre ne fait que changer de mains, qu'il ne diminue pas la masse des capitaux, et que par conséquent il ne peut avoir aucun effet sur le taux de l'intérêt. L'effet que nous avons signalé tient à une distinction importante que l'on a négligée ; c'est celle qui existe entre la grande et la petite circulation. Ceux qui vendent leurs terres ne les vendent pas généralement pour placer l'argent qu'ils en retirent, mais pour se libérer de leurs dettes. Cet argent, qui dans les mains du capitaliste acheteur circulait sur la place, est dispersé dans un grand nombre de mains qui arrêtent ou ralentissent sa circulation, qui l'emploient à solder des comptes de diverses natures, et lui font faire un circuit, pendant lequel il se trouve soustrait au mouvement des capitaux disponibles. Les acheteurs eux-mêmes ne manquent pas de consacrer des sommes considérables en réparations et améliorations, et les jettent ainsi dans la petite circulation qui paie le maçon, le manouvrier, d'où l'argent va au boulanger, du boulanger au marchand de farine, au meunier, au propriétaire, et reste quelquefois un an entier hors du cercle de la grande circulation, où seulement il est disponible pour les emprunteurs. Il y a donc chômage d'assez grandes sommes quand les capitaux sont employés en achats de terre, chômage accru encore par les formalités, les délais de purge hypothécaire, etc., chômage qui est d'autant plus long et plus obligé que l'organisation financière d'un pays est moins avancée, et ce chômage ne manque pas de réagir sur l'intérêt des capitaux. Et qu'on ne croie pas que cet effet a lieu dans de petites proportions ; chaque année, en France, il se fait pour 12 à 1500 millions de vente à titre onéreux, qui, par les modes de paiements et les autres inconvénients que nous avons signalés, dans un pays où l'argent circule avec difficulté, doivent occasionner une augmentation sensible de l'intérêt.

La seconde difficulté consiste à nier qu'il soit nécessaire que l'argent descende au taux du produit net des terres pour qu'il y ait tendance à réaliser les capitaux en achats de biens territoriaux. Supposons l'argent dans le commerce à 4 p. 100, on achètera peut-être des terres à 2 et demi, et on ne taxe pas d'absurdité et d'ignorance ceux qui feront cet échange de placement. On restera persuadé qu'ils ont calculé le taux de l'assurance de l'argent placé chez les banquiers, et qu'ils ont bien vu qu'il s'élevait à 1 et demi par an. En effet, quand l'intérêt s'élève sur la place, non parce que les affaires deviennent plus brillantes et plus nombreuses, mais à cause de leur difficulté qui les rend plus chanceuses et fait resserrer les fonds, ne voit-on pas les ventes de terres devenir plus nombreuses et se faire à des prix plus élevés? La tendance à acheter, la valeur que l'on attribue aux terres est donc en raison des risques que courent les capitaux placés dans l'industrie; la différence qui existe entre la rente des terres que l'on achète et l'intérêt des fonds placés dans le commerce n'est donc que la prime d'assurance de ces derniers.

Nous conclurons donc que les terres augmentent de valeur toutes les fois que les capitaux excèdent les besoins du commerce, et que l'intérêt des capitaux mobiliers se rapproche toujours de celui des capitaux immobiliers, augmenté de la prime d'assurance qui représente l'état de sécurité relatif de ces deux placements; que cet état de choses dépend de certaines circonstances qui ne peuvent être prévues *à priori*, que par conséquent il ne peut y avoir de module de la valeur des terres fixé à l'avance, et qu'il faut en choisir un pour chaque époque, dans les faits accomplis à l'instant même pour lequel on opère.

SECTION III. — *Richesse de la population agricole.*

Si l'abondance des capitaux des villes a une influence aussi

marquée sur la valeur de la propriété rurale, celle qu'exerce l'aisance des agriculteurs eux-mêmes est encore plus considérable dans les pays où les terres sont librement commerçables. Jamais cet effet n'a été plus marqué qu'il ne l'est en France depuis la révolution de 1789. Avant ce temps, les paysans étaient propriétaires dans le sud-est de la France et cherchaient à étendre leurs propriétés ; mais depuis lors cette tendance s'est manifestée au loin, et rien n'indique que les succès de ces compagnies de commerce de biens-fonds, que l'on a désignées sous le nom de *bandes noires*, soient prompts à s'arrêter. Ces compagnies, en vendant en détail les domaines qu'elles ont achetés en gros, ont fait faire des miracles de travail et d'économie aux paysans qui prennent des engagements considérables avec elles, et qui parviennent tous les jours à les remplir. Nous savons tout ce que l'on peut dire en politique et en économie sur cette vaste opération ; mais nous laissons ces discussions pour un autre moment, et nous nous bornerons à constater ses effets sur la valeur des terres.

Quand un fermier ou manouvrier se trouve dans des circonstances telles qu'il peut réaliser des économies sur le prix de son travail, ce qui lui manque pour que ces petites sommes lui profitent, c'est un placement dans lequel il ait confiance. Une armoire fermant bien, une cachette bien secrète, tels ont été pendant longtemps les dépositaires de son petit trésor ; et, dans le mystère dont il environnait sa propriété, l'exemple du progrès de sa fortune était perdu pour ses pareils. Le plus grand nombre, moins prévoyant, dissipait des économies à peine formées, pour de prétendus besoins ou pour des satisfactions d'amour-propre et de vanité. Les caisses d'épargne sont la véritable solution de la difficulté ; espérons que leurs bienfaits ne se renfermeront pas toujours dans les villes : déjà ils se font sentir sur les classes agricoles qui les habitent, et si les administrateurs de ces caisses placées dans des centres de cul-

ture créaient des bureaux dans les communes rurales, si le clergé prenait à cœur les vrais intérêts de ses ouailles, s'il voulait devenir l'intermédiaire entre les caisses d'épargne et les villageois, s'il se faisait le promoteur de cette bienfaisante institution, il leur rendrait le plus grand service en travaillant efficacement à les éloigner des vices qu'ils contractent par la fréquentation des cabarets, cafés et billards [1].

Quand les habitants économes des campagnes sont parvenus à rassembler un certain capital, ils ne peuvent en suivre le mouvement à leur gré sur la place; il leur reste donc deux moyens de l'employer, ou en augmentant leur capital de cheptel et de culture, ou dans l'achat d'une propriété. Le premier moyen n'est pas à l'usage des métayers, qui verraient leurs propriétaires entrer en partage de leurs mises de fonds; les fermiers ne sont pas assez sûrs de la continuation de leurs baux pour changer leur mode de culture; reste donc l'achat des terres. En devenant propriétaires ou en augmentant leur propriété, ils satisfont à la fois leur intérêt et leur vanité. Ils achètent presque toujours pour des sommes supérieures à celles qu'ils possèdent, mais on leur donne du temps, et alors, par des efforts de travail, d'industrie, d'économie, ils parviennent à se créer cette petite fortune qu'ils n'auraient jamais su acquérir sans le puissant aiguillon du créancier, prêt à les dépouiller de cette propriété qui fait leur gloire et leur bonheur. Voilà comment la propriété se divise et comment cette division devient à la fois la source de la fortune du paysan et la grande école de cette agriculture qui donne des produits immédiatement réalisables.

Les qualités propres à cette école sont sensibles : 1° elle sollicite à mettre en activité les plus forts capitaux possibles; or,

(1) Un de nos évêques les plus respectables, et qui concevait tout le bien que pouvait faire son intervention, s'y est refusé avec regret, à cause des *intérêts* que portaient les sommes placées et qui étaient contraires à ses principes !

le seul capital qui reste au paysan, après avoir payé les premiers à-comptes de son acquisition, ce sont ses bras. La terre reçoit alors des cultures profondes, soignées, qui doivent suppléer à l'engrais, en allant chercher dans le sein de la terre tous les principes de fertilité qui y sont cachés, en la pulvérisant, en exposant à fréquentes reprises ses particules à l'action de l'atmosphère; 2° elle se préoccupera surtout de la culture du froment et de celle des végétaux de commerce, qui, les uns et les autres, se réalisent promptement en argent; sous ce rapport, elle vient en aide à l'industrie manufacturière, elle donne une vive impulsion au commerce intérieur des denrées, elle crée dans le pays des besoins d'activité, des rapports d'action qui pourront plus tard prendre une autre direction.

Ses défauts ne sont pas moins visibles : 1° la fécondité de la terre résultant de deux éléments, le travail et les engrais, si l'on excède dans l'un ou l'autre, on n'obtient que des résultats temporaires; si c'est le travail qui surabonde, il arrive un moment où les sucs mis en réserve dans le sein de la terre sont épuisés; si ce sont les engrais, la tenacité du sol, son peu de profondeur, l'abondance des mauvaises herbes annulent leurs effets. Or, dans cette culture exigeante, talonnée par le créancier, l'équilibre est rompu entre ces deux puissances, le travail doit suppléer à tout; 2° l'argent manque pour acheter du bétail, le temps manque pour faire croître des herbages qui le nourriraient et dont il faudrait attendre les rentrées. Il s'agit de trouver dans les produits du sol et dans un temps donné non-seulement l'intérêt, mais une partie du capital de sa valeur. La durée des journées de travail n'a plus de limite pour le cultivateur qui s'est enchaîné à cette galère; il travaille le jour, il travaille la nuit, soutenu qu'il est dans cette carrière laborieuse par la perspective de devenir enfin propriétaire de ce terrain. Ainsi plus de culture qui ne produise pas dans l'an-

née même l'argent qui est nécessaire pour solder le terme échu ; le lin, le colza, la garance, le blé, se succèdent sans interruption. Plus tard, quand on aura payé, ne sera-t-on pas à temps de réparer les pertes du terrain, ou plutôt ne se fait-on pas illusion? Ne se figure-t-on pas que ces produits s'éterniseront sous le même système de culture? L'expérience est déjà venue : déjà les mines de garance sans engrais sont épuisées en beaucoup de lieux, et bientôt la nécessité amènera un grand changement dans le système agricole. Il faudra en venir à adopter une forte proportion de récoltes fourragères; mais alors le prix d'achat des terres sera liquidé en partie, et ne sera-t-il pas vrai de dire que l'introduction d'un bon assolement aura été provoquée par la culture forcée qui l'a précédé, par le réveil de l'industrie agricole, amenant les cultivateurs, sous peine de déchoir, à une culture qui multiplie les engrais, et que le trésor trouvé dans la terre par le travail, le désir de l'y voir s'y renouveler aura été le véhicule de cet important progrès?

Que l'on se figure maintenant toute cette population animée d'une telle ambition, et arrivant aux enchères des terres que l'on met en vente en détail ; qui ne conçoit la vive concurrence qui va se déclarer, la surenchère qui en sera le résultat, et enfin l'augmentation du prix des terres, non-seulement de celles qui sont en vente, mais, par contre-coup, de toutes celles qui restent encore indivises et dont on a appris à connaître la véritable valeur?

Cet accroissement de prix est dans chaque pays en raison directe de l'étendue des terres à vendre et du nombre d'habitants qui s'empressent de les acquérir. Il est immense dans les vallées resserrées, où la population s'est accrue par l'exercice de l'industrie manufacturière ; il est moins considérable dans les plaines où le nombre des habitants est moins grand en proportion de la surface. L'art des *bandes noires* est de ne pas

multiplier coup sur coup les ventes, de les proportionner aux facultés et au nombre des enchérisseurs, et, le nombre de ces compagnies étant assez limité, elles se sont partagé le territoire, ayant soin de ne pas empiéter les unes sur les autres, pour se conserver un prix de monopole.

La progression de valeur des terres vendues en parcelles continuera tant que la grande culture n'aura pas trouvé le secret de faire produire aux terres un revenu net égal à celui des parcelles. Mais ici se présente une autre difficulté : à mesure que la masse des cultivateurs devient propriétaire, le nombre des manouvriers à la journée diminue, et le prix de leur travail augmente. Par contre-coup, il devient toujours plus difficile de conserver de grandes exploitations sous la grande culture. La lutte n'est pas égale entre un petit propriétaire qui cultive son champ sans se rendre compte du prix de son travail ni du nombre d'heures de sa durée, qui y met cette ardeur que l'on voit aux tâcherons, et le riche propriétaire qui paie un travailleur à la journée, à l'année, travailleur qui se trouve souvent être de ceux qui, à cause de leur faiblesse ou de leur inconduite, n'ont pas su inspirer assez de confiance pour devenir propriétaires. Ainsi, il y a à la fois réduction dans le nombre des ouvriers, réduction dans la quantité du travail, et cependant augmentation du prix de ce travail; il faut donc chercher le moyen d'en réduire l'emploi, ou vendre des propriétés onéreuses. Le premier moyen existe; il est connu d'un petit nombre d'agriculteurs qui ont réfléchi sur leur position; nous le développerons dans le cours de cet ouvrage.

SECTION IV. — *Influence de la population.*

Tous les éléments qui constituent le mouvement social réagissent les uns sur les autres; la richesse de la population

amène à son tour son accroissement, et cet accroissement est aussi un signe visible de l'accroissement de valeur des terrains. Mais il faut surtout considérer la population agricole et ne pas la confondre avec celle des villes. Sans doute les terrains placés immédiatement autour des grandes villes acquièrent une grande valeur parce qu'ils sont convertis en maisons de plaisance ou en jardins maraîchers; mais si, en dehors de la sphère d'activité, on retrouve le désert ou une population agricole dispersée dans des manoirs éloignés les uns des autres, si la grande ville manufacturière attire à elle toutes les forces agissantes de la population rurale, on peut être certain que, loin d'accroître la valeur des terres, elle la diminue. Nous ne pouvons ici que nous réunir à l'opinion d'un de nos plus judicieux agriculteurs, M. Rieffel, en adoptant la base qu'il propose pour l'appréciation des terres relatives à la population.

« Rien de plus favorable à l'amélioration du sol, dit-il, [1] que sa division entre une population très nombreuse, uniformément répartie ; ainsi l'agglomération des grandes villes est une cause de la dépréciation du sol, aussi bien que les industries exclusives qui paient de forts salaires et éloignent les hommes des travaux champêtres, tandis que les bourgades et les hameaux rapprochés, dans chacun desquels certaines industries libres, par métiers isolés, peuvent employer les moments perdus par les pluies et les intempéries, sont une circonstance des plus favorables et qui double surtout la valeur du sol, ou, pour mieux dire, le produit du travail des hommes qui se partagent ainsi entre la production et l'industrie..... Les pays les plus peuplés, agricolement, peuvent seuls perfectionner la culture et les produits, hâter, atteindre et devancer la période commerciale, et passer de celle-ci à la période jardinière. Il importe donc peu qu'un propriétaire vendeur vous affirme et vous prouve que ses terres peuvent porter du lin ramé, du tabac,

(1) *Agriculture de l'ouest*, t. II, p. 326.

de la garance, etc.; je ne donnerais pas un sou de plus de ses terres si le manque de population dressée aux manipulations de ces cultures ne me permet pas de les adopter avec profit.

« Il est très remarquable de voir que partout, à peu près, le produit net du sol soit en progression croissante avec la population, mais beaucoup plus rapide; ainsi en comparant au département des Basses-Alpes les départements:

1° du Nord, où la population est 7 fois plus considérable, on trouve que		le produit est 15 fois plus	
2° du Rhône	6	6	élevé.
3° de la Seine-Inférieure. . .	5,5	11	
4° du Bas-Rhin.	5,5	7	
5° du Haut-Rhin.	5	6	
Population.	29 f. plus considér.,	prod. 45 fois.	

« D'après ces données, je crois pouvoir établir cet ordre d'influence de la population sur le produit net, et partant sur la valeur du sol, en supposant ici comme toujours toutes les autres circonstances de climat, de région, de fertilité absolument semblables: quand la population serait de une âme par

		EXEMPLES:
50 à 100 ares, la valeur serait	100	Nord, Seine-Infér., Bas-Rhin.
100 à 150.	50	Somme, S.-et Oise, Lot, Vaucl.
150 à 200.	30	Finistère, Sarthe, Loire, Gard.
200 à 280.	25	Meuse, Doubs, Hérault.
300 à 350.	14	Indre, Lozère, Pyrénées-Or.
500 à 600.	7	Basses-Alpes. »

Ces chiffres ne sont vrais que considérés en grand, car on trouverait dans chacun de ces départements des vallées, des cantons, où la population serait aussi pressée que dans les départements les mieux peuplés et où les terres seraient aussi chères. C'est donc sur la population moyenne et agricole d'une circonscription qu'il faut porter ses regards pour admettre la réalité des chiffres proposés par M. Rieffel. Mais il est vrai de dire que si l'on considère les produits d'une contrée tout

entière, dont la population n'est que de 1 habitant par 5 à 600 ares, la valeur des terres n'y sera probablement pas au delà des sept centièmes de celle de pays peuplés de 1 habitant par 50 à 100 ares.

Il faut aussi faire avec l'auteur la réserve de l'influence du climat qui balance et renverse quelquefois cette proportion; ainsi les terres de Vaucluse valent autant, à égale fertilité, que celles du Nord, quoique la population y soit moindre, parce que le premier département appartient à la région de l'olivier, et parce qu'aussi sa population est plus agricole et moins manufacturière que celle du Nord.

SECTION V. — *Distance des marchés; état des communications.*

La distance où une terre se trouve des lieux où l'on doit faire de fréquents charrois, des marchés où l'on vend les denrées, de ceux où l'on achète les engrais, des minières où l'on va chercher la marne, des fours où l'on cuit la chaux, est aussi une cause qui a une grande influence sur la valeur d'une terre. Le bon ou le mauvais état des communications n'est pas moins important à considérer, et nous en avons donné le détail plus haut, en traitant de la méthode historique.

Quelquefois, l'éloignement et l'état des chemins sont tels que toute agriculture qui nécessite des transports devient impossible. Nous connaissons bien des positions en Corse et en Sicile qui sont dans ce cas; mais nous ne pouvons pas en citer d'exemple plus frappant que celui que nous donne Ramon de la Sagra dans son excellente histoire économique de l'île de Cuba [1]. « Un grand obstacle aux progrès de l'agriculture dans cette île, dit-il, vient de la rareté des chemins et du mauvais état de ceux qui existent. Beaucoup de propriétaires sont obligés de renoncer aux riches cultures et de se borner à celles des

(1) En espagnol, p. 85.

vignes, du maïs et des autres vivres consommés sur place, parce que les frais de transport augmentent le prix de leurs produits de telle sorte qu'il est impossible de les vendre au marché. Ces frais paraissent incroyables en Europe; une caisse de sucre qui vaut, prix moyen, 100 francs, coûte au propriétaire de la vallée de Güines jusqu'à la Havane, trajet de 48 kilomètres, la somme de 20 francs, et 25 francs dans la saison des pluies, c'est-à-dire 20 et 25 p. 100 de sa valeur. Une pipe d'eau-de-vie distribuée en barils, dont le prix est de 75 francs, coûte 50 francs de voiture, ou 67 p. 100; le café, à la distance de 44 kilomètres, coûte 12 p. 100 de frais de transport, etc. Quelques produits volumineux et de peu de valeur coûtent plus qu'ils ne valent, comme la mélasse, qui paie 300 p. 100 de sa valeur. »

De tels exemples font comprendre combien, dans l'évaluation des terres, il importe de ne pas négliger l'état des communications; ils montrent toute la grandeur du bienfait de l'établissement des chemins praticables en toute saison. Nous avons vu cependant des cultivateurs faire entendre des murmures contre les dépenses que l'on exigeait d'eux pour les construire, et tel d'entre eux se remboursait en une seule semaine des journées de prestation qu'il avait faites pour leur établissement. Nous avons vu un chemin vicinal fait avec soin et dans des pays coupés, valoir aux habitants, chaque année, en économie de transport, le capital qu'il avait coûté. Nous avons vu un propriétaire lutter six ans entiers contre l'expropriation d'un coin de terre dont on lui offrait trois fois la valeur et qui devait amener à sa porte une route départementale au moyen de laquelle il a pu retrancher la moitié de ses bêtes de transport, tant il est vrai que l'ignorance est le plus grand ennemi de nos intérêts.

Nous pourrions multiplier les différents points de vue dont nous venons de nous occuper, qui influent sur la valeur des

terres; nous pourrions rechercher les effets de la fréquence des grêles, des inondations et des autres fléaux naturels sur les appréciations. Nous pourrions aussi, avec Thaër, faire envisager comme une cause défavorable la position d'un territoire sur une frontière qui est exposée à devenir le théâtre de la guerre; insister sur ce que l'esprit processif des habitants apporte de dommages à la valeur du sol; ces points de vue ne peuvent être niés quand il s'agit d'une estimation absolue; mais nous n'avons pas pensé qu'elle fût possible, nous avons toujours pensé que l'on ne pouvait évaluer les terres que relativement à une valeur connue, et dès lors il est bien entendu que l'on doit choisir l'étalon dont on se sert dans les conditions les plus semblables possible avec la terre à apprécier.

CHAPITRE XI.

Des circonstances qui affectent les produits de la valeur des terres.

Nous avons vu dans le chapitre précédent que nous ne pouvions établir une valeur absolue des terres, et qu'elle changeait selon les lieux. Nous allons rechercher maintenant si cette valeur est plus constante selon les temps, ou, en d'autres termes, quelles sont les variations que la valeur d'une même terre éprouve d'un siècle à l'autre. Il est bien aisé de voir, d'après ce que nous avons dit, que les changements dans la richesse du pays, dans sa population, dans ses voies de communication, dans son mode de culture, amènent aussi des changements corrélatifs dans la valeur. Le prix des denrées change aussi; en partant du treizième siècle jusqu'à nous, les choses qui sont du superflu de la vie, dit Dupré de Saint-Maur[1], comme les amandes, les figues, les raisins, ont monté

(1) *Essai sur les monnaies*, p. 37.

de 1 à 16; les choses qui sont d'un plus grand usage, mais qui ne sont pas d'une nécessité indispensable, comme les bœufs, les moutons, etc., ont monté de 1 à 18; les choses absolument nécessaires à la vie, que tout le monde consomme, comme le blé et les grains, ont monté de 1 à 20. Mais les denrées exotiques ont singulièrement baissé de prix : ainsi le sucre se vendait 20 sous la livre en 1595, quoique la valeur de l'argent fût beaucoup plus grande qu'aujourd'hui; la livre de poivre coûtait un quart du prix d'un setier de froment; la livre de cannelle valait, en 1313, la moitié du prix d'un setier de froment.

A mesure que les pâturages se sont défrichés et que l'on a consacré plus de terrain à la culture des céréales, le rapport du foin à celui du blé s'est aussi élevé; la plus grande circulation sur les routes a contribué à cet effet, en augmentant la consommation des fourrages. Il n'y a donc rien de fixe dans le rapport des valeurs des choses. Bientôt les prairies auront un avantage qu'elles perdront plus tard. Des droits de douanes, des droits d'octroi sur les vins sont autant d'atteintes portées à la rente des vignobles, et par conséquent à leur valeur capitale. Le changement de nourriture des habitants d'un pays change aussi ces rapports. En Lombardie, où le peuple se nourrit principalement de maïs, sa valeur relativement au blé est plus forte, et dans les années où le maïs ne réussit pas, il se paie quelquefois plus cher que le blé[1].

Au milieu de cette variation perpétuelle des prix relatifs des choses, on chercherait en vain une base stable qui servît de point de repère pour les comparer dans les différents temps. On vient de voir que le blé lui-même n'en est pas une, et que s'il l'était pour les pays où il fait une partie essentielle de la nourriture, il ne le serait plus pour ceux où il n'est que d'un

(1) Bürger, *Agriculture du royaume Lombard-Vénitien*, traduction française, p. 54.

usage secondaire; l'argent, que l'on a cru longtemps être la mesure invariable des valeurs, donna un démenti frappant à ceux qui lui attribuaient cette qualité après la découverte de l'Amérique. Rien n'est donc plus difficile que de mesurer à travers les siècles les accroissements ou les dépréciations qu'ont subis les terres.

Après avoir cherché un terme de comparaison qui pût nous donner cette mesure et qui fût d'une application agricole, nous croyons en avoir trouvé une beaucoup plus fixe que toutes les autres dans le travail des ouvriers qui cultivent la terre; profession qui n'exige pas d'apprentissage coûteux. Nous n'entendons pas par là le prix vénal de la journée, mais le prix d'un mètre cube de déblai. Le manouvrier dans chaque pays, hors de circonstances extraordinaires, reçoit exactement pour son salaire et celui de sa famille ce qui lui est nécessaire pour sa nourriture et son entretien; mais cet entretien est proportionné à la force et à l'activité de l'ouvrier, et son travail effectif représente partout son salaire. C'est donc un prix à peu près constant que celui du déblai d'un mètre de terre, et ce serait celui que l'on pourrait prendre le moins arbitrairement pour module de la valeur. Il nous donnerait le moyen de trouver la valeur de la qualité de terre la plus inférieure mise en culture : 1° s'il y avait partout des terres d'une qualité assez inférieure pour ne produire que l'entretien de l'ouvrier et de sa famille; 2° si dans chaque exploitation plusieurs qualités de terres n'étaient pas mêlées, de sorte qu'avec des terres produisant plus que l'entretien de l'ouvrier, il ne s'en trouvait pas qui, cultivées abusivement, produisissent moins que cet entretien. Il est donc rarement possible de prendre pour base les terres de qualité inférieure, quoique leur valeur en général ne dépende que de ces seuls éléments, le prix de l'entretien de l'ouvrier et l'étendue et l'intensité de sa culture. Il serait encore plus difficile d'établir ce module sur des terres de qualité supérieure, plu-

sieurs de celles-ci rendant un revenu élevé et demandant peu de travail : telles sont les bonnes prairies, les terres d'alluvion légères. Tout ceci achève de confirmer ce que nous avons dit, que le moyen le plus simple, le plus sûr d'évaluer les terres de qualités différentes, consiste à prendre pour type un terrain qui se trouve sous l'empire des mêmes circonstances extérieures, et dont la rente soit bien déterminée.

HUITIÈME PARTIE

DES AMENDEMENTS.

INTRODUCTION.

Nous avons cherché jusqu'ici à connaître les terrains agricoles en eux-mêmes, à déterminer leurs qualités et leurs défauts; nous avons cherché à traduire en nombres leurs propriétés physiques et leurs propriétés agricoles. Nous ne nous sommes pas borné là; après avoir fait cet examen analytique, nous avons voulu déterminer les conditions qui constituaient les meilleurs sols agricoles et les rapports de valeur qu'ils acquièrent par la possession ou la privation de ces conditions. Ces recherches nous ont conduit à définir un sol parfait, bon, médiocre, mauvais. Cette étude préliminaire d'un des instruments de l'art agricole n'était pas encore de l'agriculture proprement dite, qui met en œuvre ces instruments; c'était, comme nous l'avons dit dans l'introduction, une science nécessaire pour bien commencer l'étude de la science principale.

Après avoir reconnu ce qui manque aux terres pour être aussi propres que possible à l'agriculture, il semble qu'il ne reste plus qu'à rechercher les moyens par lesquels on peut remédier à leurs défauts, et rapprocher chacune d'elles de l'état de perfection que nous avons indiqué. Ce sujet découle directement de celui que nous avons traité jusqu'ici, il en est le corollaire immédiat et tient aux mêmes principes. C'est le complément naturel de l'agrologie. Mais l'ordre logique que nous nous sommes prescrit exige que nous nous bornions à décrire ici les amendements et les engrais en eux-mêmes, réservant pour l'agriculture proprement dite l'application, la

mise en œuvre de ces ressources qui viennent compléter la terre qui sera le théâtre des travaux agricoles. On se rappellera ce que nous avons dit sur l'acquisition, la préparation, la valeur relative et absolue des amendements et des engrais, quand nous décrirons la préparation des terres pour la culture.

Nous avons vu, dans la septième partie de l'agrologie, ce qui constitue une terre parfaite, et nous avons dit combien il est rare d'en trouver. Les terres s'éloignent de cet état de perfection, ou par leurs propriétés physiques, ou par leurs principes constitutifs. Si elles ont trop ou trop peu d'humidité, de ténacité, de coloration, et si elles manquent de principes azotés, charbonneux, alcalins, on peut rechercher les moyens de les compléter sous ces différents rapports. Ce que nous avons à faire en ce moment, c'est l'étude de ces *compléments* des propriétés physiques, de ces *compléments* des principes composants. Ce sont deux grandes classes de moyens auxquels nous donnons les noms d'*amendement* et d'alimentation végétale.

Les auteurs qui nous ont précédé, égarés, à ce que nous croyons, par le mot d'*engrais*, qui semble indiquer une matière organique et le plus souvent azotée, ont répugné à appliquer ce nom aux substances minérales. Ils ont exclu ces dernières de leurs engrais, et ont cru devoir créer pour elles une nouvelle classe à laquelle ils ont donné le nom de *stimulants*. Ils ont donc eu des amendements, des stimulants et des engrais; ces deux dernières divisions comprennent la classe que nous désignons sous le nom d'*aliments végétaux*. Ils ont été aussi conduits à cette division par une théorie que nous ne croyons pas exacte, et qui fait consister l'alimentation des végétaux uniquement dans l'assimilation du carbone, de l'oxygène, de l'hydrogène et de l'azote. Dans la neuvième partie de l'agrologie, nous discuterons cette opinion, et nous montrerons que si la vie végétale peut exister par cette seule assimilation, elle reste imparfaite et ne prend son développement

complet, tel que le demande l'agriculture, que par l'intervention de substances minérales.

Mais dans ce moment nous n'avons à nous occuper que des amendements; or, les amendements ne s'adressent qu'aux propriétés physiques du sol ; ils ont pour but de modifier ces propriétés au profit de la culture.

La marche que nous suivrons en parlant des amendements est toute tracée par ce que nous avons dit en commençant notre septième partie, et en traçant l'idéal d'une terre parfaite. La fraîcheur, alliée à une faible tenacité, tel a été pour nous ce type dont il fallait chercher à se rapprocher. Quant aux terres décidément sèches, nous avons vu qu'il y avait un équilibre à chercher entre les avantages de la conservation des engrais et de l'humidité pour les terres fortes et la facilité de travail des terres légères. Le but des amendements est donc de ramener les terres à un de ces deux types. Ainsi augmenter l'humidité des terres sèches, diminuer celle des terres humides, augmenter la tenacité des terres légères, diminuer celle des terres fortes, c'est sur ces quatre points que roule ce que nous aurons à dire sur les amendements. Il y a en outre à considérer les moyens d'accroître la surface des terres rocheuses et caillouteuses par l'enlèvement des roches et des cailloux qui en occupent une partie, et les moyens de rendre dans certains cas les terrains plus aptes à absorber la chaleur et la lumière.

CHAPITRE I.

Moyens d'augmenter l'humidité du sol.

Quand un terrain conserve moins de 0,10 de son poids d'humidité en été, à $0^m,30$ de profondeur, nous avons dit que la végétation y souffre, et que le nombre des plantes que l'on peut y cultiver est nécessairement limité par l'arrivée trop précoce

de l'époque d'une maturation forcée. Cette sécheresse provient ou du défaut de pluie dans cette saison, ou de la trop grande profondeur du réservoir intérieur des eaux, ou d'un sous-sol imperméable qui s'oppose à ce que cette humidité intérieure ne remonte à la surface par l'effet de la capillarité. Ainsi, suppléer à toutes ces causes de sécheresse par l'irrigation, détruire l'obstacle opposé à la communication du sol avec le réservoir des eaux, tels sont les deux moyens qui se présentent pour combattre ces fâcheuses dispositions du terrain.

CHAPITRE II.

Des irrigations.

SECTION I. — *Qualité des eaux.*

La qualité des eaux que l'on emploie à l'irrigation est loin d'être indifférente. Les paysans les moins instruits savent que certaines eaux ne produisent aucun effet fécondant, que d'autres paraissent au contraire stériliser les terres, tandis que l'on en trouve qui semblent porter la fécondité sur les champs qu'elles arrosent. Les premières sont généralement des eaux peu aérées et peu oxygénées qui s'emparent de l'oxygène du sol et des plantes; les secondes sont des eaux qui contiennent en notable quantité des carbonates ou des sulfates de chaux ou de fer, car les carbonates, en perdant à l'air une partie de leur acide carbonique, se précipitent, encroûtent les plantes et ferment les pores de la terre, et les sulfates de fer en trop grande abondance sont de véritables poisons pour les plantes. Quant aux eaux fertilisantes, ce sont des eaux aérées, contenant des sels de potasse, de soude ou d'ammoniaque, des matières organiques ou de l'acide carbonique en dissolution. Il est donc bien essentiel de s'assurer de la nature des eaux

avant d'entreprendre de les dériver ou de les élever pour l'irrigation. On pourrait quelquefois avoir à se repentir des dépenses que l'on aurait faites pour se les procurer.

Les eaux surchargées de sulfate de fer se décèlent par leur goût astringent et métallique. Nous ne nous en occuperons plus.

Pour déterminer la quantité d'air contenue dans l'eau, on remplit de cette eau un ballon auquel on adapte un tube recourbé plein d'eau bouillie, et on engage le bout du tube sous une cloche à mercure. On fait bouillir doucement; quand il cesse de passer des bulles d'air, on s'arrête. On mesure le gaz obtenu; on fait les réductions selon la pression et la température, comme on l'a indiqué à l'analyse de l'azote, dans la première partie. L'eau complétement aérée dissout un trente-sixième de son volume d'air. Cet air est plus oxygéné que l'air atmosphérique. On trouve dans les eaux moyennement aérées deux litres d'air par cent litres d'eau. Mais au-dessous de cette quantité, et surtout si on est loin de l'atteindre, on doit regarder l'eau comme peu favorable à la végétation; les eaux de puits, dont l'eau est stagnante, sont souvent dans ce cas, ainsi que les eaux de neige fondue. M. Boussingault attribue au défaut d'aération de ces dernières la production des goîtres dont sont affectées les populations qui s'en abreuvent. La végétation n'en éprouve pas de meilleurs effets.

On peut s'assurer si une partie de l'air obtenu ne contient pas d'acide carbonique en en prenant une portion dans une éprouvette, et l'agitant avec de l'eau de potasse; ce qui manquera à son volume après cette agitation sera de l'acide carbonique. Les eaux chargées d'acide carbonique sont légèrement acides; le goût peut, dans ce cas, suppléer à l'analyse.

En portant l'eau à l'ébullition dans un vase ouvert, on force le gaz acide carbonique excédant à abandonner les matières terreuses. Celles-ci se précipitent au fond du vase. On constate ainsi la présence ou l'absence des sels carbonatés.

Le chlorure de baryum détermine dans les eaux contenant des sulfates un précipité de sulfate de baryte. Les eaux gypseuses, que le vulgaire appelle des eaux crues, sont mauvaises pour la boisson, et aussi pour la végétation, quand le gypse ou sulfate de chaux s'y trouve en quantité suffisante pour former un précipité susceptible d'être pesé.

Le nitrate d'argent, en déterminant dans l'eau la formation de flocons blancs, annonce des hydrochlorates ou chlorures. Le goût avertit s'ils sont assez abondants pour être nuisibles à la végétation.

Après l'ébullition, les eaux chargées de carbonate de potasse ou de soude verdissent le sirop de violette.

Si l'on met de l'eau dans une cloche recourbée et un papier de tournesol à son entrée, on s'aperçoit de la présence de gaz ammoniacaux si le papier bleuit quand on chauffe la cloche.

Une solution d'acétate acide de plomb ou de nitrate de plomb donne un précipité noir si l'eau contient des hydrosulfates. Les émanations de gaz hydrogène carboné paraissent être nuisibles aux plantes, soit qu'elles les atteignent à l'état gazeux ou dissoutes dans l'eau. D'un autre côté, l'hydrosulfate d'ammoniaque paraît avoir agi favorablement sur les plantes.

L'acétate de plomb précipite aussi les matières organiques contenues dans l'eau, et qui sont si utiles à la végétation.

On doit toujours se défier d'une eau dans laquelle le savon se dissout mal, ou dans laquelle une solution alcoolique de savon se précipite en flocons. C'est le caractère des eaux crues et mal aérées. Les légumes, cuits dans de pareilles eaux comme dans les eaux gypseuses, restent durs à moins qu'on ne les aiguise avec un sel alcalin (carbonate de soude).

L'analyse des matières tenues en suspension dans l'eau n'est pas moins essentielle. Après les avoir laissées se déposer, on décantera, et l'on procédera comme nous l'avons indiqué dans la première partie pour les terres. En rapprochant les résultats

obtenus de la composition minérale du terrain à amender, on verra si l'eau lui apporte des principes qui lui manquent, ou s'il lui en apporte d'autres dont il est déjà surabondamment pourvu, et si l'irrigation ne fait ainsi qu'aggraver ses défauts. Il ne faudrait pas cependant pousser trop loin ces conclusions, mais avoir toujours devant les yeux que les défauts d'un terrain sec sont souvent palliés ou détruits quand on peut le maintenir dans son état de fraîcheur.

Section II. — *De l'irrigation.*

L'irrigation se pratique de deux manières : ou en faisant courir l'eau à la surface du terrain, c'est l'irrigation par immersion ; ou en la faisant circuler dans des rigoles ouvertes de distance en distance, de manière à ce que le terrain compris entre les rigoles se pénètre d'eau sans que la surface en soit couverte; l'eau s'infiltre dans la terre, l'abreuve et la pénètre jusqu'au centre de la planche; c'est l'irrigation par infiltration.

L'un et l'autre procédé exigent que l'on dirige les eaux dans un canal principal qui suit une ligne de niveau plus élevée que celle du terrain à arroser. Ainsi, dans le terrain représenté

Fig. 5.

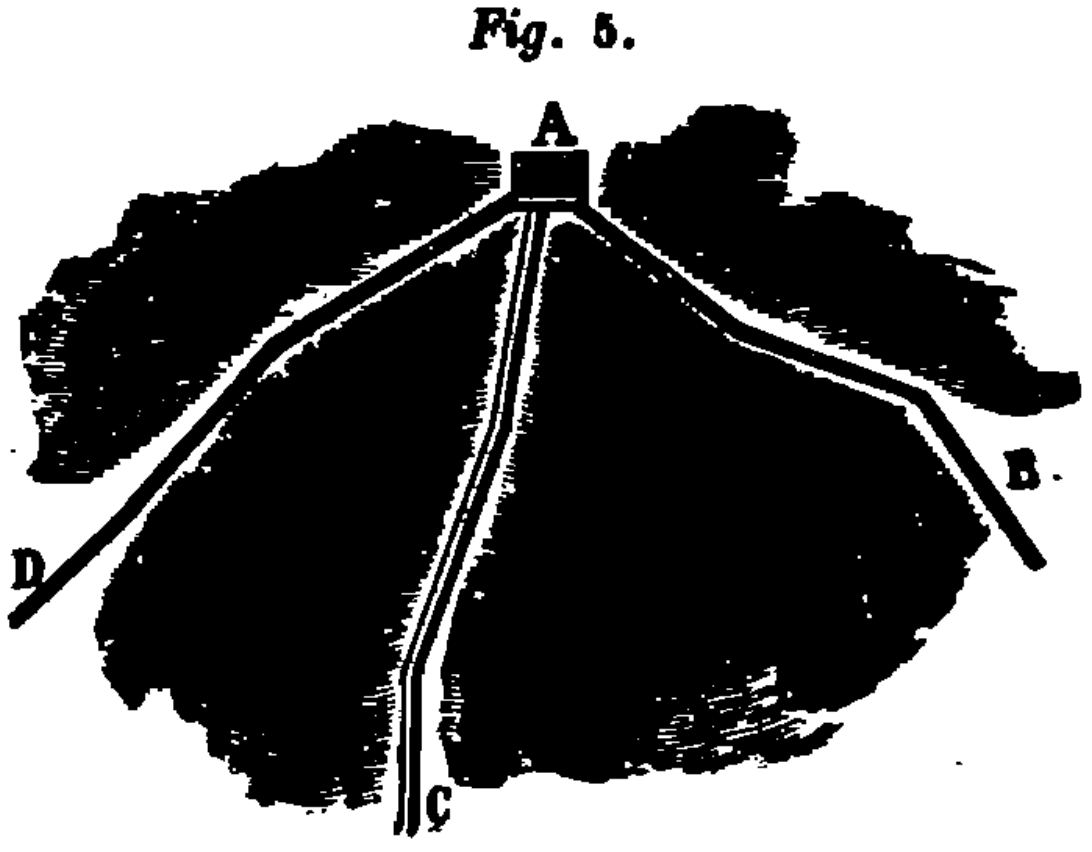


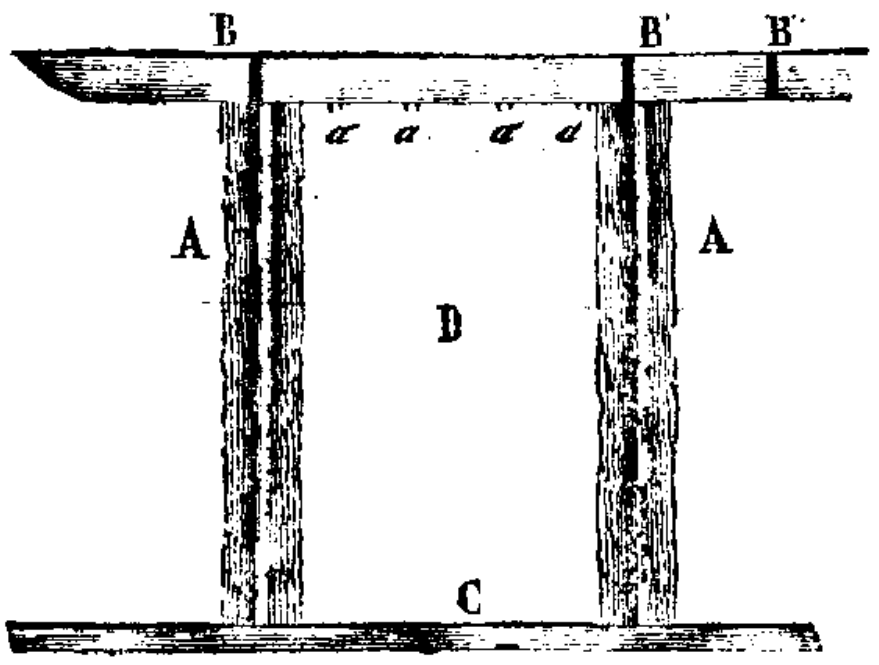
fig. 5, la prise d'eau se trouvant en A, et le terrain présentant

deux vallons et trois crêtes principales, on dirigerait un canal de A à B, un second de A à C, un troisième de A à D; la plus grande quantité d'eau passera par le canal AC qui a deux pentes à arroser, tandis que les deux autres en ont une seule. C'est seulement dans l'hydraulique appliquée à l'agriculture que l'on peut traiter des moyens de régler la quantité d'eau qui doit s'écouler par chaque canal, proportionnellement à la charge d'eau, à la pente et aux dimensions des ouvertures des canaux [1].

Chaque terrain à arroser sera nivelé de manière à former un plan incliné, à partir du canal principal jusqu'à la partie la plus déclive, où devra se trouver un canal d'écoulement propre à recevoir les eaux superflues et à les diriger hors de la propriété.

La surface à arroser sera divisée en planches plus ou moins larges, au moyen de petites digues en dos d'âne de $0^m,60$ à $0^m,80$ d'élévation, qui viendront se rattacher au bord du canal principal. Ces digues prennent le nom de *coussinets* AA. Au point d'attache de chaque coussinet avec le canal, on construit un barrage (*fig.* 6) fermant au moyen d'une planche.

Fig. 6.



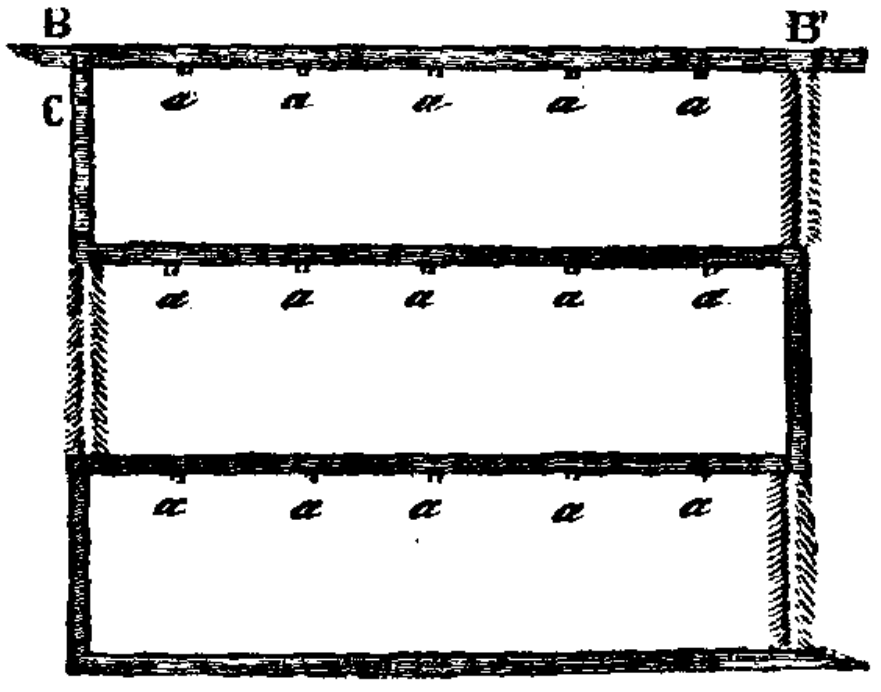
La disposition du terrain est alors celle qu'on représente ici. Quand on veut arroser, on ouvre le barrage supérieur B qui retenait les eaux pour l'arrosement de la planche A, et l'on

(1) Voir l'ouvrage de M. Nadaud de Buffon sur les irrigations, t. II.

tient fermé le barrage B′ pour empêcher que l'eau ne suive la pente du canal; alors on ouvre sur les bords de la digue du canal les petits émissaires *aaa* par lesquels l'eau s'introduit sur la planche D, en couvre la surface, y pénètre, l'eau superflue s'écoulant dans le canal de décharge inférieur C. Quand l'eau est parvenue à la partie inférieure de la planche, on ouvre le barrage B′; et on tient fermé le barrage B″ pour procéder à l'irrigation de la planche suivante.

Si la pente du terrain à arroser était très forte, et que l'on pût craindre que l'eau d'irrigation n'agît torrentiellement sans s'étendre sur la planche, on en réduirait la largeur, on multiplierait les émissaires *a a a* (*fig.* 7), l'on diviserait l'eau du

Fig. 7.



canal de manière à en diminuer le volume, et on la conduirait ainsi divisée aux différents étages du terrain; quand on ouvrirait le barrage, l'eau prendrait la direction du canal en zigzag, et arroserait en peu de temps, au moyen des ouvertures *a a a*, les différentes divisions de la planche, sans se creuser un lit irrégulier dans le terrain. La planche étant arrosée, on ferme le barrage C qui conduit l'eau dans les canaux secondaires, et l'on arrose la planche suivante en ouvrant le barrage B′.

Dans les terrains en pente, il arrive très souvent que l'on ne peut disposer que de l'eau d'une source peu abondante;

alors on laisse couler l'eau fort longtemps entre les deux barrages, et elle se répand en petits filets par les ouvertures sur la surface du pré; ce n'est que quand on s'aperçoit qu'une planche est suffisamment arrosée qu'on ouvre le barrage suivant, en fermant, comme on doit le faire dans tous les cas, les ouvertures *a a a* des planches qui ont reçu assez d'eau.

L'irrigation par infiltration se conduit de la même manière, excepté qu'au lieu des larges planches de la disposition précédente, où elles ne sont bornées que par la quantité d'eau dont on peut disposer, elles doivent l'être par le plus ou moins de perméabilité et de capillarité du sol. L'expérience règle cette largeur mieux que tous les principes que l'on pourrait donner. Chaque planche est bordée latéralement d'une rigole peu profonde tracée avec la houe, et qui tient la place du coussinet de la disposition précédente, les émissaires *a a a* n'existant pas. Quand on a ouvert le barrage B, l'eau s'écoule par la rigole jusqu'au bout de la planche; cette rigole est fermée par son extrémité; il faut donc que l'eau pénètre et s'imbibe dans le terrain à droite et à gauche. La largeur des planches doit être réglée de manière que, quand l'eau est parvenue à l'extrémité de la rigole, elle ait aussi pénétré jusqu'au centre de la planche, vers son entrée et à $0^m,1$ ou $0^m,2$ de profondeur.

Ainsi, dans tous les cas particuliers que l'on peut décrire avec plus ou moins de détails, sans parvenir à les épuiser, toute la théorie des arrosements se réduit à ce petit nombre de principes : 1° diriger un canal principal sur la crête du terrain la plus élevée que le permettra le niveau de l'eau; 2° avoir à la partie la plus déclive de ce même terrain un canal de décharge, où se rendent les eaux excédantes; 3° niveler le terrain à arroser de manière à ce qu'il forme un plan incliné du canal principal au canal de décharge; 4° diviser le terrain en planches plus ou moins larges, suivant la quantité d'eau dont on dispose. Cette largeur doit être telle que toute la longueur de la

planche puisse être arrosée sans temps d'arrêt dans le mouvement de l'eau. Si le volume que débitent les émissaires pratiqués dans le bord du canal était trop faible, l'eau ne marcherait pas, s'infiltrerait dans la terre et s'y perdrait; c'est pour se procurer le volume suffisant que l'on arrête l'eau à chaque planche jusqu'à ce qu'on ait fini de l'arroser; 5° quant aux arrosements par infiltration, la largeur des planches est relative aussi à la porosité du terrain et à sa capillarité; il faut que la planche entière puisse s'imbiber à peu près dans le temps que l'eau met à parcourir et remplir la rigole latérale. L'arrosement à la main par le moyen des arrosoirs n'est propre qu'à l'horticulture, et ne peut être admis dans l'agriculture, si ce n'est quelquefois pour favoriser la reprise de plantes précieuses.

Section III. — *Quantité d'eau nécessaire pour l'irrigation.*

Si nous trouvons de grandes différences dans l'appréciation de la quantité d'eau nécessaire pour l'irrigation d'un hectare de terre, cela tient : 1° à la différence des climats, où l'évaporation a lieu avec plus ou moins de rapidité ; 2° à celle des terrains qui ont aussi une aptitude différente pour retenir l'eau, et à leur profondeur, ou à l'existence de couches imperméables près du sol ; 3° à la nature des cultures auxquelles on accorde les bienfaits de l'irrigation. Ainsi les luzernes se contentent d'un arrosage par chaque coupe; les prairies veulent un arrosage à chaque fois que la terre devient sèche à $0^m,20$ de profondeur; les jardins exigent plus d'eau encore. Ne soyons donc pas surpris si nous voyons les uns exiger seulement 3000 mètres cubes d'eau, les autres, 5000, 9000 et même 10000 mètres cubes pour la totalité des arrosages d'une année. Pour rapprocher ces opinions, il faut distinguer d'abord entre la quantité d'eau nécessaire pour un arrosage, et ensuite celle nécessaire pour l'irrigation de terrains pendant toute l'année, ou autrement la

première de ces quantités multipliée par le nombre des arrosages.

Si le terrain est moyennement filtrant, qu'il soit plané et qu'il ait une légère déclivité; que la terre soit dans un état habituel d'irrigation et ne soit pas trop desséchée; que de plus l'eau débouche sous un volume suffisant pour qu'elle ne soit pas arrêtée par les petits obstacles, mais avance sans interruption du haut en bas de la pièce de terre, on peut fixer à 800 mètres cubes la quantité d'eau nécessaire pour un hectare. On a $0^m,08$ de hauteur sur toute la surface du terrain; cette hauteur se porte à $0^m,1$ où à 1000 mètres cubes si le terrain est sec; s'il est très plat et si l'eau ne surgit pas avec abondance, rencontrant à chaque pas des obstacles qu'elle ne peut franchir, et alors s'infiltrant sans avancer sur la terre, on ne peut fixer la limite à laquelle s'arrêterait la consommation de l'eau.

Quand, au lieu d'arroser par submersion, on arrose par infiltration, si la marche de l'cau dans les rigoles est bien conduite, si celles-ci ont une pente suffisante et que l'eau arrive promptement à leur extrémité, ce mode n'exige pas une plus grande dépense d'eau que celui par submersion.

Maintenant, quel sera le nombre des arrosages nécessaires pour une irrigation complète? Il dépend d'abord du climat qui indique l'époque où la terre cesse d'être fraîche et celle où, par l'effet de pluies d'automne, elle le devient de nouveau. Il dépend ensuite de la texture de la terre, de sa profondeur et de l'inclinaison de ses couches, qui facilitent plus ou moins l'infiltration et l'écoulement des eaux. Dans le climat de la Provence et du Milanais, les arrosages doivent commencer au 1^{er} avril et finir au 30 septembre. Probablement dans le climat de Paris il suffirait de commencer au 20 avril, et de terminer au 10 septembre. D'après les observations rapportées plus haut [1], nous trouvons que les terrains qui possèdent 0,20

(1) Page 380.

de sable ont besoin, dans le premier de ces climats, d'un arrosage tous les quinze jours pour que les prés n'y souffrent pas, et ceux qui ont 0,80 de sable (élément pierreux et premier lot de la lévigation), d'un arrosage tous les trois jours. Ainsi nous voyons que pour chaque centième de sable ajouté, l'intervalle qui sépare les arrosages est diminué de deux dixièmes de jour. Il en résulte donc la nécessité de 12 arrosages pour les terrains qui ont 0,20 de sable ou de 9600 mètres cubes d'eau, et de 36 arrosages ou de 28800 mètres cubes d'eau pour ceux qui ont 0,80 de sable. C'est en comparant la quantité d'eau dont on dispose avec les qualités du sol que l'on pourra juger s'il est possible de le convertir en terrain arrosé; comme aussi en comparant la quantité d'eau nécessaire, le prix de cette eau et le revenu que l'on en attend, on reconnaîtra s'il convient économiquement de se procurer ce genre d'amendement. Le prix de l'eau dépend des moyens employés pour se la procurer, que nous devons aussi examiner rapidement.

Section IV. — *Moyens d'obtenir l'eau.*

L'eau dont on peut disposer se trouve ou à un niveau supérieur à celui du terrain, ou à un niveau inférieur. Si c'est à un niveau supérieur, il ne s'agit que de la conduire à portée du terrain par des canaux d'irrigation; si elle est à un niveau inférieur, il faut, pour s'en servir, l'élever d'abord à un niveau supérieur. Dans l'un et l'autre cas, l'hydraulique fournira les méthodes d'opérer; ici nous ne devons examiner la question que sous le point de vue de la possibilité et de l'économie.

§ I. — Canaux.

Si la prise d'eau pouvait toujours être placée en tête de la propriété, la convenance de se servir uniquement de canaux

pour conduire les eaux ne pourrait être la matière d'un doute; mais trop souvent il en est autrement. Si l'on veut dériver les eaux d'une rivière qui a peu de pente, il faut souvent aller chercher fort loin le niveau supérieur, et alors il y a une grande longueur de canal à creuser. Le calcul des frais qu'entraînerait le canal de dérivation, la possibilité de son exécution, telles sont les premières difficultés à envisager.

Ces difficultés sont encore plus grandes lorsque l'on veut entreprendre seul la dérivation. Pour que l'eau pût être prise au loin, il faudrait que le domaine à arroser fût bien grand; autrement le produit ne balancerait pas les frais. On ne profitera donc réellement des eaux des fleuves qui, par leur peu de pente, exigent que l'on prenne les eaux à de grandes distances, qu'au moyen de compagnies qui exécutent les canaux pour en vendre les eaux. Nous en avons de beaux exemples en Lombardie; la Provence en présente de non moins frappants dans les canaux de Craponne, de Boisjelin, de Crillon et de Donzère; mais les trois premiers ont pris l'eau à une petite distance, favorisés en cela par la pente énorme de la Durance, dont ils ont dérivé les eaux; le dernier a pris les siennes au Rhône, mais à un point où il forme une cataracte, et où la nature avait préparé le barrage qui permettait de les porter sur des terres peu éloignées. Quand on a projeté un canal qui portât les eaux du Rhône dans l'île de Camargue, on a déjà été obligé d'indiquer la prise à Aramon, à 33,000 mètres de la pointe de l'île.

Il est évident qu'une canalisation générale du sol, dans le but de l'irrigation, est maintenant une des entreprises les plus utiles pour la fortune publique et particulière que puisse entreprendre le gouvernement. Bientôt la multiplication des chemins de fer rendra les voies navigables moins nécessaires, et les fleuves couleront presque inutiles sur le sol, si on ne les emploie pas à en doubler la fécondité; cette heureuse découverte aura donc mis enfin à la disposition de l'agriculture une

ressource que la préférence donnée de tout temps aux autres industries lui avait enlevée. L'agriculture semble n'être appelée qu'à recueillir les miettes qui tombent de la table des riches. Un exemple fera voir pourtant qu'elle sait mieux utiliser les eaux que les industries, au profit desquelles on l'en privait.

A Orange, une petite rivière, la Meyne, a été destinée, par d'anciens statuts, à desservir les moulins et les usines pendant six jours de la semaine; seulement, pendant vingt-quatre heures, du samedi soir au dimanche soir, ces eaux sont consacrées à l'irrigation. L'étendue des terrains arrosés par ces eaux est de 258 hectares; si l'on pouvait les employer pendant les six autres jours, on arroserait donc en plus 1,548 hectares, qui, au lieu de 124 fr. par hectare, produiraient 250 fr.; c'est une augmentation de 195,048 fr. de revenu. Ces eaux mettent en mouvement sept usines, dont le revenu moyen n'est pas de 30,000 fr.; voilà les avantages que l'agriculture peut tirer des eaux, mis en parallèle à ceux qu'en retirent les industries auxquelles on l'a sacrifiée. M. Aug. de Gasparin a donc eu raison de le dire, c'est par centaines de millions que les gouvernements doivent compter la perte qui résulte de la masse d'eau qu'ils laissent arriver à la mer sans avoir su en profiter. Au reste, les esprits sont déjà éveillés sur cette grave question, et il faut espérer que, mieux éclairés à l'avenir, nos travaux publics prendront cette noble direction.

§ II. — Réservoirs artificiels.

Quelquefois ce n'est pas d'un fleuve ou d'une rivière qu'il s'agit de diriger les eaux, mais on peut pratiquer dans un vallon fermé par le moyen de digues construites à cet effet un réservoir artificiel pour y réunir les eaux de pluie de l'hiver et du printemps, ou celles qui coulent, dans cette saison, de sources peu abondantes, pour s'en servir pendant l'été. Les Ro-

mains connaissaient ce genre de retenue ; on en voit un exemple près de Saint-Remi, en Provence. Il paraît, d'après les récits des voyageurs, que la Perse en était couverte, et que c'est de leur abolition, suite des guerres et des révolutions, que date la ruine de ce pays. Nos grands canaux sont entretenus par des bassins où l'on retient les eaux courantes et les eaux pluviales à leur point de partage, mais pour un autre usage que celui de l'irrigation. Tel est le bassin de Saint-Ferréol, à la tête du canal du Languedoc, qui a une capacité de près de 7,000,000 mètres cubes, et qui reçoit par jour 87,000 mètres cubes d'eau. L'agriculture n'a pas élevé si haut ses prétentions, et nous ne comptons que des réservoirs artificiels d'une bien moindre étendue. Le plus grand de ceux que cite Carena [1] est celui de Ternevasio, près de Turin, qui occupe un espace de 2,3 hectares, où l'eau s'amasse à la hauteur de 5 mètres, et qui doit arroser 57 hectares de prairies. Le réservoir ne contient que 115,000 mètres cubes, et l'irrigation de 57 hectares exigerait 570,000 mètres cubes ; on voit qu'il faut qu'il se remplisse plus de cinq fois pendant la saison des arrosages ; il réunit les eaux pluviales d'une vaste étendue de terrains boisés. Dans le courant du siècle dernier, une petite commune du département de Vaucluse, celle de Caromb, donna un exemple remarquable qui n'a pas été suivi : elle barra à ses frais l'entrée étroite d'un vallon où coulait un petit ruisseau ; elle forma, en élevant un mur de 50 mètres de hauteur sur 80 de largeur et 8 d'épaisseur, un réservoir qui peut contenir 400,000 mètres cubes d'eau, au moyen duquel elle donne le mouvement à ses moulins et arrose une partie de ses terres. Partout où un vallon recevant les eaux d'une vaste surface de collines laisse échapper, lors des pluies et des orages, un torrent passager qui souvent dégrade les terres inférieures ; partout où un ruisseau trop peu abondant pour être utile peut être retenu, et ses

(1) *Réservoirs artificiels*. Turin, 1811.

eaux mises en réserve pour le besoin, la création d'un réservoir peut devenir une source de richesse. Il suffit de calculer et la quantité d'eau que l'on peut recevoir, et l'étendue du bassin que l'on doit former, et les frais que coûtera sa construction, puis balancer ces dépenses avec l'accroissement de valeur qu'acquerront les terres à arroser.

Quant à la quantité d'eau à obtenir, s'il s'agit de barrer un ruisseau dont le cours est permanent, il est facile de le jauger; si ce sont des eaux pluviales s'écoulant par un vallon, le calcul est plus difficile, car il dépend non-seulement de la quantité d'eau de pluie qui tombe dans la contrée, de la surface des terrains tributaires du vallon, mais encore de la nature du sol de ce terrain, de son inclinaison, etc.; un terrain de sable faiblement incliné, par exemple, ne laissant arriver qu'une faible partie des pluies qu'il recevrait, tandis qu'un terrain argileux, gazonné, en absorberait une moins grande quantité; plus les pentes seront fortes, et plus aussi cette quantité sera grande. On compte en moyenne sur le septième de l'eau tombée qui s'écoule par les rivières et torrents; mais cette valeur moyenne ne peut pas être admise aveuglément partout : elle est dépassée dans les pays où les pluies tombent avec abondance, et où l'eau peut couler à la surface du terrain avant d'être absorbée; elle n'est pas atteinte, au contraire, là où il ne tombe que des pluies fines, quoique fréquentes. En multipliant le septième de la hauteur de l'eau tombée par la superficie des terrains qui penchent vers le vallon, on aura approximativement le cube de l'eau qui se rendra dans le réservoir; il faudra en retrancher l'évaporation qui a lieu relativement à la surface de ce réservoir, et cette considération doit faire sentir l'importance de rendre cette surface aussi petite que possible par rapport à la profondeur. L'évaporation est aussi un élément très variable, selon les climats plus ou moins chauds et venteux. Cotte a trouvé que l'évaporation enlevait, à Montmorency, 590 milli-

mètres d'eau; elle est de 1875 millim. à Orange, dans l'atmosphère agitée et chaude; enfin, il faut bien tenir compte des filtrations; comme elles dépendent de la construction des bassins, elles ne peuvent être données que par l'expérience. Le canal du Midi perd en moyenne par cette cause 3 à 4 centimètres par jour; M. Comoy estime à 35 millimètres la perte, par jour, du canal du Centre dans les terrains argileux, et à 25 millimètres dans les terrains sablonneux pendant les jours d'été.

Toutes ces déductions faites, on aura le nombre d'hectares susceptibles d'être arrosés, en divisant le nombre de mètres cubes qui restent dans le bassin par 1000 multiplié par le nombre d'arrosages nécessaires au terrain. Alors, si l'on fait un devis exact de ce que coûtera le nivellement du terrain, les canaux de conduite et de décharge, les écluses, etc.; et si l'on connaît approximativement le revenu de ce terrain ainsi transformé, on pourra juger du mérite de l'opération.

§ III. — Puits en étages.

La partie orientale de l'Asie, au sud de l'Hymalaya, reçoit pendant quatre mois de l'année, par la mousson du sud-ouest, des pluies si abondantes qu'une agriculture régulière et riche y est possible, même sans le secours des irrigations, parce que le réservoir des vapeurs qui alimentent les pluies de ce pays consiste en une mer étendue, sujette à une grande évaporation par sa position tropicale, et qui n'est séparée de ce pays par aucun obstacle intermédiaire dans la direction des vents du sud-ouest au nord-ouest. Il n'en est pas de même à mesure que l'on s'approche de l'ouest, et déjà, dans l'Afghanistan et en Perse, la mousson qui parcourt des mers étroites et de vastes espaces de terre ne produit plus des pluies suffisantes, et la culture n'y devient profitable qu'au moyen des irrigations. On sait les soins que l'on mettait, en Perse, à recueillir et à met-

tre à profit les moindres filets d'eau, et à diriger les rivières par des canaux; mais on connaît moins les procédés employés dans ce pays et dans l'Afghanistan pour utiliser toute l'eau qui circule et se rassemble au-dessus des couches imperméables de terrains; ils méritent une attention particulière. Le mode de conduite employé prend le nom de *câriz* en Perse, et celui de *kânât* dans l'Afghanistan.

Quand les terrains que l'on veut arroser se trouvent sur la pente d'une colline, et que l'on a reconnu les points qui peuvent renfermer des sources ou des dépôts d'eau, on creuse au bas de la pente un puits très peu profond; puis, en remontant la pente, un autre puits plus profond; on creuse ainsi une file de puits que l'on met tous en communication par une voie souterraine. La profondeur de ces puits augmente à mesure qu'on remonte la colline, et on a soin de les disposer de façon que le canal souterrain ait une déclivité vers la plaine. La communication entre ces puits n'est ouverte définitivement que quand le puits supérieur est entièrement creusé. Alors les eaux trouvées au fond de chaque puits se dirigent par le canal dans le puits inférieur. Si elles le surmontent, on arrose directement le sol, sinon on y puise l'eau au moyen de machines pour la verser dans un conduit qui la transmet aux champs. La distance entre les puits varie de 10 à 100 mètres; elle est plus communément de 50 mètres. Les dimensions du canal de jonction des puits sont telles qu'un homme peut y passer, mais quelquefois elles sont beaucoup plus grandes. Le nombre des puits est en rapport avec le nombre des sources, et on l'augmente jusqu'à ce qu'on ait trouvé la quantité d'eau dont on a besoin. La longueur d'un câriz varie de 3 à 58 kilomètres. Un pareil travail, nécessairement très coûteux, est fait par de grands propriétaires, mais aussi quelquefois par l'association d'individus moins riches.

Cette opération est fondée sur le besoin de rechercher les

eaux souterraines qui se perdraient en s'enfonçant dans la terre, et de profiter de toutes celles qui se trouvent dans les terrains supérieurs à ceux que l'on veut arroser, comme aussi sur la nécessité de les réunir toutes ensemble, parce que l'on sait bien que les petits filets d'eau isolés manquent d'impulsion, et se perdent par infiltration pendant un trajet un peu long, ce qui n'arrive pas à une masse d'eau plus considérable[1].

§ IV. — Puits forés.

Quand la stratification du terrain peut faire présumer qu'à une certaine profondeur se trouve une couche d'eau contenue entre deux couches imperméables et alimentée par des niveaux supérieurs à la surface du sol, on peut pratiquer un forage qui amène naturellement cette eau à la superficie, et permette de s'en servir pour les irrigations. Nous avons décrit plus haut cette disposition du terrain[2]. Les forages comportent une grande incertitude soit pour la réussite, soit pour la difficulté et la dépense de l'opération. On n'a une probabilité un peu forte d'avoir de l'eau que quand les forages qui ont réussi ont été faits dans des terrains semblables du voisinage. La profondeur à laquelle on l'atteindra ne peut être prévue que dans des bassins à stratification très régulière comme celui de Paris, où M. Héricart de Thury annonça, par l'épaisseur des couches observées ailleurs, que l'on trouverait l'eau du puits de Grenelle de 550 à 560 mètres; elle fut trouvée à 548. Enfin, quant à la dépense, elle dépend non-seulement de la profondeur, mais des obstacles que la sonde rencontre sur sa route, des accidents qui surviennent et qui peuvent arrêter le travail plus ou moins longtemps. L'histoire du puits de Grenelle offre une grande

(1) Elphinstone. *Account of kingdom of Caboul.*
(2) Quatrième partie, chap. II, sect. 5.

partie de ces péripéties, et fait grand honneur à l'habile mécanicien, M. Mulot, qui a su les surmonter.

Les puits forés ont été usités dès la plus haute antiquité. Les sources qui coulent dans les oasis de l'Égypte proviennent de puits forés, comme l'a reconnu M. Aymé. La pratique en était générale en Artois, où l'eau se trouve à une petite profondeur. Les fontaines de Modène proviennent aussi d'un forage. Quant à leur théorie, elle avait été pressentie, devinée par le prodigieux esprit de Bernard de Palissy, quand il disait : « Ma tarière percerait aisément les bancs de pierre et trouverait au-dessous des marnes, voire même des eaux pour faire des puits, lesquelles, bien souvent, pourraient monter plus haut que le lieu où le point de la tarière les aurait trouvées, et cela se pourrait faire moyennant qu'elles viennent de plus haut que le fonds du trou. » L'*art du fontainier-sondeur*, par Garnier, et les *considérations géologiques* sur le gisement des eaux souterraines de M. Héricart de Thury, contiennent des détails, que nous sommes obligé d'omettre ici, sur le mécanisme de l'opération et sur les moyens de recherches. Mais ce que nous ne devons pas omettre, c'est qu'en général le forage a bien fourni des eaux qui peuvent passer pour abondantes s'il s'agit d'alimenter une fontaine publique ou les bassins d'un jardin d'agrément, mais que très souvent elles ont été au-dessous des besoins d'une irrigation étendue. Le département des Pyrénées-Orientales paraît être un de ceux où l'on a obtenu les plus grands volumes d'eau. Le forage de M. Durand, à Bages, produit 2,000 mètres cubes d'eau par jour ; à Tours on en a obtenu, à $0^{m},50$ du sol, 4000 mètres cubes par jour ; à Grenelle, par jour, 3500 mètres cubes à la surface du sol, et 1640 à 33 mètres de hauteur. Mais le succès n'a pas été partout aussi brillant, et les forages produisant de 50 à 100 mètres cubes par jour sont de beaucoup les plus nombreux. Ces considérations suffiront pour avertir les agriculteurs des chances

aléatoires d'une pareille entreprise. Nous n'en détournerons pas sans doute ceux dont la fortune peut en supporter les frais; nous leur dirons de consulter avant tout les hommes versés dans la géologie, dans la connaissance positive de la structure de leur localité; mais quand les probabilités seront pour la réussite, nous croyons qu'ils ne doivent la tenter qu'en s'adressant, pour se diriger, à des mécaniciens habiles dans l'art du sondage.

Aujourd'hui le prix de ces travaux est fixé proportionnellement à la profondeur : chaque mètre de plus d'approfondissement augmente de prix, de sorte que l'on ne peut pas prévoir d'avance les frais de l'opération, et à plus forte raison le prix auquel reviendra le mètre cube d'eau.

§ V. — Machines à élever l'eau.

Quand le niveau de l'eau dont on peut disposer est inférieur à celui du terrain, il faut employer une machine pour l'élever à ce niveau. Si cette eau coule avec rapidité dans une rivière, on peut se servir de la force du courant lui-même pour monter l'eau à une certaine hauteur qui ne dépasse pas cependant le diamètre de la roue garnie de godets tout autour ; sur l'Adige, en Allemagne, en Égypte, on donne une hauteur considérable à ces roues.

Les roues à aube et à godets ne sont avantageuses que dans les rivières dont le cours est réglé, et qui n'ont pas des crues fréquentes; car celles-ci, en noyant la roue, opposent un obstacle à sa marche et peuvent même la renverser. La manière de se servir utilement des eaux courantes était donc encore un problème mal résolu jusqu'à l'invention des turbines qui utilisent cette force de la manière la plus complète et la plus constante.

On a imaginé une foule de machines pour profiter de la force

d'un cours d'eau ; nous aurons occasion de les décrire et de les discuter ailleurs ; elles ont toutes l'avantage de ne coûter que les frais de leur érection et ceux de leur entretien, puisque la force est donnée gratuitement. Quand on se trouve dans la position d'en profiter, on ne saurait donc mieux faire que de l'employer de préférence à toute autre force mécanique.

Le vent est encore une force naturelle et gratuite ; mais il n'a pas dans sa direction, dans sa vitesse, la constance des cours d'eau. Si certains pays placés près des côtes de la mer ont des vents assez réguliers, dès qu'on s'avance dans l'intérieur des continents, ces vents deviennent de plus en plus inconstants ; et l'époque des plus grandes sécheresses, l'été, est celle où leur action cesse souvent complétement. Ainsi, excepté dans les pays dont nous venons de parler, on ne peut employer le vent à une grande irrigation bien réglée qu'en associant au moulin à vent un réservoir capable de contenir une réserve de un ou deux arrosements. C'est donc la dépense d'un pareil réservoir qu'il faut joindre à celle de la machine et de son entretien, pour juger de la convenance d'un pareil moyen. Ou bien si l'eau est peu profonde, on peut associer au moulin à vent une noria prête à fournir, au moyen de la force des animaux, le supplément d'eau que le vent refuse de donner. Ce choix est le résultat d'un calcul où l'on met en balance les frais de l'un et de l'autre parti.

Après avoir épuisé le champ des forces gratuites, il faut bien finir par aborder celles qui ne le sont pas. Celles-ci sont des forces animées ou la vapeur. Nous en traiterons en détail dans la mécanique agricole.

Section V. — *Du prix de revient de l'eau.*

Il est souvent facile et peu coûteux de se procurer l'eau par un canal de dérivation ouvert sur une rivière qui a une grande

pente ; tout propriétaire qui se trouve dans le voisinage peut pratiquer cette opération. Il n'en est pas de même quand il s'agit d'amener l'eau de loin ; une association de propriétaires, de capitalistes, ou l'administration elle-même, peuvent seuls l'entreprendre. Outre les difficultés d'exécution, il faut observer que le plus souvent les eaux du canal ne sont pas demandées immédiatement. Pour soumettre une terre à l'arrosage, il faut des dépenses de première mise, telles que le nivellement, les conduits, les écluses, que tous les propriétaires qui pourraient en profiter ne se trouvent pas toujours disposés à faire. Ce n'est donc qu'avec le temps que la contrée traversée par le canal emploie la totalité de son eau, et en attendant les intérêts du capital de construction s'accumulent et rendent l'opération moins lucrative. En outre, le prix de l'eau une fois réglé, il devient très difficile de le hausser. Il dépend le plus souvent des fixations de l'ordonnance de concession, qui n'ont pas pris en considération l'abaissement de la valeur monétaire. Ainsi l'arrosement d'un hectare sur le canal de Craponne est de 5 à 6 fr. par hectare à Salon, et de 22 fr. à Arles, point le plus éloigné. Sur le canal Crillon il est de 24 fr.. Ce dernier canal, qui a coûté plus de 600,000 fr., vient de se vendre 300,000 fr. quoiqu'il ait l'emploi de toutes ses eaux. La redevance du canal des Alpines a été fixée par une loi à 1 litre et demi de blé par are, ou 15 décalitres par hectare; cette fixation en nature est une bonne précaution, mais au prix moyen du blé à 22 fr., le prix de l'arrosage d'un hectare ne sera encore que de 33 fr. On peut affirmer que ces prix ne sont nullement en rapport avec les frais de construction de la plupart de ces canaux, ni avec la bonification qu'en reçoivent les propriétés arrosées. Dans le Milanais, le prix de l'eau du canal de la Martesana a une valeur de $0^{f},0012$ par mètre cube, ou 9 fr. 60 c. pour l'arrosage d'un hectare de prairie. Les eaux de la Lombardie et du Piémont représentent une rente de 50,000,000 fr., ou

un capital de 1,000,000,000 fr. *emprunté au fleuve et consolidé sur le sol* [1].

En Espagne, les canaux d'irrigation sont des ouvrages publics, dont quelques-uns datent du temps des Maures, et leur jouissance n'est assujettie qu'à des droits qui représentent les frais d'entretien et d'administration [2].

On conçoit que la véritable valeur d'une eau dérivée est variable comme les dépenses qu'occasionne la construction des canaux, et nous voyons, par l'exemple du canal Crillon, que, pour couvrir les intérêts de cette dépense primitive, l'arrosage de l'hectare devrait être porté à 48 fr., et probablement au delà si l'on considérait les accumulations d'intérêts pour les temps de non-jouissance ou de jouissance incomplète pour les constructeurs du canal.

Le prix de l'eau, élevée par les machines au moyen des moteurs animés, est plus élevé que celui de l'eau dérivée ; ainsi nous voyons que le mètre cube de l'eau du canal Crillon devrait coûter 0f,005, que celui de la Martesana ne coûte que 0,0012; tandis que, élevé par la force humaine à 1 mètre de hauteur seulement, ce mètre cube coûte 0,0149; par les chevaux, 0,0027 à 0,0032. On l'obtient, au moyen de vent, de 0,002 à 0,005 selon les situations; par les machines à vapeur de la force de 5 chevaux à 0f,00119, et de la force de 45 chevaux à 0f,00098; mais aussi il est bien rare qu'il ne faille pas l'élever de la hauteur de plusieurs mètres pour s'en servir pour l'irrigation, et à la hauteur de 4 mètres seulement, 10,000 mètres coûteront :

Force humaine	596 fr.
Chevaux.	128
Vent.	80 à 200
Machine à vapeur de 5 chevaux.	48
—— de 45 chevaux	39

(1) Peyret-Lallier, *Des irrigations.*

(2) Jaubert de Passa, *Voyage en Espagne.*

Ces chiffres suffisent pour faire comprendre le grand intérêt qu'offrent les moyens qui n'obligent pas à l'emploi de ces forces.

SECTION VI. — *Valeur de l'amélioration comparée au prix de l'eau.*

L'amélioration que l'on obtient en amendant les terres au moyen de l'eau dépend entièrement du besoin qu'elles ont de cet amendement. Ainsi, sur les bords du désert de Sahara, les terres entièrement et constamment sèches n'ont aucune valeur agricole par elles-mêmes, mais une source d'eau leur en donne une très grande, qui est due tout entière à la source, car tout le revenu lui est dû. Au contraire, une terre naturellement fraîche n'éprouvera le besoin de l'irrigation que dans certains moments, dans des étés secs qui suivent des printemps secs; après la moisson, pour rafraîchir la surface du sol, toujours plus sèche que le fond, et mettre les semences d'une seconde récolte en position de germer et de pousser. Ces circonstances extraordinaires se représentent peut-être pour ces terres une fois tous les quatre ou cinq ans, et le loyer annuel d'une irrigation ne pourrait être couvert par l'avantage éventuel que l'on en tirerait.

Dans les cas intermédiaires entre la sécheresse absolue des déserts de sables et les terres naturellement fraîches, la valeur de l'irrigation s'accroît en raison de la sécheresse des terres. Ainsi, à Pierrelatte, nous avons vu, ces dernières années, 14 hectares de terrains graveleux et sablonneux, provenant d'un bois défriché et ayant coûté 18,000 fr., produire en une seule année, par le moyen des irrigations du canal de Donzère, 350,000 kilogr. de luzerne, d'une valeur de 18,000 fr., prix d'achat du terrain; et, d'un autre côté, les terres de la plaine d'Orange, terres argilo-calcaires, qui ont un prix de ferme de 136 fr., se louent 323 fr. quand elles sont transformées en prairies par les arrosages, mais après avoir fait une avance de

3,250 fr. en engrais et travaux pour opérer cette transformation, capital dont l'intérêt de 162 fr. 50 c., retranché de 323 fr., ne laisse que 60 fr. 50 c., représentant le loyer des eaux et le bénéfice.

Ce dernier exemple ne prouve pas, au reste, que l'amendement des eaux fût une mauvaise entreprise sur ces terres, mais seulement qu'il n'y a pas d'avantages à les employer à arroser des prairies permanentes; car il serait facile de montrer qu'avec l'assolement de blé, luzerne et sainfoin usité dans la plaine de Nîmes, le bénéfice serait beaucoup plus considérable, ce qui résulte du compte suivant :

	Terre non arrosée.			Terre arrosée.	
5 années, luzerne . .	360 q. m. à 5 f.		1,800 f.	720 q. m.	3,600 f.
2 années, sainfoin, une coupe.	130	4	520	200	800
			2,320		4,400
Différence.			2,080		
divisée par 7 ans.			297 fr. 14 par an.		

Cette différence résulte du plus grand produit des fourrages arrosés avec modération, une ou deux fois au plus par coupe, suivant la nature du terrain. On a une récolte pleine de luzerne arrosée dès la première année de semis, tandis qu'on ne recueille à peu près rien de celle qui ne l'est pas; dans les terres sèches, les troisième et quatrième coupes qui se font en été sont presque nulles, à moins de circonstances extraordinaires; elles sont assurées avec l'irrigation; les sainfoins donnent une seconde coupe presque égale à la première. Et qu'on ne dise pas que ces fourrages ont moins de durée, et que le fumier s'y conserve moins; ces effets n'ont lieu que dans le cas où l'on arrose fréquemment et par immersion; mais si l'on pratique l'arrosage modérément et par infiltration, on ne les éprouvera pas.

Nous n'avons pas tenu compte dans ce calcul ni de l'avantage de sauver une récolte de blé menacée par la sécheresse du

printemps, ni de celui de pouvoir obtenir, si le climat le permet, de secondes récoltes, après celle du blé, et avant l'époque des nouvelles semailles, récoltes de haricots, de millet, de pommes de terre dont la valeur s'élève à plus de moitié de celle du froment.

Si on ne s'en tient pas à cette culture fourragère, si l'on est à portée des marchés d'une ville, ou que, comme à Cavaillon, on sache se créer un véritable commerce d'exportation de végétaux plus rares; si l'artichaut, le melon, les fruits entrent dans la spéculation, alors les bénéfices croissent encore. Il ne suffit donc pas, pour évaluer les avantages de l'irrigation, de connaître la terre et le climat; il faut encore comparer la culture possible sans irrigation avec la meilleure culture que l'on pourra adopter avec l'irrigation.

CHAPITRE III.

Communication du sol avec le réservoir inférieur des eaux.

Quand le sol est privé de communication avec le réservoir inférieur des eaux par l'interposition d'un sous-sol imperméable, ce n'est que des eaux pluviales qu'il reçoit la portion d'humidité nécessaire à la végétation; et dans beaucoup de pays, les pluies sont distribuées de manière qu'après avoir été abreuvé d'une manière excessive, le terrain se trouve complétement desséché par l'évaporation, sans pouvoir ni répartir ses excédants d'humidité sur les couches inférieures, ni leur en retirer une partie par la capillarité quand il vient à en manquer.

On change la nature du sol si l'on parvient à rétablir sa communication avec le réservoir inférieur, communication interceptée par la couche imperméable, et pour cela il y a deux

moyens à prendre, ou détruire cette couche, ou la perforer.

Un trou fait avec la bêche nous apprendra bientôt s'il est possible de la détruire, car il faut pour cela deux conditions : 1° que cette couche soit peu profonde ; 2° qu'elle soit peu épaisse. Après avoir constaté la situation du terrain, l'existence du réservoir des eaux; après s'être assuré qu'il est permanent en été et qu'il n'est pas enfoncé de plus de 2 mètres, il ne s'agira plus que de comparer la dépense du défoncement du sol et le mélange du sous-sol au sol, avec la plus-value de la terre quand elle aura passé de l'état de terre sèche en été, et humide en hiver, à celui de terre fraîche. Dans la plaine de Trenten (Vaucluse), la couche imperméable argileuse de quelques décimètres d'épaisseur, qui prive le sol de la communication avec un réservoir permanent d'eau courant sur des cailloux, a été brisée par la culture de la garance, et les terres ont sur-le-champ octuplé de valeur, de 468 fr. à 3,750 fr. l'hectare.

Au reste, les labours profonds seuls, en augmentant la masse du terrain qui peut s'imbiber d'eau pendant les pluies, et en la soustrayant à l'action de l'évaporation, accroissent la fraîcheur des terres, de même qu'ils diminuent leur humidité.

Si le réservoir des eaux n'est pas à une trop grande profondeur, et que cependant l'épaisseur du sol ou de la couche imperméable soit telle qu'il y eût perte à entreprendre son défoncement, ou que l'on craignît de mêler en trop grande proportion cette couche argileuse avec le sol de bonne qualité, on pourrait encore se procurer la communication du sol avec l'eau par le moyen de forages très répétés à travers la couche imperméable. L'humidité remonterait par les trous de sonde, et pénétrerait jusqu'au sol par la capillarité des parties de ce sol qui combleraient le trou de sonde. On a proposé de remplir ces trous au moyen de cordes qui transmettraient à la surface l'humidité prise au fond. Mais, dans tous les cas, nous doutons que si l'eau elle-même n'est pas comprimée sous la

couche imperméable et ne remonte pas par la force de son niveau, ces communications, quelque fréquentes qu'elles soient, puissent être d'un grand effet.

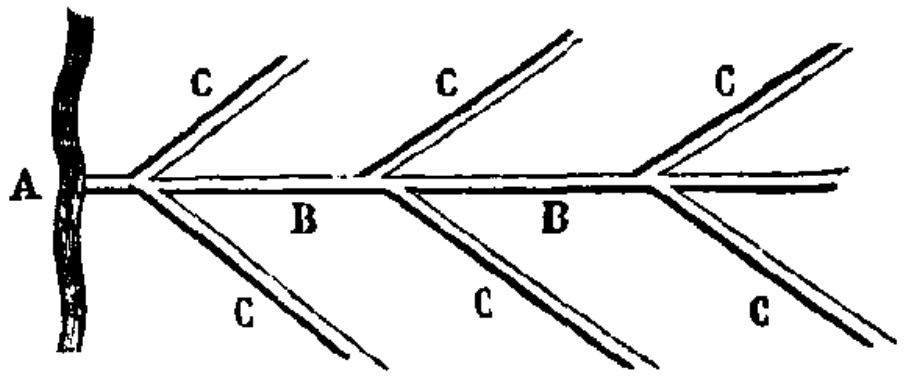
Notre confrère, M. Bory de Saint-Vincent, nous a assuré que son grand-père était parvenu à faire croître de superbes chênes sur le sol aride et peu profond des landes, en perçant avec un fleuret de mineur la couche de conglomérat ferrugineux (*alios*) qui forme la croûte imperméable, et en insérant dans le trou de fleuret le pivot d'un jeune chêne qui allait s'enraciner dans les sables humides qui sont au-dessous de l'alios. Cette méthode peut être suivie dans un grand nombre de cas semblables.

CHAPITRE IV.

Moyens de dessécher les terrains humides.

Lorsque les terrains sont trop humides ou habituellement couverts d'eau, dessécher un étang, un marais, c'est transformer le sol et non l'amender; c'est en traitant de l'hydraulique que cette opération peut être décrite. Quant au terrain seulement humide, c'est-à-dire qui conserve habituellement plus de 0,21 de son poids d'eau, l'amendement qui lui convient dépend de la cause qui entretient l'humidité. Si le terrain a de la pente et qu'on puisse en faire écouler les eaux, il suffit

Fig. 8.



d'ouvrir un fossé principal BB (*fig.* 8), se rendant au niveau

inférieur d'où les eaux peuvent s'écouler dans un ruisseau ou une rivière A, de faire aboutir à ce fossé principal d'autres fossés tirés obliquement (éperons) CCC; le terrain se trouve ainsi desséché et propre à la culture.

La multiplicité de ces fossés est très gênante pour la marche des charrues, et ne peut être admise que dans les terrains soumis à la petite culture; pour éviter cet inconvénient, on substitue des tranchées couvertes aux fossés; ces tranchées sont ou comblées de pierres et de cailloux à travers lesquels l'eau s'infiltre, ou formées d'un conduit avec deux murailles en pierres sèches, et recouvertes de pierres plates, ou enfin creusées en se rétrécissant par le bas et remplies de fascines qui ne peuvent pénétrer jusqu'au fond à cause de leur diamètre plus large que le fossé, laissant un conduit au-dessous d'elles. Nous avons vu des tranchées de cette nature, remplies par des fascines de saules, servir, pendant une dizaine d'années, dans une terre argileuse; mais avec le temps elles ont besoin d'être renouvelées. Les conduits peuvent être aussi des tuyaux de drainage[1].

Si l'humidité ne provient pas seulement d'une source que l'on aura pu saisir et conduire dans les fossés d'écoulement ou des eaux pluviales, si elle est causée par des filtrations nombreuses qui ont eu lieu sur la ligne où se rencontre une couche imperméable supérieure au sol, comme on le voit dans la *figure* 9, où l'eau coule à travers une mince couche de sable C, entre la couche argileuse A supérieure, et le sol B, il faut entourer le terrain par un fossé de ceinture, creusé ou

Fig. 9.

(1) Voir t. V, p. 339.

dans le sol, ou dans la couche d'argile, et, dans ce dernier cas, il faut en creuser le fond jusqu'à ce qu'on rencontre l'eau, et si cela n'est pas possible, le percer au moins de nombreux coups de tarière, pour que l'eau pénètre dans le fossé, et ne puisse pas continuer à couler au-dessus de la couche d'argile, jusqu'à ce qu'elle rencontre le sol à découvert.

Quand le terrain à dessécher est un bassin fermé sans moyen naturel d'écoulement, il faut examiner si les bords du bassin ne peuvent être percés, ou à jour, ou souterrainement pour faire écouler les eaux dans une rivière placée à un niveau inférieur. C'est par un canal souterrain à travers une montagne que, dans le midi de la France, on a desséché : à Orange, l'étang d'Aglan ; à Courthézon, l'étang salé ; à Sérignan, l'étang de Rut, et qu'on a mis à la disposition de l'agriculture les terrains que les eaux recouvraient. Si le *tunnel* nécessaire pour faire écouler les eaux présentait trop de difficultés, il ne resterait que le moyen de faire un forage au point le plus bas du terrain, d'atteindre avec la sonde les couches perméables inférieures, et d'y précipiter les eaux qui se perdraient alors dans l'intérieur de la terre. Ce moyen a pu être suppléé par les *embucs* naturels qui se trouvent dans quelques bassins fermés, comme à Cujes, près Marseille; mais depuis longtemps l'art a imité la nature; on peut citer entre autres le desséchement du marais de Larchant en Gâtinais. Depuis peu d'années, un puits a été foré, à Bondy, à 74 mètres de profondeur, pour y faire écouler les eaux vannes des vidanges de Paris ; il absorbe environ 133 mètres cubes en vingt-quatre heures[1]. Il y a une foule de circonstances, surtout quand il s'agit de se mettre à l'abri des eaux pluviales, où un puits absorbant ou *boit-tout* est le moyen le plus simple et le moins coûteux pour préserver un terrain de l'humidité. Mais il ne faudrait pas se faire une idée trop exagérée de sa puissance ; malgré son em-

(1) *Annales des ponts et chaussées*, t. IX, p. 128.

buc naturel qui a un diamètre et une puissance incomparablement plus grande que celle des puits forés, la plaine de Cujes est quelquefois inondée dans les grandes pluies. Quand dans le midi de la France, par exemple, il tombe en vingt-quatre heures 140 à 150 millimètres d'eau, un puits semblable à celui de Bondy n'absorberait pas l'eau tombée sur 2 hectares. Il faudrait donc multiplier beaucoup de pareils forages. Ensuite il ne faut pas avoir une confiance absolue dans la possibilité de trouver près du sol des couches absorbantes. La sonde peut entrer dans des masses d'argile, dont quelques-unes que nous connaissons ont jusqu'à 400 mètres de puissance. Mais comme ce dernier cas est rare et que le forage des puits absorbants ne présente pas des chances aussi graves de non-réussite qu'un puits jaillissant, nous pensons qu'on fera bien d'essayer de ce moyen avant de recourir à d'autres procédés qui seraient plus coûteux. Des succès obtenus en Allemagne et en Angleterre[1] doivent encourager ces tentatives.

Quand on a un vaste terrain à préserver des filtrations d'eau et des invasions de celles qui proviennent des terrains environnants, ou des rivières dont le niveau est supérieur, on doit commencer par s'entourer d'une digue fondée sur l'argile (si on les fondait sur le terrain tourbeux supérieur, l'eau filtrerait au-dessous de la digue) et élevée un peu au-dessus du maximum d'élévation des eaux extérieures. La partie intérieure de la digue est bordée d'un fossé de ceinture auquel viennent aboutir des fossés partant des différents points du terrain et y amenant les eaux. Sur le fossé de ceinture sont établies des machines d'épuisement d'une force proportionnée à l'eau à élever, et propres à la jeter par-dessus la digue. C'est ainsi que les Hollandais sont parvenus à dessécher et à mettre en état de culture des terrains surmontés par les hautes marées.

(1) *Encyclopédie britannique*, art. *Draining*.

Mais le moyen le plus sûr de garantir à perpétuité le sol de l'humidité consiste à l'exhausser au moyen de terres rapportées, non pas par des procédés mécaniques, ce qui ne saurait être exécuté que pour de petits espaces, mais par des colmatages que nous décrirons dans le chapitre VII, et qui réussissent très bien et sont économiques pour de très vastes surfaces, pour des pays tout entiers.

Enfin, si l'humidité du sol ne tient qu'à un excès d'argile dans un climat pluvieux, on peut y apporter des matières sablonneuses et calcaires, quand on peut les trouver près du champ et les mélanger à la terre arable; mais il ne faut pas se faire illusion sur ce procédé conseillé dans tous les traités d'agriculture; bien qu'il semble le plus simple, il est le plus coûteux. Supposons, en effet, que la terre ait 60 p. 100 d'argile et qu'on veuille ramener la proportion à 40, il faudra ajouter 20 centièmes de sable, ou le cinquième de la couche labourable, ou 500 mètres cubes par hectare si on laboure $0^m,25$ de profondeur. La fouille et le transport d'une pareille masse peuvent excéder le prix de la terre amendée. Or, c'est toujours dans de grandes proportions que doivent se faire ces mélanges pour produire un effet remarquable.

Ce n'est pas tout; rien n'est plus difficile que de mêler, d'incorporer ensemble le sable avec l'argile; celle-ci faisant corps, ne se séparant que par masse, laisse le sable arriver dans ses fentes, sans qu'il puisse se mêler mécaniquement particule à particule avec l'argile; il s'entasse au fond des sillons, et ce n'est qu'à la longue que s'établit un mélange imparfait. Cependant, une partie de l'effet est obtenu quant à l'humidité, et la présence du sable ménage à l'eau certaines issues pour s'écouler. Toutes ces difficultés nous font préférer l'emploi des menus graviers qui ne se rassemblent pas par l'action de l'eau, et que l'on parvient par les labours à bien mélanger au sol.

On obtient un effet plus sûr par le brûlement de l'argile,

qui n'est pas l'écobuage dont nous parlerons plus loin. Le brûlement de l'argile n'exige pas que l'on pèle, pour ainsi parler, le terrain en enlevant la couche superficielle garnie de fibres végétales ; mais, dans ce cas, on divise l'argile par mottes, on en construit de grands fourneaux, on les remplit de bois, et quand la masse est incandescente, on ne cesse d'y jeter de nouvelle argile qui se brûle à son tour. On produit ainsi une assez grande masse d'argile brûlée qui a perdu sa plasticité, sa faculté de retenir l'eau, et le terrain devient plus poreux et plus sec. Ce procédé, fort recommandé par le major Beatson, exige seulement que l'on puisse se procurer du bois à bon marché.

Mais un moyen de dessiccation des terres qui ne doivent leur humidité qu'à la nature de leur sol et à l'atmosphère pluvieuse, moyen qui est à la portée de tous et qui s'allie avec tous les autres procédés d'une bonne culture, consiste dans les labours profonds. Il n'arrive que trop souvent que le sol arable est limité inférieurement, moins par un sous-sol réellement imperméable que par le terrain sans cesse durci, comprimé par le talon du soc de la charrue, et par le piétinement des animaux, lors des labours faits à une profondeur invariable et ordinairement trop faible. Augmenter la profondeur du labour, c'est augmenter le récipient où peuvent s'écouler les eaux surabondantes ; rompre le glacis formé par la pression de la charrue, c'est détruire le sous-sol artificiel, et permettre à ces eaux de descendre plus avant. Nous avons vu nombre de terrains humides perdre ce défaut par la seule application des labours profonds; dans le midi surtout, où depuis quelques années tant de terres ont été soumises à la culture de la garance, qui exige qu'on aille chercher fort avant les racines qui forment son produit, nous avons vu des terres que l'on ne pouvait tenir égouttées qu'au moyen de fossés et de coulisses, devenir d'excellents sols d'une fraîcheur modérée, et propres à porter de la luzerne, tandis qu'auparavant cette plante ne pouvait pas y

vivre plus d'un an ou deux. Dans le cas actuel, c'est donc aux labours profonds que nous conseillons d'abord de recourir. Quelquefois le minage se fait en ouvrant des tranchées dans toute la longueur du champ, la terre extraite de la seconde tranchée servant à remplir la première; quand la terre supérieure est meilleure que celle du fond, on a soin de la réserver pour la replacer à la surface du fossé que l'on vient de combler. Mais nous pensons que d'autres travaux que nous décrirons, en parlant des labours, pourront suffire et seront moins coûteux.

CHAPITRE V.

Neutralisation des matières nuisibles au sol.

Les substances qui, dans certains cas, font partie des éléments constituants de la terre, et qui nuisent à la végétation, sont certains sels, comme le sel marin (chlorure de sodium), le sulfate de fer, et certains acides qui se trouvent dans les terrains tourbeux et dans ceux qui abondent en terreau, tels que l'acide acétique, phosphorique et carbonique, et enfin certains principes tels que le tannin.

Pour se délivrer de ces principes nuisibles, il y a deux moyens : les enlever ou les neutraliser. On ne peut espérer de dépouiller la terre de ces principes, tous solubles dans l'eau, que par l'irrigation, et c'est ainsi en effet qu'on dessale les terrains salants, complétement quand les couches inférieures ne renferment pas de nouvelles doses de sel, momentanément quand elles en contiennent; le sulfate de fer, les acides, le tannin, peuvent être enlevés par ce moyen. Mais quand on ne peut pas s'en servir, il devient impossible de remédier entièrement aux inconvénients produits par les sels ; on pallie la mauvaise disposition d'un terrain qui ne contient pas une dose

de sel assez forte pour rendre la végétation impossible en y entretenant l'humidité par des couches de paille ou de roseaux ; le terrain infesté de sulfate de fer est intraitable ; quant à ceux qui contiennent des acides ou du tannin, on obtient un plein succès par leur marnage ou leur chaulage. Le carbonate de chaux, qui fait partie de la marne, suffit pour les acides acétique et phosphorique ; mais pour l'acide carbonique ou le tannin, c'est la chaux caustique qu'il faut employer pour obtenir un effet décisif. Dans l'un et l'autre cas, on obtient la neutralisation des acides nuisibles aux végétaux tout en donnant au sol le principe calcaire qui lui manque.

CHAPITRE VI.

Soustraction de matériaux nuisibles au sol.

Quand le sol se trouve composé en grande partie de graviers et de cailloux, une partie de sa surface se trouve soustraite à la végétation, et la chaleur du terrain s'en trouve fortement augmentée, ainsi que sa sécheresse. Il ne convient pas toujours d'en débarrasser le sol. Il faut examiner avant tout si la ténacité et l'humidité du terrain n'en seront pas trop fortement augmentées, s'il n'a pas besoin de cet excédant de chaleur dont on le priverait. Quand on se trouve dans un climat chaud et sec, l'épierrement offre des avantages qu'il est loin de présenter dans un climat qui a des qualités opposées. En Languedoc et en Provence, on voit un grand nombre de terres environnées d'immenses clapiers produits de l'épierrement du reste du champ ; on reconnaît ainsi d'anciennes cultures maintenant abandonnées, et qui remontent à des temps fort reculés, peut-être jusqu'à la domination romaine. Quand la nature de ces pierres est propre à la confection des routes, qu'on se trouve

dans le voisinage des grandes communications, on s'en débarrasse facilement, et l'on n'encombre pas une partie de la surface du terrain, autrement on en construit des murs en pierre sèche pour abriter et garantir le champ. Les travaux d'épierrement se font en hiver, et l'on y emploie les femmes et les enfants. Les champs, ainsi épierrés et mis à l'abri des vents par les abris que l'on construit, sont surtout propres à la culture de l'olivier; et c'est depuis la diminution de cette culture que l'épierrement est devenu moins fréquent, et que ces terrains secs et peu profonds ont perdu de leur valeur.

Quand le sous-sol est formé de rochers friables, on y fait aussi des fouilles pour le briser et approfondir le sol, et on y plante des arbres et surtout des mûriers.

CHAPITRE VII.

Moyens de modifier la tenacité du sol.

On modifie la tenacité du sol en y mêlant des matières de tenacité moindre; ainsi, dans les terres argileuses on transporte des sables, des marnes, des terres calcaires, du gravier, des pierrailles, enfin on en brûle les argiles. Nous avons parlé de ces moyens qui tendent à diminuer l'humidité du sol en même temps que sa tenacité, et nous n'avons rien à ajouter ici.

On augmente la tenacité du sol qui est trop inconsistant par le mélange de matériaux plus tenaces; c'est alors la marne ou la terre calcaire que l'on emploie de préférence comme se divisant mieux et se mêlant plus facilement avec le sable; mais quand on peut faire arriver sur ces champs de sable l'eau chargée de particules argileuses, le dépôt se mêle particule à particule avec le sable du champ, et en renouvelant souvent cette immersion, on parvient à améliorer considérablement la terre.

Cet effet est produit à la longue par les irrigations faites avec les eaux qui paraissent les plus claires, mais qui ne laissent pas de retenir l'argile en suspension, et à plus forte raison quand on peut amener des eaux troubles sur le terrain. Cela est souvent d'autant plus facile que ceux qui possèdent des eaux d'irrigation n'en font aucun emploi en hiver, et qu'ils en cèdent volontiers l'usage pendant cette saison, qui est celle où elles contiennent le plus de limon. Quand l'irrigation se fait régulièrement et au moyen d'une rivière chargée de matières terreuses, elle devient, sous le nom de *colmatage*, une des opérations les plus importantes de l'agriculture, car non-seulement elle améliore, mais elle change complétement le sol que l'on veut modifier. On sait les succès obtenus par de telles opérations en Toscane, où le val de *Chiana*, jadis marécageux et infertile, est devenu le théâtre de la plus belle agriculture. C'est par le moyen de terres transportées par les eaux que dans ce même pays on est parvenu à régulariser la pente des collines, à niveler le fond des vallées dans la province de Sienne, et que maintenant on cherche à soustraire plusieurs parties des maremmes aux influences délétères qui les dépeuplent. Dans le midi de la France, nous avons sous nos yeux des exemples frappants des succès de cette opération sur les bords de la rivière d'Ouveze, aux territoires de Sablet et de Seguret (Vaucluse). En Provence, les terres arrosées par le canal de Craponne ont aussi été fertilisées par les dépôts, soit que les eaux d'irrigation les y aient transportés, soit que ces mêmes dépôts, auxquels on donne le nom de *nite*, aient été reçus dans des fosses creusées dans le voisinage du canal, d'où ils sont transportés sur les champs[1].

Dans ces deux derniers cas, il ne s'agit pas d'un colmatage régulier, mais bien plutôt d'une alluvion pareille à celle que les grands fleuves déposent lors de leurs débordements. Nous

(1) Voir le mémoire de M. de Belleval dans le t. XIV de la 2e série des *Annales de l'agriculture française*, p. 261.

avons déjà essayé d'apprécier ces alluvions; c'est un moyen très efficace, mais nécessairement un peu lent. L'exhaussement du terrain produit par les eaux du Nil n'est pas de plus de 0m,132 par siècle [1]. Le Gange, qui entraîne aussi beaucoup de limon, puisqu'il forme la cinq cent vingt-huitième partie de sa masse [2], n'exhausse pas plus rapidement ses vallées; mais c'est que, dans ces différents cas, les dépots se font dans une eau en mouvement; le colmatage a lieu dans une eau en repos. Voici comment cette opération doit être conduite :

Il faut d'abord s'assurer que la rivière où l'on doit prendre les eaux peut arriver par son niveau sur le terrain à colmater, et qu'on peut l'y maintenir à une assez grande hauteur; car pour que l'opération s'accomplisse en un espace de temps raisonnable, il faut opérer sur une grande masse de liquide. On doit ensuite déterminer avec précision le nombre moyen annuel des jours de crue trouble, et la durée de chaque crue, la quantité et la nature du limon contenu dans un mètre cube d'eau.

On ne trouvera pas sans doute partout le limon fertilisant du Nil, dont nous avons indiqué plus haut la composition, mais il suffira qu'un limon offre un mélange suffisant des principaux éléments des terres, de manière à posséder à la fois une tenacité médiocre et une suffisante hygroscopicité, pour qu'on puisse s'en promettre du succès. D'ailleurs, la nature des limons varie dans les diverses crues, selon les parties des bassins où les pluies sont le plus abondantes, et le mélange de ces diverses couches ajoute souvent aux qualités du terrain artificiel. Mais le plus sûr moyen de constater la valeur du colmatage est de faire évaporer l'eau filtrée et d'analyser les parties solubles qu'elle contient, car ce sont surtout ces parties solubles qui constituent l'aliment des plantes.

(1) Girard, *Observ. sur la vallée du Nil.* Mém. de l'Académie des Sciences, 1819, t. II, p. 265.

(2) *Observ. sur le Gange et l'Indus.* Bibl. univ., t. LV, p. 49.

La fréquence des crues, leur durée et la quantité de matière qu'elles transportent, décideront de la possibilité de l'opération, car on ne devrait pas l'entreprendre avec des eaux trop claires, avec une rivière qui n'aurait qu'un petit nombre de crues peu durables, ce qui prolongerait indéfiniment l'opération. Supposons une rivière qui ait par an six crues d'une durée moyenne de quatre jours et portant en moyenne un millième de limon, comme le Rhône. Si l'on introduit l'eau à la hauteur d'un mètre, chaque introduction donnera un millimètre de limon seulement, et comme il faut 5 à 6 jours pour obtenir une limpidité approximative, quand le liquide est agité par le vent, on n'obtiendra que six millimètres de limon par an.

Mais les rivières torrentielles entraînent une bien plus grande quantité de limon lors de leurs crues. Sur le canal Craponne alimenté par la Durance, on reçoit les eaux troubles dans des fosses appelées *nays*, et l'on y fait déposer les eaux. On y recueille $0^m,40$ à $0^m,50$ de limon pendant l'été [1].

Sur les rives de l'Ouvèze (arrondissement d'Orange), les dépôts de la rivière sont d'environ $0^m,16$ par an. En variant les éléments du calcul selon les données expérimentales, on aurait un espace de temps différent pour compléter l'opération.

Il faut entourer le terrain à colmater d'une levée en terre qui dépasse un peu l'exhaussement que l'on veut lui donner. Si le terrain est incliné, il faut faire des digues transversales fréquentes, pour ne pas donner aux eaux trop de hauteur. S'il est très étendu, il faut l'enclore de levées qui le divisent en plusieurs parties communiquant entre elles par des coupures, afin de rompre la vague causée par les vents, laquelle est d'autant plus forte que la surface de l'eau est plus étendue, et empêche le dépôt de se faire promptement.

A la partie la plus basse du terrain, on ouvrira dans la levée une ou plusieurs ouvertures que l'on fermera par des pou-

(1) *Annales d'agriculture*, 2e série, t. XIV, p. 261.

trelles placées horizontalement l'une sur l'autre, quand on voudra retenir les eaux; ces parties communiqueront avec le canal destiné à l'écoulement des eaux clarifiées, que l'on fera évacuer en enlevant successivement chaque poutrelle, de manière à ce que l'eau s'écoule par la surface et sans apporter de trouble dans le fond.

On fera entrer sur le terrain la plus grande masse d'eau possible pour hâter l'opération, deux mètres et plus si l'on peut et si les frais des levées ne dépassent pas le bénéfice d'une jouissance plus hâtive. L'expérience fera connaître le temps qu'il faut pour que le limon se précipite, mais l'on n'attendra pas que l'eau ait déposé ses plus fines particules. Pour juger du point où il faut s'arrêter, on puise de l'eau près du fond avec un instrument qui s'ouvre et se ferme à volonté, on la place dans un verre, on l'agite circulairement comme pour la lévigation; s'il n'y a pas de dépôt sensible quand le mouvement circulaire de l'eau est arrêté, il est temps d'ouvrir l'écluse de décharge. Aussitôt que l'eau est écoulée, on ouvre les écluses d'entrée, et l'on recouvre de nouveau le terrain; et ainsi de suite, tant que l'eau de rivière reste trouble.

M. Ridolfi hâte l'opération, en démolissant à la bêche les bords des ruisseaux sur le flanc des collines, et les jetant dans le courant qui se charge ainsi de matières terreuses.

Il y a une foule de situations où l'on ne peut disposer de l'eau en été pour l'irrigation, soit parce qu'alors les torrents sont à sec, soit parce que l'eau est déjà la propriété d'autres individus, et où cependant il serait facile d'utiliser les cours d'eau pour le colmatage; des canaux creusés dans ce but, en donnant le moyen de régénérer les terres, auraient le plus haut degré d'utilité. Il arrive souvent aussi que les propriétés riveraines des terrains dégradés par leurs inondations, couverts de graviers, pourraient être réparées par ces mêmes torrents dévastateurs. Au lieu d'épierrer les champs, pour en-

terrer profondément les graviers dont ils sont couverts, il serait souvent moins pénible de les entourer d'une levée et d'y faire entrer les eaux troubles des crues qui recouvriraient les débris laissés par les crues précédentes.

CHAPITRE VIII.

Moyens de modifier la chaleur du soleil.

Un terrain est trop chaud, ou par l'intensité de sa coloration, ou parce que le sol n'est pas assez profond et qu'un sous-sol pierreux accumule et conserve la chaleur qui lui est transmise, ou parce qu'il est trop sec, ou parce que son exposition et ses abris y concentrent les rayons solaires. On peut remédier à la coloration excessive en y transportant de la marne grise, ce qui est d'autant plus à propos que le plus souvent ces terrains fortement colorés sont des terrains siliceux et ocreux, auxquels manque le principe calcaire, et que la marne retient bien plus l'humidité que la silice. Toute autre terre blanche déposée en petite quantité à la surface du champ après les semis, même la glaise, produira, au reste, le même effet quant à la diminution de la chaleur de la terre.

On remédie au défaut de profondeur du sol par des labours profonds ou des minages; enfin, si l'on peut arroser la terre, on remédie directement à l'inconvénient que l'on redoute. On peut aussi, au moyen de rideaux d'arbres, diminuer l'action du soleil sur le sol; mais s'il est peu profond, les racines qui ne manquent pas de s'étendre sous sa surface détruisent les avantages que l'on prétendait tirer de l'ombre.

Le terrain est très froid parce qu'il est peu coloré, humide, ombragé, communiquant avec un réservoir d'eau trop voisin. On peut alors colorer les terres blanches en les couvrant de sable ocreux ou d'une couche de schistes noirâtres, comme

font les habitants de Chamouni pour provoquer la fonte de la neige. Ces opérations doivent être renouvelées chaque année après les semailles, car on ne met ordinairement pour remplir ce but qu'une couche légère de ces matériaux.

Si le terrain est trop humide, on cherche à le dessécher par les moyens que nous avons indiqués plus haut. Enfin, s'il est trop ombragé, on peut couper les haies et les arbres qui s'opposent à l'action du soleil. On ne peut d'ailleurs éviter les inconvénients provenant de l'interposition de murs ou de montagnes.

Le moyen le plus usité, pour augmenter la chaleur du sol, c'est la construction d'abris qui repoussent les rayons du soleil et qui préservent les plantes des atteintes des vents froids; ces abris consistent en un rideau d'arbres en haies, ou en murs. Nous traiterons de leur construction dans le cours de culture.

On nous a parlé aussi d'une vigne établie auprès de Saverne, en Alsace, et où l'on a cherché à profiter de la chaleur solaire pour augmenter celle du terrain en été. Soit, en effet, la chaleur moyenne de la couche d'air sur la surface du terrain exposé au soleil de 23°, et celle de l'intérieur de la terre à 1 mètre de profondeur de 18°. Si l'on fait affluer dans la terre l'air échauffé, il y portera une chaleur plus considérable. On a donc construit en maçonnerie, et à 1 mètre de profondeur, des conduits espacés à 1 mètre; le courant d'air chaud parcourt toute la couche inférieure du sol au-dessous des racines des plantes, et communique à la vigne l'influence d'un climat plus méridional que celui où elle est plantée. On dit avoir dépensé 14,000 fr. par hectare, et avoir établi ainsi 10 hectares de vignes en plants de Bordeaux. Nous n'avons pu avoir encore de détails plus positifs sur cette entreprise.

NEUVIÈME PARTIE

ALIMENTATION VÉGÉTALE

(ENGRAIS, AMENDEMENTS STIMULANTS).

INTRODUCTION.

Nous venons de traiter des moyens de modifier les propriétés physiques des terrains de manière à les rendre plus propres à la végétation; désormais les plantes y trouveront un milieu meuble, et pourtant ayant un degré de consistance suffisant pour donner un appui convenable à leurs racines, une matrice favorablement disposée pour recevoir et transmettre les influences atmosphériques, et l'humidité nécessaire pour fournir à l'évaporation de la plante, premier mobile de la végétation. Si dans un pareil sol réduit aux matières minérales les plus fixes, les moins solubles, les plantes peuvent vivre en puisant dans l'atmosphère les matériaux qui leur sont indispensables, ce qui n'est pas douteux, il est certain aussi qu'elles ne vivraient pas d'une vie complète et suffisamment développée pour répondre à l'attente des cultivateurs; ce n'est qu'à l'aide des substances solubles du sol qu'elles prennent leur développement normal, et si le sol n'en contient pas, ou n'en contient qu'une quantité insuffisante, l'art doit chercher à y suppléer, en les lui fournissant. Ces substances supplémentaires, véritables aliments végétaux, et auxquelles on a donné le nom d'engrais et de stimulants, selon le point de vue sous lequel on les a considérées, doivent faire l'objet de nos études actuelles. Après avoir fourni aux plantes un domicile convenable, nous devons leur donner maintenant une nourriture suffisante. Semblables

en cela aux animaux, ce sont leurs deux besoins les plus pressants. Mais pour affermir nos pas dans cette route, il ne sera pas inutile de récapituler brièvement les principes de physiologie qui font la base de notre doctrine.

Si nous rappelons à notre mémoire le mécanisme de la végétation, nous trouvons que l'eau mélangée de toutes les substances qu'elle tient en solution pénètre par endosmose dans les vaisseaux des racines, s'élève ensuite par l'effet de la capillarité dans l'intérieur de la tige, où elle prend le nom de *séve*. Arrivée jusque dans les feuilles, la séve éprouve une évaporation considérable qui rapproche les substances dissoutes; sous l'action de l'air lumineux, l'acide carbonique libre qu'elle contient est décomposé, le carbone est fixé dans la plante, et l'oxygène exhalé dans l'air; pendant la nuit, au contraire, l'oxygène de l'air est absorbé par les feuilles, combiné avec les éléments de la séve qui contient du carbone, et l'acide carbonique formé par cette combinaison décomposé de nouveau au retour de la lumière. Les matières solides apportées par la séve sont déposées, selon leur nature, ou à la surface des feuilles, ou à certains points déterminés de l'organisme, autour des cellules végétales et des vaisseaux qu'elles épaississent et qu'elles finissent même par oblitérer tout à fait[1]. Selon quelques-uns[2], ceux de ces matériaux superflus ou inutiles à la végétation sont rapportés par la séve descendante et éliminés par les racines comme des excréments.

Nous ne suivrons pas la séve dans tout son cours pour y observer les transformations qu'y subissent ses éléments, les réactions successives qui créent du sucre, du mucilage, du gluten, de l'albumine, des acides, etc.. Ces importantes études appartiennent à la physiologie végétale, et nous devons ici

(1) Mémoire de M. Payen sur la cellulose.

(2) *Plenck physiologic*. Macaire, Mém. de la Soc. de physique de Genève.

bien limiter l'objet que nous avons en vue. Toutes les matières solubles étant absorbées par les végétaux (fait bien constaté par l'expérience et surabondamment prouvé par les absorptions de véritables poisons qui ont lieu par les procédés de M. Boucherie, dans le but de durcir et de colorer les bois), quelles sont celles des substances solubles qui sont essentielles à la végétation, dont tous les végétaux en général ne peuvent être privés sans en souffrir; et, en second lieu, chaque espèce végétale ou quelques espèces végétales exigent-elles, pour vivre et accomplir pleinement et facilement l'acte de la végétation, la présence de certains éléments particuliers qui ne sont pas nécessaires à d'autres espèces? En un mot, y a-t-il pour les végétaux une nourriture générale, et de plus, pour chacun d'eux, une nourriture spéciale? Telles sont les questions à résoudre avant de pousser plus loin l'examen de notre sujet.

CHAPITRE I.

Aliments nécessaires à tous les végétaux.

On a souvent tenté des expériences pour déterminer les substances essentielles à la végétation, celles au moyen desquelles le végétal pourrait vivre et s'accroître, quoique privé de toutes les autres. On a d'abord constaté que la vie des plantes ne pouvait s'entretenir dans un air dépouillé d'oxygène.

Si, au moyen de la chaux vive, on prive d'acide carbonique un air pourvu d'oxygène, et que l'on absorbe, par le même moyen, celui qui est dégagé par la plante, elle n'y vit que quelques jours sous l'action de la lumière; et si on plonge ses racines dans de l'eau distillée, sans qu'elle puisse recevoir de l'acide carbonique du sol, elle se flétrit, vide ses sucs extractifs dans les parties qui se développent et ne tarde pas à périr.

Ainsi la végétation exige impérieusement de l'oxygène et de l'acide carbonique.

Mais dans une atmosphère sèche et avec ces deux gaz, les plantes ne sauraient vivre non plus; l'eau est donc aussi un élément indispensable. Outre qu'elle est le dissolvant de l'acide carbonique puisé dans le sol par les racines, elle semble le principal moteur du végétal par l'évaporation qu'elle subit dans les feuilles, et enfin un de ses éléments, l'hydrogène, se retrouve uni au carbone dans le ligneux, ainsi que dans une foule de produits végétaux, et ce n'est guère que par l'eau décomposée qu'il est fourni aux plantes.

Quant à l'acide carbonique, celui qui est absorbé par les feuilles, suffisant pour l'entretien de la vie, ne paraît pas suffire pour le développement normal des plantes, car celles dont les racines plongent dans l'eau distillée prennent très peu de développement. Duhamel a élevé pendant trois ans des marronniers dans l'eau distillée, et il a constaté que leur vie était languissante et manquait d'aliments nécessaires[1]. L'expérience suivante mettra ce fait hors de doute, et montrera l'importance que l'on doit attacher au carbone qui, contenu dans le sol, est passé à l'état d'acide carbonique.

Nous avons pris deux caisses : nous avons rempli l'une de sable siliceux, après l'avoir calciné pour détruire toutes les substances organiques qu'il pouvait encore renfermer; la seconde a été remplie de terreau. Nous avons semé six grains de pois dans chacune d'elles; on a arrosé avec la même eau. Les plantes ont été faibles dans les deux caisses, mais beaucoup plus dans celle qui ne renfermait que de la silice. Quand les plantes ont été en fleurs, nous les avons arrachées, desséchées, et nous avons soumis successivement à trois analyses deux grammes de la matière sèche pulvérisée de chaque caisse.

(1) Mém. de l'Acad. des Sciences, 1748; De Saussure, *Recherches sur la végétation*, p. 245.

La moyenne des trois opérations a donné, pour les plantes cultivées dans la silice, 0,46 du poids en carbone; dans celles cultivées dans le terreau, 0,57. La végétation ayant eu lieu dans la même atmosphère, la nutrition par les racines a seule pu donner une si grande différence de carbone aux plantes cultivées dans le terreau et celles cultivées dans la silice.

Dans toutes les expériences que l'on a faites pour rechercher les aliments nécessaires de la végétation, et qui avaient pour but de les faire agir un à un en éliminant successivement tous les autres, il est un élément qui est toujours resté en présence du végétal soumis à l'observation, c'est l'azote. Il se trouve dans l'air ambiant, dans celui qui est dissous dans l'eau absorbée par les racines; l'eau distillée elle-même contient de l'ammoniaque après quelques jours de distillation. On ne pouvait donc pas affirmer d'une manière absolue que la végétation aurait lieu sans le concours de l'azote. Mais quand ensuite on a retrouvé ce gaz dans la composition de tous les végétaux, quand on a constaté qu'il s'y trouve en proportion de leur vigueur, enfin quand on n'a pu douter que la présence des éléments azotés dans les terrains ne fût un des principes d'une végétation développée et complète, il a bien fallu admettre que l'azote était au nombre des substances alimentaires les plus importantes pour la vie végétale.

Ainsi l'oxygène, l'eau, l'acide carbonique et l'azote sont les éléments primaires et indispensables de la végétation, mis en action par deux agents impondérables également essentiels, la chaleur et la lumière, et sans doute aussi par l'électricité.

Les analyses des végétaux démontrent la justesse de ces déductions. Au milieu d'une foule de substances toutes variables selon les espèces, les climats, les terrains, elles nous montrent constamment les substances gazeuses que nous avons indiquées comme étant indispensables à la vie végétale, dans des proportions déterminées qui annoncent assez qu'elles sont la

base de l'organisation des végétaux. On y trouve : 1° des matières hydro-carbonées dans lesquelles le carbone et l'eau entrent comme composants ; ce sont : les fécules, les gommes, les sucres, la manne, le ligneux, les acides ulmique, gallique, acétique, etc.; 2° des matières sur-oxygénées qui présentent à l'analyse du carbone, l'eau ou ses éléments, et l'oxygène excédant : ce sont les acides citrique, quinique, malique, oxalique, tartrique et le tannin ; 3° des matières sur-hydrogénées, où entrent le carbone, l'eau ou ses éléments, et de l'hydrogène excédant, comme l'acide benzoïque, la mannite, la glycérine, les résines et les huiles essentielles ; 4° des matières azotées qui présentent le carbone, l'eau ou ses éléments, et enfin l'azote, savoir : les acides aspartique, hydrocyanique, indigotique, et une foule de substances neutres ou alcalines dont le nombre augmente chaque jour, et parmi lesquelles le gluten est la plus remarquable à cause de ses propriétés nutritives.

Ainsi l'analyse chimique est parfaitement d'accord avec l'expérience et l'induction pour démontrer que les matériaux dont nous venons de parler sont les bases véritables de l'alimentation végétale, et qu'ils ne peuvent être suppléés pour produire des végétaux complets dans leur développement.

CHAPITRE II.

Aliments spéciaux des plantes.

On peut concevoir que les éléments gazeux, dont nous avons parlé dans le chapitre précédent, puissent suffire pour donner à la plante la solidité nécessaire, puisque le carbone se fixe dans son tissu et en forme la plus grande partie. Cependant le squelette végétal n'est pas uniquement composé de carbone, et l'on y trouve aussi constamment des matières terreuses et alcalines ; mais ces matières s'y trouvent en propor-

tion très diverse, non-seulement selon les différentes espèces de plantes, mais encore selon les sols où elles ont crû ; elles se substituent les unes aux autres, et ainsi ne paraissent pas indispensables à la vie des plantes. De même qu'on pourrait concevoir un mammifère vivant après que ses os auraient été ramollis complétement et privés du phosphate de chaux qui leur donne la solidité, on pourrait concevoir un végétal vivant, sans posséder dans son tissu aucun de ces matériaux terreux et alcalins. Dans l'un et l'autre cas, la vie existerait, mais la vie incomplète et telle que ni l'animal ni le végétal ne pourraient remplir leur véritable destination. Outre les matériaux plus particulièrement nécessaires à l'existence, il y en a donc d'autres, inférieurs dans l'ordre physiologique, mais tout aussi importants, pour que ces êtres accomplissent leur destinée. Rappelons de quelle manière ils sont amenés dans la végétation.

Le végétal vit et croît en combinant les éléments gazeux qu'il puise dans l'atmosphère et dans le sol ; mais l'eau absorbée par les racines tient en outre en dissolution une quantité assez considérable de sels minéraux. Aspirée vers le sommet de la plante par l'effet de la capillarité, qui tend à mettre en équilibre d'humidité toutes les cellules de la plante du bas en haut, elle se vaporise dans les parties vertes en y perdant son oxygène ; la séve s'épaissit donc de plus en plus dans les parties supérieures de la plante, et dans toutes celles où s'opère l'évaporation ; et les substances terreuses et alcalines, après avoir subi différentes transformations par leur réaction réciproque et la perte de leur oxygène, la décomposition de l'eau, etc., parvenues à l'état solide, se déposent dans divers organes préparés à les recevoir et selon des lois que les physiologistes tendent de plus en plus à éclaircir. Maintenant ces substances doivent-elles être considérées seulement comme une excrétion qui n'a pu être poussée au dehors, ou sont-elles essentielles à l'organisation de la plante ?

Si les matériaux dont nous parlons n'étaient qu'une excrétion, qu'un départ fait par les organes se débarrassant des substances qui les encombrent sans leur être utiles, il y aurait à s'expliquer comment l'addition de la potasse ou de la soude, dans un sol qui manque d'alcalis, favorise si puissamment la végétation de toutes les plantes. Il faut donc admettre au moins l'utilité de ces substances, soit comme fournissant un aliment nécessaire, soit comme favorisant les combinaisons chimiques qui se passent dans les plantes.

Pour certains autres végétaux, il faut aussi admettre l'utilité de la chaux, car non-seulement la marne fournit le carbone de son bi-carbonate, mais encore elle produit ses effets sur des sols qui possèdent dans leur terreau une quantité suffisante d'acide carbonique, et où elle agit évidemment par sa base et non par son acide. Il en sera de même pour le gypse, qui favorise si merveilleusement le développement de certaines plantes, et que par conséquent l'on ne peut ranger parmi les matières indifférentes et excrémentitielles.

Si l'on considère ensuite que la silice, l'alumine, les phosphates, les oxalates, etc., ne sont pas déposés par la séve dans la portion quelconque de végétal où elle se trouve épaissie et desséchée, mais dans des organes spéciaux, déterminés; qu'il y a donc de la part de ces organes élection, action vitale pour s'en emparer exclusivement à d'autres, on se persuadera difficilement que la nature, si ingénieuse pour se débarrasser des matières nuisibles ou gênantes, ait si bien préparé la place de ces substances, les ait fait concourir à la formation des tissus, sans leur assigner un rôle physiologique important[1].

Ces réflexions nous conduisent à affirmer qu'un grand nombre de matières terreuses ou alcalines transportées par le torrent de la circulation sont utiles pour compléter les plantes, pour leur donner toute leur vigueur, leur taille, leurs pro-

(1) Payen, *Mémoires sur les développements des végétaux.*

priétés diverses; mais nous ne prétendons pas dès aujourd'hui assigner une fonction particulière à chacune de ces substances; peut-être même parviendra-t-on à montrer que les plantes, comme les animaux, s'assimilent certains principes immédiats tout formés et existant dans les substances organiques du sol et des engrais; nous savons que les études de chimie végétale sont encore imparfaites, et qu'on vient à peine de les aborder sérieusement. Un brillant avenir est promis à ces recherches.

Après avoir résolu ainsi la première question que nous nous sommes posée, il s'en présente une nouvelle : Toutes les plantes font-elles une égale consommation des matériaux solubles renfermés dans la terre, ou ont-elles la faculté de choisir ceux qui leur conviennent le mieux? En un mot, les différentes espèces de plantes ont-elles une nourriture différente?

Les plantes fixées sur le même sol, puisant leur humidité dans le même réservoir, n'y pompent pas toutes une séve identique. M. Th. de Saussure a constaté d'une manière positive qu'il y avait pour leurs racines une faculté d'élection [1]; mais ses expériences sur l'inégale absorption des différents sels par le bidens et le polygonum sont loin d'être entièrement satisfaisantes. On y voit que les poisons, comme le sulfate de cuivre, dans lesquels les plantes mouraient en peu de temps, étaient aspirés en plus grande abondance que les sels sous l'influence desquels elles continuaient à vivre. M. de Saussure l'explique [2] en montrant par la section des racines qu'elles étaient décomposées, et qu'ainsi elles n'agissaient plus que mécaniquement dès le commencement de cette absorption; mais ce qu'il a bien constaté, c'est la proportion différente des substances dissoutes que les racines transportent dans le torrent séveux, absorbant une substance préférablement à une autre dans le même liquide, quand ces substances ne sont pas

(1) *Recherches sur la végétation*, p. 247 et suiv.
(2) *Ibid.*, p. 256.

vénéneuses. Ainsi les deux plantes citées, mises en expérience, ont absorbé les sels dissous dans les proportions suivantes :

	Bidens.	Polygonum.
Chlorure de potassium.	16	14,7
Chlorure de sodium	15	13
Nitrate de chaux.	8	4
Sulfate de soude.	10	14,4
Chlorhydrate d'ammoniaque. .	17	12
Acétate de chaux.	8	8
Sulfate de cuivre.	48	47
Gomme	32	9
Sucre	8	29
Extrait de terreau	6	5

M. Trinchinetti ayant repris ces observations avec des soins particuliers, pour que les radicules des plantes n'eussent subi aucune mutilation, a montré : 1° que les racines des plantes absorbent toutes les substances minérales solubles dans l'eau ; 2° qu'elles en absorbent des quantités très diverses, selon les diverses espèces de végétaux, et cela d'une manière indépendante du degré de fluidité de la solution ; 3° enfin, que les substances organiques dissoutes dans l'eau ne sont pas absorbées par les racines dans leur état naturel, mais sont décomposées sous leur influence et partiellement absorbées.

Ainsi, d'abord, quant au premier point, le suc des plantes plongées dans une solution étendue de cyanure de potassium bleuissait avec les sels de fer. Il obtenait des signes évidents de l'absorption du chlorure de sodium, sulfate de cuivre, acétate de plomb, chlorure de barium, iodure de potassium, sulfates de potasse, de zinc et de magnésie, alun, nitrate de chaux, sel ammoniac, eau de chaux et acide arsénieux. Les feuilles de l'*oxalis corniculata* jaunissaient et se fanaient après l'absorption du nitrate calcaire, tandis que les autres végétaux plongés dans la même solution restaient dans leur état naturel. Il paraîtrait donc que l'acide nitrique avait été mis à nu par la combinaison de la chaux avec l'acide oxalique

de l'oxalate de potasse contenu dans les feuilles de l'oxalis.

L'absorption du sublimé corrosif, du nitrate d'argent et de l'acide gallique ne s'étendait pas au delà des parties plongées paraissant frappées de mort sans avoir pu transmettre la substance vénéneuse aux parties restées hors de l'eau.

2° En plaçant des plantes d'espèces différentes dans une solution de deux sels en quantités égales, comme, par exemple, le nitre et le sel marin, l'auteur s'est assuré que les plantes ne contenaient pas indifféremment les deux sels en proportion égale. Lors même que dans la solution la proportion de l'un des sels est beaucoup plus considérable que l'autre, on ne dérange pas les résultats de l'absorption élective, et, dans une solution qui contenait trois fois plus de sel marin que de nitre, une plante de *chenopodium viride* absorba beaucoup plus de nitre que de sel marin, tandis que le contraire avait lieu pour le *solanum lycopersicum*. On sait d'ailleurs que dans les terres salées où le salpêtre s'approprie le sel marin, le *tamarix* sait choisir le sulfate de magnésie.

3° Enfin, dans une décoction de terreau, l'auteur trouva que le vase qui contenait la solution seule et sans végétaux, qu'il avait conservée pour servir de terme de comparaison avec les autres, avait passé à la fermentation putride, tandis que ceux où végétaient des plantes vivantes n'offraient pas ce phénomène. Bien plus, ayant mis dans cette liqueur fétide un pied vigoureux de *chenopodium urbicum*, il trouva que l'odeur nauséabonde diminuait graduellement et cessait bientôt entièrement, faits qui lui paraissent de nature à confirmer le pouvoir des racines pour décomposer et modifier les substances organiques[1].

Si ces expériences ne peuvent pas compléter la démonstration, elles rendent au moins très probable l'opinion que les

(1) *Du pouvoir absorbant des plantes*. Milan, 1843; 1 vol. in-4°; et *Bibl. univers. de Genève*, octobre 1843, p. 346 et suiv.

plantes s'approprient les substances solubles dans des proportions très différentes; mais, d'ailleurs, l'analyse des végétaux qui ont crû sur le même terrain vient nous le confirmer. Ainsi, quant à leurs éléments essentiels, les matières oxygénées, hydrogénées, carbonées, varient entièrement dans leurs rapports de quantité d'une plante à l'autre, et une longue série d'analyses pour déterminer leur azote nous montre aussi qu'elles ont une aptitude très diverse pour fixer ce gaz; enfin, l'analyse des cendres des végétaux nous indique la prodigieuse diversité des éléments alcalins et terreux que les différentes plantes se sont assimilés. Les unes, comme les soudes, par exemple, se chargent de sel marin sur le même sol où le froment n'en prend qu'une petite quantité; les autres, comme la pariétaire, l'ortie, la bourrache, avides de nitrates, savent les choisir à côté d'autres plantes venues sur le même terrain, et qui en présentent à peine des traces. Il ne semble donc pas possible de nier que les végétaux possèdent une propriété d'élection pour admettre ou au moins pour retenir certaines substances de préférence à d'autres, et qu'ainsi les plantes n'ont pas toutes une même nourriture.

Outre les résultats de l'analyse, l'expérience agricole est toute en faveur de cette opinion. On sait que certains engrais semblent plus spécialement favorables à certaines plantes, comme le gypse, par exemple, aux légumineuses; que certains végétaux affectionnent certaines natures de sol en raison des principes qu'ils contiennent, comme la fougère et le châtaignier qui se plaisent dans les sols abondants en potasse, dans les schistes, les terrains volcaniques, et non dans des terres calcaires, ou dans celles qui sont moins abondamment pourvues de sels alcalins; que l'association de deux espèces de plantes dans une même culture, comme dans celle du méteil, produit une récolte totale plus considérable que si l'on avait cultivé chacune de ces plantes séparément; qu'il en est de même

du mélange de deux espèces d'arbres, le tremble et l'orme, qui, réunis sur le même espace de terrain, produisent plus de bois que lorsqu'on n'a planté que des arbres d'une seule espèce [1]. Ces faits multipliés prouvent que ce n'est pas une certaine quantité d'un principe nutritif uniforme, mais un choix de principes nutritifs différents, qui est nécessaire aux plantes.

Duhamel, qui s'est prononcé pour l'opinion contraire, la discute dans sa physique des arbres [2], mais son argumentation ne résiste pas aux nouvelles lumières acquises sur ce sujet. Ainsi il objecte qu'un jeune citron, greffé par la queue sur une branche d'oranger, conserve ses qualités de citron, sans participer en rien de l'orange, ce qui prouve, dit-il, que les sucs de l'oranger se sont modifiés en passant par la queue du citron. Mais cette modification ne provient-elle pas de ce que les vaisseaux du citron n'ont pas admis indifféremment les substances contenues dans la sève de l'oranger, et qu'il y a eu élection? Pour que l'argument fût valable, il faudrait analyser la sève du sujet et celle de la greffe, en choisissant les espèces les plus différentes possible. L'expérience ne serait pas difficile, car on sait que des greffes hétérogènes réussissent quelquefois pour quelque temps. Duhamel objectait que le goût de terroir, communiqué par certains terrains et certains engrais à tous les fruits d'espèces différentes qui y croissent, prouvait que leurs sucs étaient aspirés indifféremment par tous les végétaux. On ne nie pas que les végétaux admettent dans leur circulation toutes les substances solubles; on conteste seulement qu'ils les admettent et surtout qu'ils les assimilent toutes dans la même proportion. Il y a d'ailleurs des solutions indifférentes, comme certains liquides colorés, qui passent également dans les vaisseaux de toutes les plantes. L'analyse seule des plantes

(1) Schwerz, introduction, p. 93.
(2) T. II, p. 209.

et de leurs cendres peut faire apprécier la quantité des principes qu'elles ont assimilés, et l'expérience comparative, au moyen de plantes diverses placées dans les mêmes solutions, peut faire juger de la proportion qu'elles en ont admise.

La grande objection de Mariotte n'a pas plus de force aujourd'hui. « Prenez, disait cet auteur, un pot où il y ait sept à huit livres pesant de terre, et semez-y une plante telle que vous voudrez, elle trouvera dans cette terre et dans l'eau qui y tombe par les pluies tous les principes dont elle sera composée, étant arrivée à sa perfection ; or, comme on peut y semer 3 à 4,000 plantes différentes, si leurs sels, leurs huiles, leurs terres, etc., étaient différentes les unes des autres, il faudrait que tous ces principes fussent dans ce peu de terre et dans le peu d'eau de pluie qui y tombe pendant 3 ou 4 mois, ce qui est impossible : car chacune de ces plantes, venant à maturité, donnerait au moins un gros de sel fixe, deux gros de terre, etc., et tous ces principes ensemble, y compris ceux qui sont mêlés avec les eaux distillées, pèseraient au moins deux ou trois onces, qui, multipliées par le nombre de plantes que l'on suppose être de 4,000, feraient un poids de 500 livres, au lieu que toute la terre du pot et l'eau des arrosages pendant quatre mois ne pèserait pas 20 livres[1]. »

Rien n'autorise à croire que 4,000 plantes et même un nombre infiniment moins grand puissent successivement être élevées et venir à maturité dans le pot de terre dont parle Mariotte, si l'on n'y ajoutait pas des engrais. Nous avons obtenu dans une caisse de $0^m,60$ au carré sur $0^m,40$ de profondeur, qui contenait $38^k,4$ de terre, quatre plantes de tournesol (helianthus annuus) qui pesaient fraîches 12 kilogr. avec les graines. D'après la formule de Th. de Saussure[2], elles auraient donné 1,116 grammes de cendres contenant :

(1) Œuvres de Mariotte. Leyde, 1717, t. I, p. 127.
(2) *Recherches sur la végétation*, tableaux des incinérations.

	gram.
Sels solubles.	574,740
Phosphate terreux.	251,100
Carbonate terreux.	4,464
Silice.	41,848
Oxydes métalliques.	0,556
Substances négligées.	243,292
	1116,000

La terre soumise à l'expérience était composée ainsi qu'il suit:

		donnant pour 38k.4 de terre ou 38 400 grammes.
Sels solubles.	30	1152,0
Carbonate de chaux . . .	463	17779,2
Phosphate de chaux . . .	20	768,0
Silice libre.	120	4608,0
Argile	301	11558,4
Terreau.	66	2534,4
	1,000	38400,0

On voit que la terre a pu fournir surabondamment des sels solubles et des matières terreuses pour cette récolte; cependant une seconde récolte y a été chétive, sans doute par la difficulté qu'avaient les plantes à atteindre les sels de potasse et les phosphates restant dans le sol, et qui peut-être n'y étaient pas pour le moment dans un état de solubilité suffisant.

Ainsi, tous les faits concourent à prouver que les différentes plantes ne prennent pas sur le même terrain les mêmes doses des éléments qu'ils y rencontrent, en un mot qu'elles ont une alimentation différente.

CHAPITRE III.

Recherches des aliments convenables aux diverses plantes.

Les difficultés que nous avons rencontrées pour résoudre la question générale se multiplient ici en raison du petit nombre

d'analyses que nous possédons, et des circonstances bornées dans lesquelles elles ont été entreprises.

Nous pouvons rarement déterminer par une épreuve directe l'effet de tel ou tel engrais sur les plantes; pour en bien juger, il faudrait pouvoir employer les substances alimentaires isolées les unes des autres; or, comme les végétaux s'emparent d'une foule d'éléments, il faudrait pouvoir les éliminer les uns après les autres, et juger de l'effet de leur privation sur la végétation. Admirable sujet d'étude qui s'offre à ceux qui auront l'honorable ambition de contribuer à établir solidement les principes de la science agricole! Mais ces longues et difficiles expériences n'ont pas encore été tentées, et nos connaissances dans ce genre sont purement empiriques. Il ne faut pas cependant les dédaigner en attendant que nous puissions en avoir qui soient fondées sur une observation mieux dirigée, car c'est par elles seules que nous pouvons indiquer jusqu'à nouvel ordre le genre d'engrais qu'il faut préférer dans la culture des différents végétaux. Ainsi nous savons dès à présent, d'une manière à peu près certaine, tellement les opinions des praticiens sont concordantes à cet égard, que le principe calcaire est utile dans la culture des graminées, les sulfates dans celle des légumineuses et des crucifères, le carbone dans celle des pommes de terre, de la vigne; mais ces notions ne s'étendent qu'à un très petit nombre de végétaux. Les engrais dont on se sert renferment en plus ou moins grand nombre les éléments de la végétation, et on n'a pu bien distinguer pour chaque plante ceux qu'elle s'approprie de préférence, et ceux qu'elle laisse intacts, à la disposition des végétaux qui doivent lui succéder.

En attendant que les expériences directes que nous recommandons aient été faites, nous n'avons pour nous guider que l'analyse des plantes; l'examen de la quantité d'azote, de carbone et de matériaux fixes qu'elles contiennent. Cette analyse

nous indique les matériaux qu'elles s'approprient. Mais ce ne sera qu'après avoir soumis les végétaux vivants à la contre-épreuve des effets des différents éléments nutritifs que nous parviendrons à établir la théorie de la nutrition végétale sur une base fixe. Quand on sera arrivé aux résultats par les deux voies, par l'analyse qui retrouvera les matériaux dans la composition des plantes, par la synthèse qui leur offrira ces matériaux et s'assurera de leurs effets sur les fonctions de la vie, la science sera complète.

L'analyse elle-même, en nous présentant les éléments qui entrent dans les plantes, ne nous apprend pas distinctement ceux qui lui sont essentiels et ceux qui ne sont qu'adventifs, qui, dans d'autres circonstances du sol, pourraient ne pas exister sans nuire à la vigueur de la végétation. Pour qu'elle soit complétement instructive, il faut qu'elle soit faite sur des plantes venues sur des sols bien analysés eux-mêmes, manquant successivement des différentes substances, et sur un grand nombre des plantes venues simultanément sur le même sol. Des résultats aussi complets que ceux que nous venons d'indiquer nous manquent encore, mais les fragments que nous possédons peuvent nous conduire cependant à quelques conclusions. Nous ne nous servirons pas des analyses de M. Berthier, qui n'ont eu pour objet que les bois. Les analyses de Sprengel, que nous avions données dans la première édition de ce volume, ne nous ont pas paru devoir être reproduites. Il est évident que ses procédés de combustion étaient imparfaits, puisque la quantité de cendre qu'il annonce est presque double de celle qu'ont obtenue ses successeurs. Nous nous contenterons de donner ici les analyses de M. Boussingault et deux analyses de Robert Kane. La science ne tardera pas à en recueillir un beaucoup plus grand nombre qui nous permettront de comparer l'influence des climats et des terrains sur l'absorption des plantes.

	PARTIE COMBUSTIBLE.					CENDRES.											
	Carbone.	Hydrogène.	Oxygène.	Azote.	Total.	Acide carbonique.	Acide sulfurique.	Acide phosphorique.	Chlorure.	Chaux.	Magnésie.	Potasse.	Soude.	Silice.	Fer et alumine.	Perte et eau.	Total.
ANALYSE DES PLANTES, SUR 10,000 PARTIES DESSÉCHÉES DANS LE VIDE SEC, PAR M. BOUSSINGAULT.																	
Pommes de terre (tubercules).	4372	600	4488	150	9610	52	27	44	10	7	21	200	traces.	22	2	5	396
Betteraves (racines).	4275	577	4358	166	9576	100	10	57	32	42	28	251	37	52	15	20	624
Navets (racines).	4280	554	4240	168	9242	106	83	46	22	83	32	255	51	48	9	45	758
Topinambours (tubercules)	4502	591	4356	157	9406	65	13	64	9	13	10	264	traces.	77	31	48	594
Froment (graine)	4610	580	4540	229	9757	0	2	114	traces.	7	59	72	traces.	3	0	6	245
Avoine (graine)	5052	632	5714	224	9602	7	4	59	2	15	31	51	0	212	5	11	398
Maïs (graine)					9890	0	traces.	55	traces	1	19	34		9			110
Pois (graine)	4606	609	4055	418	9686	2	15	94	3	31	37	111	8	5	traces.	8	314
Haricots (graine)[1]					?9686	10	4	84	3	18	36	154	0	3	traces.	2	?314
Fèves (graine)[1]					?9686	3	5	106	2	16	27	142	0	2	traces.	16	?314
Froment (paille)	4848	541	5879	55	9303	0	7	22	4	59	31	64	2	471	7	27	697
Avoine (paille)	4995	572	3928	38	9491	16	21	15	24	42	14	124	22	203	11	17	509
Seigle (paille)	4998	558	4036	50	9632												368
Pois (paille)	4580	500	3337	231	8868												1132
Topinambours (tiges sèches).	4566	543	4572	43	9724												276
Trèfle (foin)	4753	469	3796	206	9242	195	19	49	20	192	49	207	4	41	2	2	776
Pommes de terre (fanes).	4480	510	3050	250	8220												1780
Betteraves (feuilles).	5810	510	3080	450	7850												2150
Trèfle (racines)	4540	530	3690	180	8750												1260
PLANTES ANALYSÉES PAR ROBERT KANE (*Phil. Magaz.*, 3e série, t. XXIV, p. 98), ET DESSÉCHÉES SEULEMENT A 100 DEGRÉS.																	
Chanvre (tiges)	5994	506	4872	174	9546	145	5	15	7	190	22	34	3	30	4		454
Lin (tiges)	5872	753	4839	56	9500	85	13	54	12	61	59	49	49	107	30		500

(1) L'auteur n'a pas donné la proportion des cendres des graines ; nous l'avons supposée la même que pour les pois.

M. Lassaigne a trouvé que la luzerne cultivée à Alfort près Paris donnait 6,5 p. 100 de cendres, et contenait par conséquent, parties combustibles, 9350 ; sels alcalins solubles, carbonate, sulfate de potasse et chlorure de potassium, 180; phosphate de chaux, 110; carbonate de chaux, 330; silice, 30 ; des traces de sulfate de chaux.

En examinant le tableau précédent, on trouve : 1° qu'il y a plus de parties combustibles dans les semences et dans les tubercules farineux que dans l'ensemble des tiges en fleurs, dans celles-ci plus que dans les tiges après la fructification (autrement appelées pailles); enfin que les feuilles et les racines en ont la plus petite quantité; 2° que les pailles renferment la plus grande quantité de carbone, ainsi que les semences; les tiges et les feuilles, la moindre quantité; 3° que l'azote est en plus forte proportion dans les semences, mais que certaines feuilles, certaines tiges, la paille de pois même, en renferment une quantité très considérable. Et quant aux matières fixes (les cendres), la potasse compose la plus grande partie de la masse ; en grande quantité dans les racines, elle est moins abondante dans les tiges et moins encore dans les semences. La chaux est en quantité très variable selon les espèces; on la trouve à son maximum dans le foin de luzerne, de trèfle, et dans la tige de chanvre; à peine se fait-elle remarquer dans la graine de froment et la pomme de terre; les phosphates affectionnent surtout les graines, et entre autres celle de froment et celle de féve; la silice abonde ordinairement dans les tiges et dans les enveloppes des semences, comme on le voit pour celle d'avoine qui, d'ailleurs, est accompagnée de tant d'organes appendiculaires (poils, arêtes, etc.).

Ces observations suffiront pour montrer que les plantes absorbent une certaine quantité de principes inorganiques qui entrent dans leur composition et que le sol doit leur fournir. Sans doute la quantité que chacune d'elles s'assimile n'est pas une mesure des effets que sa privation absolue pourrait lui

faire éprouver; ainsi nous voyons le froment démontrer par l'état de sa végétation la nécessité du principe calcaire; s'il n'existe pas dans le sol, cette plante ne prend pas tout son développement; s'il lui est fourni, elle prospère et double sa récolte, et cependant nous voyons qu'elle est une de celles qui s'approprient ce principe en moindre quantité. Nous sommes donc loin de prétendre que la masse des éléments divers contenus dans le sol soit la mesure de la réussite de différentes plantes, et que dans nombre de cas ils ne puissent se suppléer; nous disons seulement qu'il est utile qu'ils s'y trouvent en quantité suffisante pour être à portée des plantes et dans l'état où elles peuvent les absorber, et que le succès des cultures sera d'autant plus assuré que les matériaux propres à leur organisation ne leur manqueront pas.

CHAPITRE IV.

Méthode à suivre dans le choix des aliments des plantes.

Nous nous sommes efforcé de démontrer, dans les chapitres précédents, que les plantes avaient besoin d'aliments généraux nécessaires à leur existence, et d'aliments spéciaux indispensables à leur complet développement; l'application de ces principes exige d'abord que nous analysions les plantes que nous soumettons à la culture, que nous les analysions dans leur état de plus grand développement et de plus grand produit, et dans des circonstances locales et climatériques différentes pour nous assurer de la nature de leurs éléments, et par conséquent de celle des aliments qui doivent leur être fournis. Cette analyse est indispensable pour établir le choix et la dose de ces aliments sur des bases solides; c'est par elle que doit commencer toute recherche sur l'alimentation végétale.

Il faut ensuite constater ceux de ces éléments d'alimentation qui manquent au terrain, et ici se présentent deux méthodes : la première consiste à faire l'analyse exacte et détaillée du sol pour déterminer les substances qui lui manquent, et qu'il faut lui fournir; la seconde est fondée sur l'analyse des récoltes que l'on enlève au sol pour constater les matières qu'il faut lui restituer pour le remettre dans l'état où il était avant la récolte. La première va directement au but; mais elle exige, pour chaque terrain, une opération qui devrait être répétée chaque année, si on ne la combinait avec la seconde. Celle-ci a l'avantage de pouvoir se réduire en formule, car une fois les plantes de la culture usuelle analysées, on peut penser que leur composition dans les différentes années ne s'éloigne pas beaucoup d'une composition normale et moyenne qui est à déterminer. Mais c'est aux savants à rédiger ces formules, et une fois à la disposition du public, il semble que le choix des engrais nécessaires n'est plus que l'affaire d'un calcul très élémentaire. On se tromperait cependant si l'on croyait à l'exactitude rigoureuse d'un pareil moyen. Déjà nous avons plusieurs analyses de plantes faites par des chimistes habiles et dans les différentes circonstances de climat et de sol ; elles sont loin de donner des résultats identiques ; les éléments constituants des plantes y varient selon des proportions très diverses. On n'aura donc de la sorte qu'un à peu près si l'on ne fait pas à chaque récolte l'analyse des plantes. Or, cette analyse est encore plus délicate et plus longue que celle du sol. On parviendra à une approximation satisfaisante si, quand on aura des analyses moyennes des plantes, on commence à analyser le sol ; qu'ensuite, pendant un certain nombre d'années, on se serve des formules qui indiquent la composition des plantes, mais que plus tard on en revienne à l'analyse du sol. Cette marche est d'autant plus nécessaire que les terres perdent ou acquièrent des éléments nouveaux par d'autres voies que les

récoltes et les engrais, et qu'il faut bien vérifier de temps en temps ces gains et ces pertes qui s'opèrent à notre insu.

Après avoir déterminé la nature et la quantité de substances complémentaires à ajouter au sol, il restera à faire l'étude de ces substances elles-mêmes, et ce sera le sujet de nos recherches actuelles.

Mais avant d'entrer dans une discussion détaillée, nous devons nous arrêter un moment sur l'ordre que nous aurons à suivre, et qui est loin d'être indifférent, car il peut faciliter ou compliquer l'étude que nous devons faire; il peut éclairer et diriger les applications tout en rendant la théorie plus facile à saisir, ou jeter du trouble dans les esprits et de l'incertitude dans les pratiques, selon qu'il sera bien ou mal choisi. Supposons, par exemple, que nous adoptions l'ordre suivi par tous les auteurs qui nous ont précédé, celui qui divise les engrais en minéraux, végétaux, animaux: qui ne voit qu'en transportant ici une division empruntée à l'histoire naturelle, nous manquons notre but, qui n'est pas de faciliter la recherche de l'origine de l'engrais, origine toujours bien connue, mais d'éclairer l'agriculteur sur la convenance de son emploi, pour laquelle cette classification ne nous apprend rien? Nous avons donc pensé que l'ordre à suivre dans cette matière devait dépendre surtout du degré d'importance des substances propres à la nutrition, combinée avec la difficulté de se les procurer. Non pas que cette importance relative ne puisse varier et qu'elle ne doive être attribuée pour un champ donné à la substance peut-être très commune qui lui manque; nous parlons ici de l'importance absolue en la basant sur l'état général des terres, et en donnant la prééminence aux éléments de nutrition qui y sont les plus rares, qui sont les plus chers et les plus difficiles à obtenir. En suivant cette méthode, nous aurons déjà beaucoup fait pour établir la valeur comparative des engrais. Comme elle se base sur des considérations générales

relatives à cette importance, relatives à la constitution et à l'action de ces substances, c'est par leur exposition que nous allons commencer.

CHAPITRE V.

Considérations générales sur les matières alimentaires des plantes (engrais).

En exposant la nature des principes des plantes, nous avons signalé en première ligne plusieurs de ces principes, l'eau, l'acide carbonique et l'azote, comme étant indispensables à l'existence des plantes. Nous assignons par là leur degré d'importance relativement à l'alimentation végétale. Si nous voulons ensuite assigner un rang à ces trois éléments, tous les trois nécessaires, il faudrait partir d'une autre considération, celle de la facilité ou de la difficulté de se les procurer.

Dans un grand nombre de pays, la nature fournit elle-même l'eau nécessaire à l'alimentation des plantes; dans d'autres, ce principe est surabondant, et ailleurs il est en défaut habituellement, ou dans certaines saisons de l'année. Nous avons déjà indiqué, en parlant des amendements, les moyens de rétablir, dans ces deux derniers cas, l'équilibre nécessaire à une bonne végétation; nous ne nous en occuperons pas ici.

Restent donc l'acide carbonique et l'azote. L'acide carbonique résulte de la décomposition des débris végétaux que renferme la terre et sursature souvent les éléments calcaires du sol. Il se rencontre ordinairement en quantité suffisante, et quelquefois même il existe en excès, ce qui oblige à le neutraliser par le moyen de la chaux. Fourni d'ailleurs aux plantes par l'atmosphère, il ne manque guère que dans des cas assez rares, dans des terrains secs où le terreau a été épuisé, ou entière-

ment converti en matière charbonneuse. Dans ce cas même, l'abondance et le bas prix des matières qui peuvent le fournir, comme la marne, les débris végétaux épuisés, le ligneux, n'offrent que l'embarras du choix.

Il n'en est pas de même de l'azote : il n'est pas prouvé que les plantes en soutirent à l'air atmosphérique, et, dans tous les cas, plusieurs familles entières de végétaux, comme les graminées, sont tout à fait impropres à l'y puiser; mais c'est dans l'ammoniaque mêlée à l'air et ramenée sur la terre par les rosées et les pluies, et surtout dans les débris des végétaux et des animaux, qu'il se trouve en abondance. Les matières minérales, la chaux, l'argile ne sont que des excipients propres à retenir la petite quantité de celui qui flotte dans l'atmosphère sous forme d'ammoniaque ou d'acide nitrique; en outre, plusieurs des composés azotés sont volatils, et laissent perdre une partie de cette base sans profit pour la végétation. Enfin, le besoin de substances azotées est tellement senti, que, sans analyse préalable, par un accord général et spontané, fruit de l'expérience de tous les peuples, le prix de chacune des substances qui le contiennent est presque relatif à la quantité d'azote qu'elles renferment, dans chacun des emplois que l'on peut en faire. C'est donc cette substance la plus rare, la plus chère, la plus nécessaire que nous devons rechercher la première; c'est elle qui doit surtout nous préoccuper dans le choix des engrais. Quand nous aurons pourvu nos terres d'azote, il sera facile ensuite de trouver les autres suppléments nécessaires à la végétation.

Si nous passons aux aliments spéciaux, nous trouverons les alcalis minéraux, principes qui se présentent constamment, quoique en proportions très variables, dans les analyses végétales, et parmi ceux-ci la potasse occupe le premier rang, soit par le plus grand nombre de végétaux où elle domine, soit aussi par sa rareté et son prix. La soude remplace fréquemment la potasse dans la végétation comme dans les arts; nous

la trouvons dans les plantes qui ont crû sur des terrains salifères sans que la réussite des récoltes en ait souffert. Elle s'y rencontre à des doses qui rappellent celles de la potasse dans d'autres terrains, tandis que cette dernière a pris un rôle secondaire, et un grand nombre d'arts qui se servaient exclusivement de potasse emploient maintenant, à cause de l'économie qui en résulte, la potasse factice, qui n'est autre chose qu'un mélange de sels de soude fondus ensemble.

Le phosphore se trouve ordinairement dans toutes les terres calcaires sous forme de phosphate; il manque souvent aux terres non calcaires, et on peut le lui fournir au moyen des os pulvérisés, des coquillages, du falun ou du noir animal; le prix des os est tel qu'en payant l'azote qu'ils contiennent, on obtient gratuitement le phosphate de chaux; on peut aussi l'avoir à bon compte en employant les coquillages, le falun.

Le sulfate de chaux marche sur la même ligne, à cause de la petite quantité que l'on en emploie sur les terres, et de son bon marché dans la plupart des pays. Quoique plus cher, le chlorure de sodium, partout où il serait nécessaire, ne devrait être fourni qu'à faible dose, et probablement son application la plus utile ne serait pas celle que l'on ferait directement au sol. Si l'on nourrissait des bestiaux, il conviendrait d'arroser le fourrage de sa solution, pour le retrouver ensuite dans les fumiers. Il aurait ainsi, dans la nourriture du bétail, un effet avantageux sur le sol qui compenserait la dépense.

La chaux, la magnésie, quand on peut se les procurer, ne coûtent presque que des frais d'extraction et de transport.

Après avoir ainsi parcouru tous les aliments des végétaux dans leur état de simplicité, et indiqué les moyens de se les procurer, nous aurons à nous occuper des aliments composés qui constituent réellement ce que l'on doit appeler engrais; ce sont les excréments et les urines des animaux domestiques, recueillis par des excipients quelconques, secs et spongieux

comme la terre, la paille ou tout autre végétal sec qui s'empare de leurs sucs, ou bien liquides comme l'eau, auxquels on les mêle dans des réservoirs.

CHAPITRE VI.

De l'état dans lequel les aliments doivent être fournis aux plantes.

Le carbone ne devient soluble dans l'eau et propre à être absorbé par les plantes que sous la forme d'acide carbonique. C'est sous cette forme qu'il doit être offert aux plantes, soit que leurs feuilles le puisent dans l'atmosphère, soit que l'eau météorique ou l'humidité du sol s'en emparent quand il se dégage des matières organiques qui fermentent, ou quand, uni à des bases salines ou terreuses, il forme avec elles des sels solubles.

L'oxygène est fourni à la végétation par l'eau atmosphérique qui le contient presque toujours en excès, ou par l'acide carbonique qui, en se décomposant et déposant son carbone, abandonne l'oxygène qui concourait à le former. L'hydrogène paraît résulter aussi de la décomposition de l'eau.

Quant à l'azote, ou bien il se trouve dans les engrais sous forme de sels ammoniacaux solubles, ou bien il se trouve engagé dans le tissu des plantes et ne peut être extrait qu'à la longue et par l'effet de leur putréfaction. Il n'est pas bien certain que la plante n'absorbe pas sans les décomposer plusieurs produits quaternaires qui renferment ces gaz en combinaison.

Nous savons qu'on essaierait vainement de nourrir un animal en lui administrant les substances pures qui font la base de son organisation, et qu'il faut qu'il trouve dans les produits végétaux qu'il consomme ces matériaux déjà combinés et organisés. Nos savants confrères, MM. Boussingault, Dumas

et Payen, vont même plus loin encore, et ils cherchent à prouver que la graisse qui s'accumule dans les tissus des animaux est recueillie toute formée, ou du moins sous une forme analogue à la vraie graisse, dans les aliments végétaux dont ils se nourrissent ; quant aux plantes, on les reconnaît aptes à combiner entre elles des principes élémentaires, mais quand elles trouvent dans le sol des produits quaternaires déjà formés, leur végétation luxuriante en montre les bons effets. M. Chevreul a déjà indiqué qu'il se pourrait que le sang appliqué comme engrais ne fût pas complétement décomposé en passant dans le torrent séveux, et qu'une partie pourrait bien être absorbée sous une forme moins altérée. On pourrait peut-être en dire autant des excréments qui communiquent leur odeur propre aux végétaux, et non pas seulement une odeur d'ammoniaque ou d'hydrogène sulfurée ou carbonée qui proviendrait de leur entière décomposition.

Nous sommes en présence de ces problèmes, mais nous n'en avons pas la solution. Toujours est-il que les engrais provenant des débris de l'organisation se sont montrés les plus puissants, et que si l'on ne peut nier que la végétation peut s'accomplir en leur absence, il faut convenir aussi qu'ils paraissent lui être plus avantageux, se mieux prêter à l'assimilation, épargner à l'organisation un travail qu'elle trouve tout fait.

L'azote, qui fait partie de combinaisons quaternaires, elles-mêmes emprisonnées dans des tissus plus ou moins résistants, ne peut être mis à découvert et à portée des organes végétaux qu'autant que ces tissus sont décomposés par la fermentation. Il n'est donc pas indifférent de s'assurer de l'état de combinaison où il se trouve, pour savoir à quelle époque, prochaine ou éloignée, la végétation pourra en profiter. Ainsi le corps azoté qui consisterait en ammoniaque pure s'évaporerait avec rapidité, et toute l'activité d'absorption de la plante n'en pourrait recueillir qu'une faible partie, tandis que, s'il

était renfermé dans le tissu d'un os entier, il faudrait des siècles pour que la végétation pût s'en saisir, puisqu'on a constaté la présence de la gélatine et de l'albumine dans des os dont l'antiquité était indubitable, dans des os trouvés dans les fouilles de Pompeï. Nous devrons donc nous préoccuper beaucoup de l'état des corps considérés comme engrais.

Il y a déjà bien des années, M. Payen, ayant eu à s'occuper des moyens d'utiliser les débris des animaux, avait entrevu un principe qu'il a définitivement formulé ainsi :

« *Les engrais ont d'autant plus de valeur que la proportion de substance organique azotée y est plus forte et y domine, surtout relativement à celle des matières organiques non azotées, et que la décomposition des substances quaternaires s'opère graduellement et suit mieux les progrès de la végétation.* »

Après la dose absolue de l'azote, c'était donc sa quantité relative et son mode d'agrégation avec les matières non azotées qu'il fallait considérer, et le plus ou moins de facilité de la désagrégation. L'expérience seule pouvait prononcer sur ce dernier point; mais on n'a pu encore faire d'expériences régulières et directes. On est obligé de s'en remettre à celles qui résultent de la pratique agricole, et l'on sait que celles-ci, soumises à des influences diverses de sol et de climat, recueillies jusqu'ici par tradition plus que par une observation préconçue, ne nous donnent que des à-peu-près dont il faut bien se contenter. Dans les expériences plus directes que nous avons tentées et que nous rapportons plus loin, nous avons trouvé que le fumier d'écurie prolonge ses effets pendant trois ans dans les terrains frais du midi de la France, et agit sur deux récoltes de froment, de manière que, sur 1,000 parties d'azote de l'engrais, la première récolte en prend 639, et la seconde 361 sur un terrain sec; mais que si l'on arrose et que l'on fasse une double récolte dans l'année, la décomposition s'accélère, et

les 1,000 parties d'azote disparaissent dans ce laps de temps. Si l'on se sert des os, leur broiement hâte beaucoup aussi le dégagement des matières azotées emprisonnées dans leurs cellules. Les matières fécales desséchées perdent leur ammoniaque; mais lorsqu'elles sont mêlées avec des matières poreuses, telles que le charbon, celles-ci s'emparent des vapeurs ammoniacales et ne les cèdent qu'avec plus de lenteur. Ainsi, dans le premier cas, la présence de l'eau, dans le second la division mécanique, sont les agents dont on se sert pour entrer plus tôt en jouissance des matières azotées; dans le troisième, au contraire, on les mêle à des matières qui les retiennent dans leurs pores, pour s'opposer à l'excès de leur volatilité. Il y a donc des préparations nécessaires pour accélérer ou ralentir l'action des substances destinées à l'alimentation des végétaux, et qui font partie de la science des engrais.

En général, un engrais sera d'autant plus profitable que son action sera accomplie dans le cours d'une récolte, puisqu'alors les avances des cultivateurs rentreront immédiatement; et les engrais tardifs perdront de leur valeur en proportion de la durée de leurs effets, puisqu'on sera obligé de leur faire supporter l'intérêt d'une partie de leur prix d'achat pendant cette durée. Mais ce principe absolu n'est pas toujours vrai, car si les intempéries s'opposent au succès de la récolte semée avec l'engrais hâtif, il sera entièrement perdu, tandis que l'engrais tardif profitera encore aux récoltes subséquentes. Cela explique pourquoi dans les contrées méridionales, exposées à la sécheresse printanière, on préfère les fumiers tardifs, et l'on fume rarement en couverture sur les plantes, si ce n'est les terrains arrosés, tandis qu'il en est tout autrement dans les pays plus septentrionaux, où la distribution des pluies est plus favorable aux récoltes.

Les principes que nous venons d'exposer relativement aux engrais azotés ne sont plus applicables aux substances ter-

reuses et alcalines qui entrent comme auxiliaires puissants dans l'organisation végétale : les alcalis minéraux, la chaux, les sulfates, les chlorures, les phosphates. Ici l'expérience est décisive, et elle nous prouve que les végétaux les absorbent et se les approprient le plus souvent sous la forme minérale qu'ils ne doivent pas quitter. On applique directement ces sels et ces oxydes, ou on les mêle avec les autres engrais; dans l'un et l'autre cas, ils produisent également leurs effets.

CHAPITRE VII.

Aliments des végétaux considérés comme contenant de l'azote.

Nous avons à pourvoir aux besoins très divers des terres, à leur apporter les éléments de nutrition qui leur manquent, à compléter ceux qu'elles possèdent en quantité insuffisante. Ce n'est que par le choix judicieux des substances qu'on devra leur appliquer que l'on parviendra à remplir le but que se propose l'agriculture. Jusqu'à présent on a agi un peu au hasard, ou plutôt l'emploi des fumiers, qui eux-mêmes contiennent la plupart des éléments de la végétation, a suppléé à l'intelligence du cultivateur. En employant à doses inconnues un pareil mélange de substances, on avait la chance que la substance réclamée par la terre s'y rencontrerait. C'est ainsi que dans l'ancienne matière médicale on entassait une foule de médicaments divers dans la thériaque, espérant qu'il s'en trouverait quelqu'un qui conviendrait à la maladie, et que les organes malades sauraient bien y choisir. Aujourd'hui il y a quelque chose de plus à faire : c'est d'ajouter à ces fumiers eux-mêmes les éléments dont ils manquent; c'est d'y rétablir les proportions en rapport avec les besoins des terres que l'on

traite; c'est enfin, dans bien des cas, de profiter d'une foule de corps qui présentent isolément un ou plusieurs de ces éléments, que la pratique dédaigne faute d'en connaître les propriétés, et qui peuvent être d'un grand secours pour l'agriculture.

D'après ces idées, l'ordre qui convient le mieux à notre étude est celui qui classe les corps susceptibles de fournir des aliments aux plantes selon l'ordre de l'élément qui y domine; nous allons commencer cet examen par ceux qui renferment l'azote en quantité notable, et par les substances où l'azote se trouve en simple état de combinaison, sans être engagé dans des corps non azotés; nous continuerons en suivant l'ordre des composés les plus simples, et nous terminerons par les engrais les plus complexes, les fumiers. Nous devons reconnaître ici hautement que la plupart des analyses de ce chapitre appartiennent à MM. Boussingault et Payen, dont les travaux ont été si utiles aux progrès de la science agricole.

SECTION I. — *Sels.*

§ I. — Nitrates.

Les nitrates de potasse, de soude et de chaux ont été soumis à l'expérimentation agricole et ont donné de bons résultats. Le nitrate de potasse en particulier a été souvent essayé. Nous-même nous en avons éprouvé de bons effets, en le mêlant avec du terreau dont nous recouvrions les graines de betteraves au moment du semis.

M. de Woght dit que l'effet de $5^k,5$ de salpêtre égale celui de 1,000 kilogr. de fumier [1]. Le nitrate de potasse renfermant 13,78 p. 100 d'azote, $5^k,5$ en renferment 0,76, c'est-à-dire moins que n'en renferment 200 kilogr. du fumier de ferme de MM. Boussingault et Payen. Il nous paraît donc qu'il y a ici

(1) *Sammlung landwithschaftliche*, t. I; 1825.

une erreur évidente dans l'appréciation des effets de cette substance. M. Lecoq [1] dit, au reste, que c'est celui de tous les engrais salins qui jouit des propriétés les plus énergiques, et qu'employé à petites doses il agit toujours et paraît favoriser la végétation des céréales, des légumineuses et du sarrasin. Malheureusement il ne l'a pas expérimenté de manière à pouvoir traduire en chiffres les impressions qu'il nous transmet.

La cherté de ce sel, quand il est purifié, a toujours empêché l'extension de son usage. Il vient maintenant de l'Inde en grande quantité. Il coûte 50 fr. les 100 kil., et, apporté par vaisseau français, il coûte en outre 15 fr. de droit. Si l'on fait abstraction du droit d'entrée, maintenu pour protéger les insignifiants produits des ateliers français, qu'il serait si facile de rétablir en temps de guerre et qui pendant la paix ne peuvent que gêner l'agriculture, on voit que 100 kilogr. de sel contenant 13,78 d'azote, chaque kilogramme de ce gaz reviendrait à 3 fr. 62 c.

Mais il n'est pas nécessaire de recourir à l'achat direct du nitrate de potasse pour s'en assurer les effets. On sait que les terres poreuses se chargent naturellement des nitrates quand on les place dans des circonstances favorables. C'est ainsi que l'on faisait des nitrates artificiels en Prusse et en Suède, avant l'importation du salpêtre de l'Inde; c'est ainsi qu'on en fait encore en Espagne.

Il suffit de construire de petits murs, peu épais, avec de la terre calcaire poreuse, contenant peu d'argile, mêlée et gâchée avec des cendres, de la paille et même des fumiers; de les couvrir d'un toit et de les arroser de temps en temps, pour que ces terres soient chargées de salpêtre au bout de l'année. Si l'on n'a pas employé de cendres, on n'a qu'un nitrate de chaux qui est un engrais tout aussi bon. Comme le cultivateur n'est pas obligé de lessiver ces terres pour en obtenir le salpêtre,

(1) *Mémoire sur les engrais salins*, p 76.

mais qu'il les transporte immédiatement dans les champs, les principaux frais sont évités, et l'on obtient des nitrates à un bon prix. L'emploi du fumier dans la nitrification n'est pas absolument indispensable; on pourrait le suppléer en arrosant la terre avec une solution de potasse ou de soude du commerce, pour activer la nitrification au moyen d'une base plus énergique que la chaux carbonatée. Les détails que nous avons précédemment donnés (p. 125) expliquent suffisamment ce qui se passe dans cette opération. Les essais en grand pourront seuls nous apprendre ses résultats économiques. Mais il est évident que c'est là le meilleur moyen de fixer à notre profit une grande masse de l'azote répandue dans l'atmosphère.

La chaux et la marne répandues sur la surface des terrains agissent aussi en partie par les mêmes principes, en fournissant une base salifiable aux acides qui, à la faveur de l'évaporation aqueuse, se forment dans l'atmosphère ou au contact de la terre.

Le nitrate de soude, que l'on trouve en masses énormes au Pérou sur une étendue de plus de 200 kilomètres, est préféré maintenant par les fabricants d'acide nitrique, et devrait l'être par les cultivateurs à cause de son plus bas prix et de la plus grande quantité d'azote qu'il contient, si ce prix n'était encore beaucoup trop élevé pour l'agriculture; 100 kilogr. de ce sel coûtant 48 fr. 20 c. sans les droits de douane [1] contiennent 16,42 d'azote, qui revient ainsi à 3 fr. le kilogr.

M. Vilmorin a démontré l'efficacité de ce sel en répétant l'expérience que Franklin avait faite avec le gypse. Les figures tracées sur le terrain avec le nitrate de soude en poudre ont été reproduites par une plus grande énergie de la végétation. M. Vilmorin remarque que les graminées semblent avoir mieux profité de cet engrais que les légumineuses.

Nous allons rapporter, en parlant de chaque engrais, les

(1) Le droit est de 16 fr. 50 c. par 100 kilogr.

expériences agricoles auxquelles ils ont donné lieu et qui sont arrivées jusqu'à nous, entourées de détails qui puissent rendre leur examen utile. Nous les considérerons sous deux points de vue. Le premier consiste dans les recherches de la partie de l'engrais absorbée par la récolte, et servira à constater la durée de ses effets. Nous prenons ici pour base l'azote enlevé par la récolte que nous comparons à celui enlevé par l'engrais; une des conditions qui rend cette recherche possible, c'est que l'expérience ait été faite comparativement entre des terres qui n'ont pas reçu d'engrais et des terres qui en ont reçu différentes doses. En partant de la base admise par Thaër et confirmée par des faits agricoles très nombreux, nous admettons qu'une récolte de blé enlève au sol les 0,40 de sa fertilité acquise; nous aurons ce degré de fertilité, cette *vieille graisse* de sol, qu'il faudra ajouter à celle apportée par l'engrais pour avoir l'azote total de chaque récolte.

Le second objet de recherche est la question économique; mais celle-ci dépend tellement des circonstances locales, des prix de revient de l'engrais et de celui du produit, que les résultats indiqués ne devront être pris que pour de simples renseignements.

M. Kuhlmann nous a donné les résultats de l'emploi de nitrate de soude sur une prairie des environs de Lille; le sel était délayé dans l'eau de manière à représenter un volume de 325 hectolitres de liquide par hectare. Ses effets sont ici mis en rapport avec les produits obtenus sur la terre où l'on n'avait pas employé d'engrais.

Quantité d'engrais.	Récolte de foin.	Azote de la récolte.	Azote du sol.	Azote de l'engrais.	Azote total.	Aliquote d'azote absorbé par la récolte.
	kil.	kil.	kil.	kil.		
Point d'engrais. .	4000	40,0	100,0	00,00	100,0	0,40
133 k. de nitrate de soude. . . .	4800	48,0	100,0	22,00	122,0	0,39
266 k. *id*.	5723	57,2	100,0	44,10	144,1	0,40

La dose absorbée est exactement la même dans les trois cas, et comme pour les récoltes de froment, elle est de 0,40 de l'engrais mis en terre. Il est donc probable que la décomposition de ce sel n'est pas rapide et suit à peu près le cours de la végétation comme celle du fumier lui-même.

Quant aux résultats de M. Kuhlmann, nous trouvons qu'il a obtenu, de 133 kilogr. de nitrate coûtant 86 fr. 45 c., un excédant de récolte de 800 kilogr. de foin valant 64 fr.; que si le prix du sel était dégrevé de l'impôt, il l'aurait payé 64 fr., 10 c., ce qui aurait fait la balance exacte entre la dépense et la recette; qu'il a obtenu de 266 kilogr. de nitrate coûtant 172 fr. 90 c. un excédant de récolte de 1,723 kilogr. de foin, valant 137 fr. 84 c.; et que si le prix du sel était dégrevé de l'impôt, il l'aurait payé 128 fr. 21 c.

L'usage du nitrate de soude paraît s'étendre beaucoup en Angleterre[1]. M. Chaterley a expérimenté les effets du nitrate de soude et de potasse; voici les résultats qu'il a obtenus réduits à l'hectare[2] :

Quantité d'engrais.	Récolte en froment.	Azote du grain.	Récolte en paille.	Azote de la paille.	Azote total de la récolte.	Azote du sol.	Azote de l'engrais.	Azote total en terre.	Aliquotes d'azote absorbé p. l'engr.
	kil.	kil.	kil.	kil.	kil.	kil.	kil.	kil.	
Point d'engrais. .	1307	50,32	2115	10,36	60,68	151,70	00,00	151,70	0,40
105 k. 6 de nitrate de soude. . . .	1762	67,83	2299	11,26	79,09	151,70	17,01	178,71	0,44
105 k. 6 de nitrate de potasse. . .	1748	67,29	2199	10,77	78,06	151,70	14,27	165,97	0,47

Ces expériences annonceraient une tendance des sels, et surtout du nitrate de potasse, à agir un peu plus promptement que la base fixée de 0,40; cette légère différence peut tenir à la saison. Les données économiques fournies par l'auteur ne nous semblent pas assez précises pour que nous devions en faire mention ici.

(1) *Voyage en Angleterre*, de M. de Gourcy, et *Journal d'agriculture pratique*, 1re série, t. IV, p. 489.

(2) *Mémoire de la Société chimique de Londres*, t. I, p. 153.

Au reste, on obtient ce sel comme le précédent et le nitrate de chaux, par le moyen que nous avons indiqué; il existe aussi tout formé dans le sol des bergeries et des caves. Ces sels sont le principe de la fertilité que communiquent à la terre les débris des vieux murs qui s'en chargent, surtout dans leur partie inférieure, au-dessus de la limite de l'humidité constante.

§ II. — Sels ammoniacaux.

Les expériences qui avaient pour but de faire végéter des plantes dans des dissolutions de sels ammoniacaux n'ont pas toutes été suivies de succès. Si M. Lecoq a vu prospérer des graines placées sur du coton mouillé et constamment arrosées de solutions contenant un dixième de leur poids en sel; si le sulfate d'ammoniaque en particulier a produit ainsi des effets remarquables[1]; si nous-même avons vu végéter vigoureusement des fleurs liliacées dans de fortes solutions de carbonate d'ammoniaque, M. Bouchardat, de son côté, a vu des *branches* de mimosa périr en peu de temps dans les solutions de tous les sels ammoniacaux[2].

Mais aussi toutes les fois que ces sels, au lieu d'être administrés aux plantes en solution, ont été mélangés avec le sol, leur succès a été remarquable. Déjà Rigaud de Lisle avait constaté les bons résultats obtenus du sulfate d'ammoniaque sur le blé[3], et dans ces derniers temps les belles expériences de MM. Kuhlmann et Schattenmann[4] ont complété la démonstration. Ce dernier arrosait le sol avec des dissolutions de sels marquant 1 degré à l'aréomètre de Baumé, et à la dose de 100 hectolitres par hectare; le blé et les prairies ont donné

(1) *Rech. sur l'emploi des engrais salins*, p. 20 et suiv.
(2) *Comptes rendus de l'Académie*, t. XVI, p. 322.
(3) *Mém. de la Société centr. d'agricult.*, 1814, p. 167.
(4) *Comptes rendus de l'Académie*, t. XVII, p. 1118 et 1128.

des produits presque doubles sous l'influence de cet arrosement avec le chlorhydrate et le sulfate d'ammoniaque. Mais ces deux sels ne paraissent pas avoir eu un effet marqué sur les fourrages de la famille des légumineuses; fait très remarquable si l'on considère que c'est sur eux qu'agit principalement le sulfate de chaux.

M. Boussingault, en discutant ces résultats[1], remarque d'abord que l'azote contenu dans les plantes soumises à l'action des sels ammoniacaux autres que le carbonate ne peut provenir de l'absorption en nature de ces sels; en effet, dans 100 gerbes de blé il entrera 800 grammes d'azote, et dans les cendres 42 grammes d'acide sulfurique et 22 grammes de chlore, tandis que 800 grammes d'azote qui se trouvaient dans les plantes exigeraient, pour former du chlorhydrate ou du sulfate d'ammoniaque, 2056 parties de chlore et 2264 d'acide sulfurique. Il est donc évident que l'azote n'est pas absorbé à l'état de sulfate ou de chlorhydrate d'ammoniaque, mais que ces deux sels se décomposent pour fournir la quantité d'azote qui se trouve dans les plantes. Ce raisonnement ne serait pas applicable au carbonate d'ammoniaque, puisque les plantes contiennent au delà de la quantité de carbone nécessaire pour former l'acide carbonique propre à saturer l'ammoniaque. Il est donc tout à fait probable qu'avant de pénétrer dans la plante, les sels ammoniacaux, au moins en grande partie, se sont changés en carbonates.

Si l'on met en contact une solution de carbonate d'ammoniaque avec du chlorure de calcium ou du sulfate de chaux, il se forme des chlorhydrates et des sulfates d'ammoniaque et du carbonate de chaux; il semblerait donc, au premier abord. qu'on ne peut pas admettre la transformation inverse. Mais si, au lieu de mettre les sels en présence à l'état de solutions dans lesquelles se forme et se précipite le composé insoluble, on les

(1) *Économie rurale*, t. II, p. 236.

fait réagir à l'état pulvérulent avec la quantité d'humidité nécessaire pour faciliter la réaction sans dissoudre le produit, il se forme un composé volatil qui est le carbonate d'ammoniaque. Ainsi, un morceau de craie placé dans une solution de sulfate d'ammoniaque émet pendant plusieurs jours des vapeurs de carbonate d'ammoniaque. C'est de cette manière qu'a lieu dans le sein de la terre la décomposition des différents sels ammoniacaux et que, changés en carbonate, ils pénètrent dans les suçoirs des plantes avec les molécules d'eau dans lesquelles ils sont dissous sous cette nouvelle forme.

MM. Kuhlmann, Schattenmann et Charterley ont étudié avec beaucoup de succès les effets des sels ammoniacaux sur la végétation. M. Kuhlmann a employé le chlorhydrate d'ammoniaque, le sulfate d'ammoniaque, et une eau ammoniacale provenant de l'usine de gaz de Lille, qu'il convertissait en chlorhydrate par l'addition d'une eau acide provenant de la fabrication de la gélatine.

Le premier de ces sels contient 26,439 d'azote p. 100; le second 21,375. L'eau ammoniacale n'a pas été dosée. Voici les résultats obtenus par M. Kuhlmann :

Quantité d'engrais.	Récolte du foin.	Azote du foin.	Azote naturel de la terre.	Azote de l'engrais.	Azote total en terre.	Aliquote d'azote absorbé p. la récolte.
	kil.					
Point d'engrais. .	4000	40	100	00,00	100,00	0,40
266 k. chlorhydr. d'ammoniaque.	5716	57	100	70,32	170,32	0,33
266 kilog. sulfate d'ammoniaque.	5233	52	100	56,85	156,85	0,33
5400 litr. eau ammoniacale . . .	6300	63	40	?	?	?

Si l'on supposait que l'absorption de l'azote a été dans l'eau ammoniacale de 0,33 comme pour les autres sels, elle en aurait contenu 121 kilogr.; retranchant 100 de fertilité de la terre, il reste 21 kil. ou environ $0^{k},38$ pour 100 litres.

On voit ici que le tiers seulement des sels fournis à la prairie est passé dans la végétation, les deux autres tiers restent en terre à l'usage des récoltes qui suivront.

Le chlorhydrate d'ammoniaque a coûté 266 fr. ou 100 fr. les 100 kilogr. Son azote revient donc à 2 fr. 66 c.; prix qui excède d'un tiers celui du fumier d'étable. Il a rapporté ici un excédant de récolte de 1,716 kilogr. de foin valant 137 fr. 28 c. Il y a donc eu perte de 128 fr. 72 c. dans son emploi.

Le sulfate d'ammoniaque a coûté 159 fr. 60 c. ou 60 fr. les 100 kilogr. Son azote revient à 2 fr. 80 c. Il a rapporté un excédant de récolte de 1,233 kilogr. de foin valant 98 fr. 64 c.; il y a eu perte de 60 fr. 96 c.

L'eau ammoniacale a coûté 54 fr. et rapporté un excédant de récolte de 2,300 kilogr. de foin valant 184 fr.; il y a donc eu un bénéfice de 130 fr. Mais l'on conçoit que le prix d'achat de cette eau n'a rien de fixe, et qu'une plus grande consommation ne tarderait pas à l'élever à sa valeur réelle.

M. Chaterley a fait aussi des expériences agricoles sur les effets des sels ammoniacaux, et voici les résultats par hectare[1] :

Quantité d'engrais.	Récolte en grains.	Azote de grains.	Récolte en paille.	Azote de paille.	Azote total de la récolte.	Azote du sol.	Azote de l'engrais.	Azote total en terre.	Aliquote d'azote pris par la récolte.
	kil.								
Point d'engrais. .	1307	50,32	2115	10,36	60,68	151,70	0,00	151,70	0,40
25 k. 9 de sulfate d'ammoniaque	1491	57,40	2115	10,36	67,76	151,70	5,53	157,23	0,43
125 k. 5 de nitrate d'ammoniaque	1849	71,18	2378	11,65	82,83	151,70	27,67	179,37	0,46

On voit ici que l'absorption de l'engrais augmente avec sa dose, et que l'on pourrait en fournir une plus grande quantité à la plante. A 60 fr. les 100 kilogr., l'on aurait obtenu de $25^{k},9$ de sulfate coûtant 15 fr. 54 c. un excédant de grain de 184 kilogr. valant (à 20 fr. l'hectolitre) la somme de 47 fr., sans compter la valeur de la paille; et de $125^{k},5$ de nitrate valant

(1) *Mémoires de la Société chimique de Londres*, t. I, p. 153.

77 fr. 70 c., le produit en sus de 542 kilogr. de grain valant 142 fr. Il y a eu plus d'avantage, d'après cette expérience, à appliquer ces sels à la production du grain qu'à celle du foin.

M. Schattenmann a employé les sulfates, chlorhydrates et phosphates d'ammoniaque Il n'en a obtenu aucun effet sur les luzernes et sur les trèfles, tandis que l'action était très marquée sur les prairies composées de graminées et sur les blés. Cela s'explique facilement quand on sait le peu d'effet que produit la fumure de la luzerne en couverture. Cette plante puise toujours sa nourriture par l'extrémité de ses racines fusiformes. Pour déclarer que les sels ammoniacaux sont sans effet sur elle, il faudrait les avoir essayés sur les semis de cette plante. Nous pensons, sans l'affirmer, que les mêmes raisons seraient applicables au trèfle, quoiqu'il ait des racines plus ramifiées et plus rampantes que celles de la luzerne. L'auteur dissout ses sels dans l'eau en donnant à sa dissolution la force de 1 degré à l'aréomètre de Baumé. Il faut 2 kilogr. de sulfate et de chlorhydrate pour saturer 100 litres d'eau. La végétation du froment a été très active, 200 kilogr. de sel par hectare ont déterminé le couchage des épis ; les résultats sur les grains sont beaucoup moins réguliers que ceux de M. Kuhlmann. Sur une prairie haute et sèche, dans un terrain léger, avec 400 kilogr. de sulfate d'ammoniaque, il a obtenu en moyenne 8,900 kilogr. de foin par hectare, tandis que le terrain non arrosé en donnait 5,100 kilogr. La dépense était de 240 fr. pour lesquels on a obtenu un excédant de 3,800 kilogr. de foin valant 304 fr. à 8 fr. les 100 kilogr. Mais l'auteur a constaté depuis que l'effet de ces sels se prolongeait pendant plusieurs années.

Dans l'état actuel de la fabrication des sels ammoniacaux, on voit qu'ils ne peuvent être d'un usage général en agriculture. On ne peut y employer que ceux qui proviennent des excrétions animales saturées comme nous le dirons, et avant que les fabricants s'en soient emparés. On voit de plus qu'il y a encore

de l'incertitude sur la convenance d'employer ces sels à la culture de toutes les natures de plantes et qu'il faut attendre à cet égard les leçons de l'expérience.

Au reste, aucun de ces sels, pris dans le commerce, ne peut servir habituellement d'engrais à cause de son haut prix. En effet, ils sont rarement purs ; en supposant qu'ils le fussent, le carbonate d'ammoniaque contient 17,22 p. 100 d'azote, et se vend 60 fr.; son kilogr. d'azote reviendrait donc à 3 fr. 47 c.; le sulfate d'ammoniaque ayant 21,24 d'azote et valant 50 fr., son azote reviendrait à 2 fr. 35 c. seulement, à peu près le même prix que celui qui provient du nitrate de soude. Mais la véritable valeur de leur azote dépend entièrement de leur dosage qui varie beaucoup dans les sels de commerce. On entrevoit cependant qu'il ne serait pas impossible d'en tirer parti dans un grand nombre de cas pour augmenter le titre des autres engrais.

§ III. — Emploi des sels azotés.

La grande solubilité des sels dont nous traitons dans cet article et la volatilité du carbonate d'ammoniaque ne permettent pas de déposer en terre l'alimentation nécessaire à plusieurs récoltes. Leur application doit être répétée pour chaque culture; on doit donc en proportionner la dose à ce qui est exigé pour la consommation des plantes, et à ce qui manque d'azote à la terre. Pour simplifier, supposons que l'on se borne à la simple fumure ordinaire, celle de 30,000 kilogr. de ferme contenant 0,40 d'azote p. 100 par hectare; c'est 120 kilogr. d'azote que l'on trouvera au moyen des doses suivantes :

		fr.	c.
891	kilogr. de nitrate de potasse coûtant. . . .	490	5
696	kilogr. de carbonate d'ammoniaque. . . .	417	60
729	kilogr. de nitrate de soude.	291	60
564	kilogr. de sulfate d'ammoniaque.	279	»
30,000	kilogr. de fumier de ferme.	195	»

Mais il faut remarquer que l'on n'aurait à cette dose que 0^{k},09 de nitrate de potasse, c'est-à-dire une pincée,à répandre par mètre carré. On conçoit l'impossibilité de bien répartir une si petite quantité; c'est donc seulement après les avoir fait dissoudre dans l'eau et sous une forme liquide que ces sels peuvent être appliqués, même en supposant que l'on doublât ou quadruplât la fumure, et si les plantes en culture devaient être espacées, c'est seulement à leur pied que l'on devrait répandre la solution pour qu'elle leur profitât immédiatement. On pourrait aussi mélanger les sels avec du terreau pour le semer à la main.

On a cru remarquer qu'après l'emploi de ces sels, le terrain restait dans une position moins fertile qu'avant d'en avoir fait usage. Il le faut attribuer principalement à l'abondance même des récoltes qu'ils procurent, et faire attention que les plantes ne se bornent pas à absorber de l'azote, mais qu'en même temps elles s'emparent des phosphates, des alcalis et du carbone du terrain; substances qui ne se trouvent dans le sol qu'en quantités limitées. C'est toujours l'inconvénient que l'on rencontre en faisant usage des matériaux simples de nutrition, tandis que l'alimentation végétale exige un grand nombre de substances. Il sera donc toujours plus utile de se servir des sels en combinaison avec d'autres engrais, si l'on veut éviter ce genre d'épuisement relatif.

L'usage des sels azotés dans l'agriculture a encore été trop restreint pour que nous puissions proposer d'en faire immédiatement l'emploi en grand, et ce que nous venons de dire s'adresse jusqu'à présent plutôt aux recherches des savants qu'à la pratique des cultivateurs.

SECTION II. — *Débris d'animaux.*

§ I. — Chair musculaire.

A Paris, une grande masse de chair musculaire est livrée chaque année au commerce, qui la réduit en engrais. On fait bouillir la chair des chevaux dans des chaudières, on la dessèche au moyen de la chaleur même qui sert à la cuisson; on la pulvérise ensuite, et, dans cet état, elle est expédiée principalement pour les colonies au prix de 16 fr. les 100 kilogr. A son état normal, elle renferme plus de la moitié de son poids d'eau; à l'état de dessiccation auquel elle est amenée, elle en retient encore 8 à 9 centièmes, et renferme 13,04 d'azote; le kilogr. d'azote coûte donc seulement alors 1 fr. 23 c. Comment se fait-il que les cultivateurs français se laissent enlever un engrais pareil et à si bon marché qui se fabrique à leur porte?

§ II. — Poissons.

Les poissons qui ont un commencement de putréfaction sont aussi employés comme engrais dans les pays de pêche. La morue complétement sèche contient $10^{k},86$ d'azote; le hareng $10^{k},54$ p. 100; mais ce dernier, quand il est frais, renferme 0,91 d'eau, et par conséquent n'a que $0^{k},09$ d'azote p. 100.

On peut utiliser les débris musculaires, sans les préparer, en les découpant en petits morceaux et les enterrant au pied des arbres; les poissons peuvent être séchés et réduits en poudre, ou répandus en nature sur le champ après avoir été divisés; on les enterre ensuite à la charrue. M. de Woght se servait de harengs frais dans ses cultures, mais il ne paraît pas en avoir retiré de grands avantages. Il les employait à trop petite dose, se trompant apparemment sur leur valeur réelle, qui, dans cet

état, n'est guère que quatre fois et demie celle du fumier d'auberge, poids pour poids.

§ III. — Sang.

Le sang, que l'on a qualifié à juste titre de *chair coulante*, est très riche en éléments azotés et en alcalis; à ce titre il constitue un engrais très énergique. Quand, après son émission, on le laisse en repos, il se sépare en deux parties : l'une solide, composée de fibrine et de globules qui constituent, chez les animaux domestiques de 0,083 à 0,108 de son poids; et la partie liquide, le *sérum*, qui en forme la 0,900 environ.

Le poids de la fibrine et des globules desséchés se réduit des trois quarts qui retiennent 19,93 p. 100 d'azote, mais point d'alcali, si ce n'est celui qui résulte de la séparation imparfaite du sérum.

Le sérum, composé d'environ 900 parties d'eau, de 76 d'albumine et de 24 de sels alcalins, contient, quand il est desséché, 15,70 p. 100 d'azote.

Le sang desséché devrait donc contenir, en totalité, 18,73 d'azote p. 100 [1].

La difficulté que l'on éprouve à dessécher le sang s'oppose le plus souvent à ce que son emploi devienne général. Quand on n'en a qu'une petite quantité, on peut le répandre immédiatement sur la terre après l'avoir étendu d'eau, ou en arroser les fumiers; on peut aussi conserver le sang à l'état liquide en y mêlant une lessive alcaline; enfin, ce qui vaut mieux, on peut le mêler à de la terre desséchée, en le gâchant comme quand on fabrique du mortier. M. Hayward, auteur de la *Science de l'horticulture*, conseille de n'employer que le sérum, et pour cela d'attendre quelques jours pour que la séparation se fasse naturellement. Il se sert ensuite de cet engrais à la dose de

(1) M. Payen a trouvé 17 par l'analyse directe.

3,000 kilogr. par hectare, délayé dans cinq à six fois son poids d'eau. Il en a obtenu des effets décisifs, mais il perd par là le quart de la valeur de l'engrais total.

M. Desrone le faisait coaguler par l'ébullition, puis le desséchait à l'étuve ou à l'air ; 1 kilogr. de sang sec représentait 4 kilogr. de sang liquide.

Le sang sec en poudre a une couleur rouge noirâtre et peu d'odeur. On en exporta en 1831 près de 400,000 kilogr. à la Guadeloupe. Mêlé à la terre humide, il se décomposait rapidement et profitait entièrement à la plante. On le mêle avec une certaine quantité de terre sèche pour n'en répandre que la quantité convenable, parce que 3 kilogr. de son poids représentent plus de 100 kilogr. de fumier de ferme.

M. Desrone ne pensait pas que le sang desséché pût jamais se vendre au-dessus de 20 fr. les 100 kilogr., prix auquel il le vendait après s'en être assuré le monopole par l'achat du sang de tous les bouchers de Paris. Il contenait 14,87 p. 100 d'azote qui, à ce prix, serait revenu à 1 fr. 34 c. le kilogr.

§ IV. — Noir de raffinerie.

Dans le raffinage du sucre on se sert de charbon d'os en poudre très fine pour dépouiller le sirop de l'albumine du sang que l'on emploie pour la clarification. Les effets de ce noir animalisé avaient paru peu d'accord avec le chiffre de son dosage en azote, et on en faisait un argument principal pour chercher à prouver que l'action de cet engrais consistait surtout dans un autre élément que l'on supposait être le phosphate de chaux. Ce qui venait corroborer ce raisonnement, c'était le doute que l'on élevait sur la réalité de ce dosage. En effet, disait-on, le noir des raffineries ne pèse pas 100 kilogr. l'hectolitre, comme l'assurent MM. Boussingault et Payen, mais il se compose de $85^{k},5$ de noir animal et de $9_{k},5$ de sang coagulé, qui ne doit renfermer que $0^{k},4288$ d'azote (17 p. 100). Il est donc

impossible que l'on ait obtenu en azote 1k,242 p. 100 du noir animal contenant 48 centièmes d'eau, d'autant plus qu'aucun raffineur ne peut employer une quantité plus considérable de sang sans risquer de donner un mauvais goût au sucre[1].

Ces objections, l'incertitude qui régnait encore sur les résultats agricoles de l'emploi du noir, devaient d'autant plus nous porter à soumettre cette question à un nouvel examen, que la question de théorie s'y trouvait engagée avec une question pratique d'une immense importance, puisque le seul département de la Loire-Inférieure reçoit 5 millions de kilogr. de cet engrais provenant principalement de Russie et de Marseille, et qu'on paie au prix de 10 à 12 fr. l'hectolitre pesant 95 kilogr. ; tandis que les raffineurs de Nantes le vendent, pris chez eux, de 14 à 15 fr., parce que sans doute le soupçon de falsification et d'altération plane sur le noir de commerce.

Nous avons donc prié M. Payen de vouloir bien refaire avec soin l'analyse du noir animalisé venant des fabriques de Nantes, et cette expérience a confirmé sa première analyse. Nous avons repris de même le dosage de sang coagulé; puis enfin, ce qui était le plus important, nous avons recueilli dans les différentes raffineries les différents noirs dont on se servait, et ayant choisi celui qui paraissait le plus calciné, le plus dépouillé de tout principe animal, nous avons trouvé qu'il contenait encore à l'état sec 1,4 p. 100 d'azote et 85,25 de cendres.

Le noir animalisé des raffineries sera donc composé ainsi qu'il suit :

	kilogr.
Sang coagulé donnant 4 k. 514 d'azote p. 100, ou par 9 k. 5 de sang	0,42
85 k. 5 de noir animal tenant 0,48 d'eau et donnant 0 k. 81 p. 100 d'azote.	0,72
Total pour 95 kilogr.	1,14
ou pour 100 de	1,20

(1) Bertin, *Statistique des os*, p. 79 et suiv.

L'analyse directe avait donné 1^{k},06, parce que sans doute on avait opéré sur un noir un peu moins riche; mais nous partirons de la base que nous venons de trouver.

Comparons maintenant ce dosage aux résultats obtenus par M. Rieffel[1]. M. Rieffel a opéré sur une terre qui, sans engrais, par le seul secours de l'écobuage, avait donné, la précédente récolte, un produit de 20 hectolitres (1,460 kilogr.) de seigle, équivalant à 766 kilogr. de froment. Il a fumé ensuite avec 2,160 kilogr. de noir animal et a obtenu 25 hectolitres de froment (1,950 kilogr.); comme nous n'avons pas les chiffres de la paille, nous la laisserons de côté de part et d'autre. L'expérience sera donc représentée comme il suit :

Quantité d'engrais.	Produit en froment.	Azote du grain.	Azote de la terre.	Azote de l'engrais.	Azote total en terre.	Aliquote d'azote pris par la récolte.
0	766	29,49	73,70	0,00	73,70	0,40
2160 kilogr. de noir animalisé.	1950	75,07	73,70	25,92	99,62	0,75

Le même agriculteur a tenté une autre expérience sur un terrain glaiseux absolument infertile et non écobué. Voici les résultats de cette expérience :

2160 kilogr. de noir animalisé.	324	12,50	0,00	25,92	25,92	0,49

La nature des terres paraît avoir nui à la rapide décomposition et à l'absorption de l'engrais.

Le noir des raffineries se vendant 14 fr. 50 c. l'hectolitre ou 15 fr. 80 c. les 100 kilogr., on a obtenu dans la première expérience un excédant de récolte de 1,184 kilogr. de froment valant 303 fr., avec une valeur de 341 fr. d'engrais. En reste-t-il encore pour une seconde récolte ou, comme on l'affirme, son effet est-il épuisé dès la première? On voit qu'alors cet engrais serait trop cher pour être consacré à la culture du blé.

(1) *Agriculture de l'ouest*, t. I, p. 77 et 303.

Dans la seconde expérience, l'auteur a obtenu 324 kilogr. de blé valant 83 fr. avec la même valeur de 341 fr. d'engrais.

Le seul effet obtenu dans ces expériences paraît avoir été de présenter aux jeunes plantes un engrais tout préparé et de facile absorption, qui, en leur donnant une vigueur précoce, les a mis à même de soutirer plus tard des terrains, sans le secours de l'écobuage, une plus grande partie des sucs fécondants qu'ils contenaient.

Cette propriété explique le grand emploi que l'on a fait du noir animal sur les défrichements, et par conséquent dans l'ouest où ils ont été les plus fréquents, et que son azote a pu monter au prix extraordinaire de 12 fr.; c'est qu'en même temps on trouvait le moyen de mettre en action immédiatement tout celui qui reposait inactif dans le sol.

Exposé quelques heures à l'air et surtout à la pluie, le noir animal se dépouille peu à peu de ses matières organiques. M. Hectot, de Nantes, a constaté qu'après six mois d'existence, le noir ne contenait plus aucune substance fécondante quand il n'avait pas été bien desséché et passé à la meule; ce qui le préserve de toute altération. Il a cru pouvoir fixer l'ammoniaque qui se volatilise par son mélange avec la chaux délitée. On obtiendra sans doute des effets plus certains en mêlant le noir au sulfate de chaux. D'un autre côté, on a éprouvé de mauvais effets des noirs employés trop peu de temps après leur sortie des raffineries. Il paraîtrait que le sucre qu'ils contiennent donne, par la fermentation, des alcools, puis des acides qui nuisent à la végétation; mais quand la matière animale a subi à son tour la fermentation et engendré l'ammoniaque, il se forme des sels de cette base qui sont évidemment favorables aux plantes. Il ne faut donc employer les noirs que quand ils sont parvenus à cette période où ils ramènent au bleu le papier de tournesol rougi.

Le noir des sucreries convient surtout aux terrains et aux climats humides, l'eau s'emparant des sels et des gaz retenus par le charbon.

L'azote de cet engrais valant 12 fr. le kilogr. et l'azote de fumier ne valant que 5 fr. 60 c., il est évident que la récolte absorbât-elle tout l'azote de l'engrais, on serait encore en perte dans une culture continue sur un sol qui ne contiendrait pas des engrais naturels.

§ V. — Os.

L'effet des os se présente sous une double face, comme fournissant aux végétaux l'azote contenu dans les matières grasses et en même temps les approvisionnant de phosphates qui forment la partie la plus considérable de leurs éléments minéraux.

Usités de temps immémorial par les cultivateurs d'oliviers et d'orangers de la rivière de Gênes, pays qui manque d'engrais, les os sont devenus d'un usage beaucoup plus général depuis que les cultivateurs anglais ont pris le parti de les broyer et de les réduire en poudre à l'aide de machines puissantes. Les effets des os ont été fort controversés. MM. Wrède, Kôrte, M. de Dombasle, n'en ont obtenu aucun bon résultat; au contraire, dans le duché de Bade, dans le Würtemberg, en Angleterre, on y a attaché tant d'importance que les os y sont devenus l'objet d'un grand commerce. L'importation anglaise est immense; elle a mis à contribution tout le nord de l'Europe et jusqu'aux débris glorieux de la bataille de Waterloo; elle charge des vaisseaux d'os à Buenos-Ayres. La ville de Thiers, en Auvergne, où l'on reçoit beaucoup d'os pour faire des manches de couteaux, et celle de Strasbourg, ont établi des moulins pour les pulvériser. M. Darcet a trouvé dans la poudre d'os de Thiers 43,86 de matière animale combustible, et 56,14 de phosphate de chaux; on mèle souvent du nitrate de potasse à

la poudre d'os fabriquée à Strasbourg, pour en augmenter l'effet[1].

M. Darcet, qui s'est beaucoup occupé des os sous le rapport alimentaire, a été un des premiers qui ait cherché à définir leurs effets comme engrais : « J'ai vu souvent, dit-il[2], des tas d'os exposés à l'air dans le voisinage d'une fabrique de soude factice, se couvrir, toutes les fois que les vapeurs acides étaient portées de ce côté, d'un nuage blanc très épais, formé des sels ammoniacaux en vapeur et suspendus dans l'air. Ayant ensuite essayé des os soumis à l'influence de l'air, je les ai toujours trouvés légèrement alcalins, et donnant, avec l'eau distillée, une eau de lavage contenant de la matière animale en dissolution. J'ai exposé des os sur un pré pendant un an; ils étaient devenus blancs; toute la graisse qu'ils contenaient s'était lentement infiltrée de proche en proche, et avait été absorbée par le sol, ou décomposée; ces os n'avaient perdu que 0,02 de gélatine environ.

« Je pense, d'après ce qui précède, que lorsqu'on emploie les os comme engrais, la graisse qu'ils contiennent se liquéfie par la chaleur du soleil, est en partie absorbée par la terre; que les os ainsi dégraissés mécaniquement deviennent plus facilement attaquables par l'action de l'air et de l'eau; qu'alors des réactions chimiques ont lieu; qu'une partie de la gélatine se convertit en ammoniaque; que cette ammoniaque saponifie la graisse, la rend soluble dans l'eau de pluie, qui, entraînant cette espèce de savon, le répand sur le terrain où il agit comme engrais. Les mêmes causes ramènent les mêmes effets, tant qu'il reste de la graisse et de la gélatine dans les os. Mais cette action devient d'autant plus lente qu'elle a lieu sur des os plus compactes, plus épais, plus vieux; c'est parce que les os n'éprouvent ainsi qu'une décomposition presque insen-

(1) *Bulletin de la Société d'encouragement*, sept. et déc. 1826.
(2) *Annales de chimie*, t. XVI, p. 36.

sible, et parce qu'ils contiennent, terme moyen, près de 0,40 de matière animale, qu'ils forment un engrais si durable et dont les effets sont si sûrs et si constants. C'est ainsi probablement qu'agissent une foule d'autres engrais, tels que la corne, les poils, les vieux cuirs, les débris d'animaux, etc. »

C'est précisément cette lenteur des os à céder les matières grasses et gélatineuses qu'ils contiennent, qui a fait naître l'idée de les réduire en poudre fine; on dégage ainsi, on met à nu les matières fécondantes, emprisonnées dans une si forte proportion de phosphate de chaux. Alors, en effet, les os s'épuisent bien plus rapidement et livrent plus aisément à la terre les substances azotées qu'ils contiennent. M. Payen a constaté que les os entiers et anciens n'avaient perdu en quatre ans que 0,08 de leur poids, tandis que, quand ils sont traités par l'eau bouillante, ils en cèdent 0,25 à 0,30. L'eau bouillante, en pénétrant les tissus, agit comme l'atmosphère sur l'os broyé et dont les éléments graisseux sont mis à découvert.

Au reste, les os et la poudre que l'on en fabrique sont loin d'avoir toujours la même valeur. Souvent on ne les livre au commerce qu'après les avoir épuisés en grande partie de leur matière grasse, et l'on ne peut y avoir une entière confiance qu'après avoir dosé leur azote. La poudre des os non épuisés contient, à l'état sec, 7,58 p. 100 d'azote. Dans l'état normal, où on la livre au commerce, elle contient 0,30 d'eau et se vend 12 fr. les 100 kilogr.; elle possède alors 5,30 p. 100 d'azote qui revient à 2 fr. 27 c. le kilogr. On assigne dix à vingt-cinq ans à la durée totale de cet engrais; cependant il paraît que l'effet en est surtout sensible les deux premières années. Dans les pays où il est usité, on emploie de 15 à 40 hectolitres de poudre d'os par hectare.

Les phosphates se retrouvent dans les cendres de toutes les plantes. Il n'est pas douteux que si on ne les rendait pas à la terre sous forme d'engrais, qui continuent pendant long-

à exporter tous les matériaux des récoltes, le sol, appauvri, n'en vînt à ne plus nourrir la végétation ; et que si parmi ces matériaux on en exportait un de préférence, tout en lui rendant tous les autres, les phosphates, par exemple, on ne parvînt aussi à avoir une végétation languissante, puisqu'elle manquerait d'un de ses éléments essentiels. Or, c'est ce qui arrive quand des prairies sont destinées à nourrir des vaches laitières : le lait contient une grande proportion de phosphates qui manquent alors aux déjections. Aussi le docteur Johnson, de Durham, a-t-il rapporté que les prairies du Cheshire, quoique recevant tout le fumier des vaches laitières, ne purent retrouver leur fertilité première que quand elles furent amendées avec une certaine quantité d'os pulvérisés [1].

Mais quoi ! sans recourir à un fait aussi saillant, n'est-il pas constant que, prises en masses, les terres arables ne reçoivent jamais tout le résidu des récoltes qu'elles portent : une partie des déjections se perd sur les chemins, est entraînée par les eaux, ou va au loin pour être consommée par des populations étrangères. Un grand nombre de récoltes ne sont pas consommées par les animaux, mais servent aux vêtements, à la teinture, et ne restituent jamais rien au sol. Il y a donc, non une déperdition, mais un déplacement continuel des éléments de fertilité, et les terres cultivées tomberaient dans la stérilité, si leur richesse n'était qu'un dépôt fait une fois pour toutes, et si au contraire la Providence n'avait pas doué les plantes d'une faculté d'absorption en rapport avec la vigueur de la végétation, et les sols de cette même faculté en rapport avec leur état de porosité et d'ameublissement.

Ainsi, soit que, comme le dit Liebig [2], toutes les terres labourables contiennent du phosphate en quantité très notable, soit qu'en effet, comme vont le prouver les analyses, cette

(1) *Revue britannique*, mars 1842, p. 205.
(2) *Chimie agricole*, p. 171.

quantité soit le plus souvent très faible (0,002 à 0,008), ce trésor finirait à la longue par s'épuiser, si une autre source ne venait le renouveler, comme cela arrive pour les alcalis, pour l'ammoniaque, pour les acides, pour les bases; et cette source, ce sont les eaux courantes et la vapeur aqueuse de l'atmosphère qui, élevée de la mer, doit contenir aussi en petite quantité du phosphate, comme elle contient des chlorures et des sulfates terreux et alcalins, si l'on en juge par la quantité de poissons osseux qui durent y puiser cette substance.

100 kilogrammes de froment enlevant à la terre :

	kilogr.	
Pour le grain.	1,14	d'acide phosphorique,
Pour la paille.	0,14	
	1,58	

une récolte de 20 hectolitres (1,560 kil.) lui enlèvera $24^{k},65$. Supposons que le sol actif ait $0^{m},20$ de profondeur, la terre pesant 1,200 kilogr. le mètre cube, le poids total de l'hectare sera de 2,400,000 kilogr.; et si la terre contient $\frac{8}{1000}$ d'acide phosphorique, cet acide pèsera 19,200 kilogr., pouvant fournir à 779 récoltes pareilles, en supposant que l'on ne restitue rien au terrain; s'il ne contient que $\frac{2}{1000}$, il pourrait fournir encore, dans les mêmes conditions, 195 récoltes; et, en admettant la restitution de la plus grande partie des phosphates par les engrais, on reconnaît la presque perpétuité de cet élément dans le sol, même avec une culture très épuisante.

On voit donc qu'il ne faudrait pas trop se préoccuper de l'addition spéciale des phosphates dans les terres qui en contiendraient déjà cette dose.

La chose change de face si la terre est privée des phosphates ou si la faible dose qu'elle en possédait a été épuisée; alors, en effet, la végétation spontanée doit y être faible, ne recevant sans doute que le contingent peu abondant que lui dispense la

vapeur atmosphérique. C'est dans ces cas assez rares que l'on observe surtout le succès des os.

Mais ce n'est pas assez que les sols manifestent l'existence des phosphates à l'analyse, il faut encore que ces sels soient solubles. Or, pour cela, il faut qu'ils soient en contact avec de l'eau saturée d'acide carbonique, ou contenant des sels alcalins ou ammoniacaux. Ainsi un terrain quartzeux, sans terreau, contiendrait-il des phosphates, qu'il ne pourrait en transmettre qu'une faible partie aux plantes; mais par l'intermédiaire du terreau et de l'engrais le phosphate se dissoudra et entrera dans la végétation.

L'absence de ces dissolvants explique le peu d'effet des os sur beaucoup de terrains.

On rend le phosphate des os soluble en les attaquant d'avance au moyen de l'acide sulfurique. C'est le mélange que l'on emploie le plus communément en Angleterre. On mêle 20 kilogr. de poudre d'os avec 10 kilogr. d'acide sulfurique, on ajoute 30 litres d'eau, on agite le mélange; au bout de vingt-quatre heures, il a pris la consistance d'une bouillie épaisse; on le mêle à 1,000 litres d'eau, et on le transporte sur les champs.

La Société d'agriculture de Londres a publié, en 1842, le détail de résultats obtenus par le moyen de cet engrais; mais elle n'a ni donné la composition du terrain, ni fait connaître d'expériences comparatives avec le terrain sans engrais, de telle sorte qu'on ne peut tirer aucune conclusion de ces expériences.

On utilise aussi les plumes, les sabots, les cornes et les débris, dont on trouve la valeur relative dans le tableau qui termine cette partie de notre ouvrage.

§ VI. — Pain de créton.

Les résidus que laissent dans les chaudières les graisses des

animaux que l'on convertit en suif sont un engrais très riche en azote; il faut, avant de s'en servir, briser et pulvériser cette matière qui est très dure, et même la faire tremper dans l'eau. Telle qu'on la livre au commerce, elle contient 11 à 12 pour 100 d'azote.

§ VII. — Suint.

On se sert aussi avec beaucoup d'avantages du suint, provenant du lavage des laines. On fait écouler les eaux des lavoirs sur des terres poreuses ou dans des fossés remplis de paille qui s'en imbibent. Le titre d'un tel engrais, dépendant de la proportion de suint qui entre dans sa composition, ne peut être assigné d'avance et doit être déterminé par l'analyse pour chaque cas particulier.

§ VIII. — Chiffons.

Les chiffons, provenant des débris des étoffes de laine, offrent des ressources d'engrais assez importantes. On compte en moyenne, par année, en France, sur une consommation de draps qui s'élève à un poids de 43 millions de kilogrammes[1]; or, comme les chiffons qui en résultent contiennent à leur état normal 17,98 p. 100 d'azote, il en résulterait une masse totale de 7,731,400 kilogrammes d'azote, représentant plus de 193,228,500,000 kil. de fumier de ferme pouvant produire plus de 241,606 hectolitres de blé. Mais il s'en faut beaucoup que cette richesse agricole soit toute recueillie et utilisée; la plus grande partie en est gaspillée dans les campagnes, et ce n'est que dans les grandes villes qu'on peut en réunir une quantité un peu considérable.

En Angleterre, on en importe beaucoup du continent et de

(1) Voir notre Mémoire sur l'éducation des mérinos. Paris, Librairie agricole.

la Sicile pour la culture du houblon ; en Provence, on se sert de chiffons pour toutes sortes de cultures, principalement dans les terrains secs. L'ouvrier a son tablier retroussé rempli de chiffons, et, à chaque coup de bêche, il insinue une loque dans la terre, qu'il recouvre ensuite par le coup de bêche suivant.

MM. Boussingault et Payen [1] citent l'économie que M. Delongchamp réalise, près de Paris, sur une terre de 183 hectares, par l'emploi des chiffons. Il achète cet engrais à raison de 180 fr. les 3,000 kilogr. qui suffisent pour fumer un hectare. L'effet s'en fait sentir au delà de la troisième année. Il remplace ainsi 45,000 kilogr. de fumier qui lui auraient coûté 315 fr. ; il alterne tous les trois ans l'emploi des chiffons et celui du fumier ; il diminue notablement les frais de transport par cette méthode judicieuse. Les chiffons doivent être divisés le plus possible pour être répandus facilement et également.

Cette division et ce remaniement ne sont pas sans inconvénient : la gale fut introduite à la colonie agricole de Mettray parmi les enfants qui avaient été chargés de cette opération. Il faudrait donc passer les chiffons à l'eau bouillante ou à la vapeur de soufre avant de les remanier. Si l'on se servait habituellement de chiffons, il y aurait lieu d'installer une machine pour les diviser. Le hache-paille ordinaire ne pourrait servir à cet usage.

Les chiffons de laine retiennent quelquefois assez d'humidité. Ceux que MM. Boussingault et Payen ont analysés contenaient 12,28 p. 100 d'eau ; à l'état de siccité, ils donnaient 20,26 d'azote.

Nous venons de voir qu'à Paris on obtient le chiffon à 6 fr. les 100 kilogr. ; ce qui ferait revenir le kilogramme d'azote à 0,33 seulement. En Angleterre, on paie le chiffon 17 fr. 65 c., et, par conséquent, l'azote revient à 1 fr. Si l'on considère que, dans l'exemple cité plus haut, on remplace 45,000 de fu-

(1) Mémoire sur les engrais, *Annales de chimie et de physique*, 3e série, t. III, p. 86.

mier, renfermant 355 kilogr. d'azote, par 3,000 kil. de chiffons qui en contiennent 540 kilogr., on verra que probablement l'effet s'en prolonge sept à huit ans.

SECTION III. — *Matières excrétées.*

Le corps des animaux ne contribue qu'une fois à l'accroissement des engrais, tandis que leurs excréments offrent journellement de riches matériaux à l'alimentation végétale. On se sert ordinairement des matières fécales et des urines réunies dans le fumier, mais on les emploie aussi séparément dans un grand nombre d'exploitations rapprochées des grandes villes. Il faut donc les étudier d'abord en particulier.

§ I. — Urine.

L'urine est un liquide très composé, formé de plusieurs acides, de divers sels de potasse, de soude et d'ammoniaque, d'urée et de certaines matières grasses. L'urine a des propriétés qui varient selon l'espèce des animaux, mais elle contient toujours une forte proportion d'azote.

Les différentes urines analysées contiennent, pour 100 :

	Lion.	Homme.	Cheval.	Vache.
Eau.	81,600	93,300	94,000	65,000
Matières organiques.	13,752	4,856	0,700	5,000
Matières salines. . .	1,648	1,844	5,300	30,000

Mais la quantité d'eau est très variable, selon le genre d'alimentation des animaux. Ainsi, M. Lassaigne a trouvé 87,50 d'eau dans l'urine d'un cheval, M. Payen 79 seulement dans celle d'un cheval qui buvait très peu ; M. Boussingault a trouvé 88,3 d'eau dans l'urine d'une vache nourrie aux pommes de terre et au foin, mais qui buvait beaucoup. On ne peut donc rien établir de certain sur la proportion absolue des éléments des urines;

(1) Girardin, *Des engrais*, et Berzélius.

mais si l'on se borne, d'après ces analyses, à chercher les proportions relatives des matières animales et salines, on trouvera :

	Lion.	Homme.	Cheval	Vache.
Matières animales.	866	833	116	143
Matières salines	134	167	884	857

Si l'on fait ensuite le dosage de l'azote de ces extraits, les quantités n'en sont plus concordantes avec celles des matières animales trouvées; il est donc évident que celles-ci ne représentent pas des substances identiques, et qu'on aurait tort de juger de la valeur d'une urine comme engrais sur le seul aperçu des extraits ainsi groupés.

Ces extraits desséchés ont présenté à l'analyse les quantités d'azote suivantes :

L'extrait de l'urine humaine.	17,556 et 23,108 p. 100.
L'urine de cheval	12,50
L'urine de vache.	3,80 et 2,94

Ainsi, quand on voudra déterminer la valeur des urines, on devra constater la quantité d'extraits parfaitement secs que l'on obtiendra d'un volume donné (l'extrait séché au bain-marie retient encore 25 à 26 p. 100 d'eau; il faut donc sécher à 150 degrés au bain d'huile et même dans le vide), et ensuite analyser l'extrait à l'appareil indiqué page 47.

On voit d'ailleurs, par ce qui précède, que les urines des herbivores, et principalement des vaches, sont très riches en matières salines.

§ II. — Excréments en général

Si l'on prend la moyenne arithmétique des chiffres résultant des observations de Sauvage dans le midi de la France, de Robinson et Kiel en Écosse, et de Gorter en Hollande, pour exprimer les rapports des urines et des excréments solides (fèces) à la nourriture, on trouve que les aliments solides et liquides étant représentés par 100, l'homme en évacue 7,2

sous forme de fèces, 41,7 par les urines, et par conséquent 51,1 par la transpiration insensible ou la respiration; que le poids moyen des aliments consommés journellement par les hommes soumis à ces expériences était de 2^{k},382, ce qui donnait 0^{k},171 de fèces, et 1 kilogr. d'urine.

D'après les observations de M. Liebig faites sur une compagnie de la garde du duché de Hesse-Darmstadt, chaque homme donnait chaque jour 0,135 de fèces et 0,625 d'urine.

En partant de l'évaluation de l'azote contenu dans la poudrette et lui restituant 75 p. 100 d'eau trouvée par M. Liebig dans les fèces, les excréments solides contiendraient 0,86 p. 100 d'azote; l'urine en contient 0,715, d'après les analyses de M. Payen. Nous aurons donc :

Selon les auteurs cités.	Azote.	Selon M. Liebig.	Azote.
Pour 0^{k},171 de fèces. .	0,0028	0,165 de fèces. . . .	0,001419
Pour 1 kilog. d'urine. .	0,0071	0,625 d'urine.	0,004469
	0,0099		0,005888
ou, par an 3^{k},61 d'azote.		ou par an, 2^{k},149.	

Selon M. Boussingault, 100 kilogr. de blé à l'état normal et 227 kilogr. de paille absorbent 2,62 kil. d'azote[1]; ainsi les excréments humains fourniraient annuellement à la reproduction de 138 kilogr. de froment, d'après le premier calcul, et de 82 kilogr. seulement l'après celui de M. Liebig. Il faut observer toutefois que sur la quantité d'urine émise par les soldats M. Liebig peut s'être trompé, et que son évaluation est bien moins juste que celle qui résulte des expériences faites par les médecins.

Nous ne pouvons être satisfait ni des unes ni des autres; nous devons réclamer de nouvelles expériences toutes spéciales et faites avec le plus grand soin, en dosant expressément les excréments et les aliments, et ce qui nous le fait désirer vive-

(1) *Économie rurale*, t. II, p. 279 et 280.

ment, c'est la singulière déperdition d'azote qu'indiqueraient les résultats cités, mis en parallèle avec l'azote que contiennent les aliments. Ainsi, la nourriture de nos paysans du midi peut se réduire, toute compensation faite, à $1^k,50$ de froment, qui nous donnent par an $547^k,5$, contenant $19_k,43$ d'azote.

Les soldats sur lesquels M. Liebig a expérimenté consomment pour 855 hommes par jour :

	kilogr.		kilogr.
Viande	129,88	contenant en azote	4,89
Pois, haricots, etc. . . .	13,31	—	0,56
Pommes de terre.	426,91	—	0,64
Pain.	815,73	—	23.82
	1385,86	—	29,82
ou par individu.	1,62	—	0,035

ce qui nous donne par an $12^k,775$ d'azote.

Si nous nous en rapportions à ces résultats, l'homme serait un bien mauvais producteur d'engrais, puisqu'il ne rendrait que tout au plus 30 p. 100 de l'azote consommé dans sa nourriture[1]. Cette proportion s'éloignerait beaucoup trop des résultats que fournissent les autres animaux. Ainsi pour un cheval et pour une vache, M. Boussingault a trouvé par jour :

(1) Depuis la 2e édition de ce volume, M. Barral a fait (*a*) quatre expériences sur des adultes, homme et femme, d'où il résulte que les excréments humains contiennent 1,82 pour 100 d'azote, plus du double de la quantité admise ci-dessus. M. Barral a trouvé, comme moyenne de ces quatre expériences, les rapports suivants entre l'azote consommé et l'azote excrété :

	AZOTE CONSOMMÉ.	AZOTE EXCRÉTÉ.		
		Urine.	Fèces.	Total
	kil.	kil.	kil.	kil.
Par jour	0,025	0,012	0,002	0,014
Par an.	9,125	4,380	0,730	5,110

Rapport de l'azote rendu par les excrétions à l'azote consommé : 56 p. 100.

(*a*) *Statique chimique des animaux* appliquée spécialement à la question de l'emploi agricole du sel, p. 250 et suiv.

1° CHEVAL.

	CONSOMMATION totale kil.	CONSOMMATION en azote kil.		EXCRÉTIONS totales kil.	EXCRÉTIONS en azote kil.
Foin.	7,50	0,097	Urine. . . .	1,33	0,038
Avoine. . . .	2,27	0,042	Fèces	14,25	0,078
Eau	16,00	»			
	25,77	0,139		15,58	0,116

Excédant de la consommation en azote 0^{k},023, ou 17 p. 100.

2° VACHE.

	CONSOMMATION totale kil.	CONSOMMATION en azote kil.		EXCRÉTIONS totales kil.	EXCRÉTIONS en azote kil.
Pommes de terre .	15,0	0,050	Urine. . . .	8,205	0,036
Regain de foin . .	7,5	0,152	Fèces. . . .	28,413	0,092
Eau.	60,0	»	Lait	8,531	0,046
	82,5	0,202		45,149	0,174

Excédant de la consommation en azote 0^{k},028, ou 14 p. 100.

On voit donc que la quantité d'azote de la nourriture rendue par les excrétions a été de 83 p. 100 pour le cheval et de 86 p. 100 pour la vache.

M. Barral a trouvé comme moyenne de trois expériences faites sur un mouton[1] :

	Aliments. gr.	Urine. gr.	Fèces. gr.	Total des excrétions gr.
Azote par jour.	15,37	3,64	5,68	9,32

Rapport de l'azote consommé à l'azote rendu 61 p. 100.

M. Boussingault a trouvé qu'une tourterelle qui consommait 15^{gr},33 de millet par jour, contenant 0^{gr},434 d'azote, rendait 7^{gr},46 d'excréments, contenant 0^{gr},278 d'azote; la quantité d'azote de la nourriture rendue par les excréments était de 64 p. 100.

Il serait à désirer qu'on renouvelât de semblables recherches qui ont un grand intérêt agricole et physiologique.

(1) *Statique chimique des animaux*, p. 308.

Quant à la préparation des engrais humains, on a prôné longtemps, sous le nom d'*urates*, les mélanges par parties égales de plâtre pulvérisé et d'urine; on réduisait en poudre le mélange solidifié : 100 kilogr. de plâtre mêlés à 100 kilogr. d'urine ne contenaient que 0,36 p. 100 d'azote. Ainsi, la valeur du plâtre, celle des urines, les frais de la fabrication et les transports ne procuraient qu'un engrais qui avait, poids pour poids, moins de valeur que le fumier de ferme. Cette raison suffisait pour faire tomber cette fabrication, dont la chute a été accélérée par la dose excessive de mélanges terreux employés pour compenser les pertes de cette spéculation.

Le meilleur procédé pour conserver aux urines toute leur valeur serait leur évaporation et leur réduction en extrait, après avoir saturé les gaz ammoniacaux par l'acide sulfurique, ou mieux par le sulfate de fer à la dose de 1 p. 100. 1 kil. de charbon vaporise 6 kil. d'eau; ainsi 100 kil. d'urine, contenant 93 kil. d'eau, emploieraient 16 kil. de charbon; on aurait pour ce prix et celui de la main-d'œuvre 7 kil. d'extrait d'urine contenant $1^{k},40$ d'azote.

La houille étant à 2 fr. les 100 kil., 16 kil. coûteraient $0^{f},32$; il faudrait compter autant pour la main-d'œuvre; total, $0^{f},64$. Ainsi le prix du kil. d'azote serait $0^{f},45$; mais il faudrait y ajouter le prix de transport. Ce moyen est surtout convenable quand l'engrais doit être transporté au loin, mais dans le cas contraire, il vaut mieux utiliser l'urine et les excréments, à la mode flamande, dont nous parlerons plus loin.

En employant 21,666 kil. d'urine de cheval sur un hectare de prairie, M. Kuhlmann a eu un excédant de 2,240 kil. de foin et valant 274 fr. 64 c. Ainsi l'urine de cheval, dosant $12^{k},5$ p. 100, aurait eu une valeur réelle de 1 fr. 26 c. les 100 kil., d'après ce résultat pratique.

On emploie les excréments humains solides, tels qu'ils sortent des fosses, aux environs de Grenoble, pour la culture du

chanvre; à Nice, pour engraisser les oliviers et les champs; à Lyon, on les délaie dans l'eau, et l'on en arrose les champs, et surtout les luzernes; à la Chine, on les pétrit avec de l'argile, et l'on réduit ensuite ces masses en poussière; ailleurs encore on les stratifie avec de la terre pour les dessécher et les rendre susceptibles d'être étendus sur les champs; à Paris, on les convertit en poudrette.

Pour faire la poudrette, on construit des bassins peu profonds en pierre ou en argile, on les dispose en étages, de manière à ce qu'ils puissent s'écouler les uns dans les autres. Le produit des fosses étant déposé dans les bassins supérieurs, on fait écouler la partie liquide dans ce qui est immédiatement inférieur, aussitôt que les matières solides se sont déposées; on opère de même pour le second bassin, dont les liquides se versent plus tard dans le troisième, et ainsi de suite. Les dernières eaux se perdent dans des égouts. C'est par ce procédé que l'on finit par n'avoir dans chaque bassin que des matières pâteuses que l'on extrait avec des dragues, pour les placer sur un terrain en dos d'âne, où, à mesure qu'elles se sèchent, on les retourne à la pelle.

En analysant la poudrette de Montfaucon, M. Jacquemart a trouvé qu'elle renfermait :

Eau.	52,5 p. 100
Matière sèche.	47,2
	99,7

Un hectolitre pesant 67 kil. donnait $4^{k},59$ de sulfate d'ammoniaque par la distillation dans l'eau chargée d'acide sulfurique[1].

M. Payen y avait trouvé 41,4 d'eau, 1,56 d'azote p. 100, et 2,67 quand elle était complétement desséchée. Elle coûtait 7 f. 15 c. les 100 kil. L'azote revenait donc à 4 f. 50 c. le kil.

La poudrette donne une grande activité à la végétation, mais

(1) *Annales de chimie et de physique*, 3e série, t. VII, p. 378.

ses effets sont promptement épuisés ; on croit s'apercevoir quelquefois qu'ils ne se prolongent même pas jusqu'à l'époque de la fructification des céréales. On lui reproche de communiquer aux herbages un goût qui répugne aux animaux. C'est par cette raison aussi que les jardiniers se refusent à employer des engrais qui, comme celui-ci, émettent en peu de temps une grande quantité de vapeurs ammoniacales, retenues et absorbées par les feuilles. On répand 1750 kilogr. de poudrette par hectare pour une fumure.

Nous parlerons plus loin de l'engrais flamand, qui est un mélange des excréments liquides et solides.

§ III. — Engrais désinfectés.

Sous les différentes formes que nous avons indiquées, les excréments ou sont bien difficiles à employer, ou bien ils perdent avec rapidité les principes fertilisants et communiquent aux plantes une fort mauvaise odeur. On connaissait les propriétés absorbantes du charbon et les effets du noir animal ; il n'était donc pas difficile d'imaginer que si l'on mêlait la matière fécale avec une quantité suffisante de charbon, on aurait un engrais puissant et sans odeur. Mais le prix d'un tel véhicule devait éloigner l'idée de s'en servir. En 1833, M. Salmon pensa qu'il serait possible de se procurer à bas prix une matière charbonneuse qui remplirait le but que l'on se proposait. Il la trouva dans le terreau carbonisé. On prend une terre calcaire chargée de terreau, on la calcine à vase clos, et on obtient ainsi un mélange de carbonate de chaux divisé et de charbon, mélange très poreux et très absorbant. Jeté et brassé dans les fosses, il s'empare de tous les gaz volatils, fait disparaître la mauvaise odeur et fournit un engrais contenant tous les principes des excréments, mais ne les cédant qu'avec lenteur, et ayant par conséquent plus de durée dans ses effets sur la végétation. On em-

ploie en ce moment ce procédé dans les fosses des camps autour de Paris (1843). Le noir animalisé de M. Salmon contenait 60 kilogr. de matières organiques, matières fécales, sang, chair musculaire, mêlés à 40 kilogrammes de poudre désinfectante.

Le charbon lui-même absorberait moins que la terre charbonneuse ; son éclat métallique annonce assez qu'il est peu poreux. Le charbon de tourbe est aussi compacte et brillant, et offre le même inconvénient. M. de Villeneuve voudrait employer les houilles et les lignites réduits en poudre et altérées par la fermentation ; mais ils exigent le plus souvent une préparation pour les amener à cet état, et, de plus, un lavage coûteux pour leur enlever l'acide sulfurique produit par la décomposition de leurs parties pyriteuses, ce qui les rend plus coûteux que la terre charbonneuse. La valeur réelle de l'engrais désinfecté dépend de la quantité de terre mélangée ; elle varie donc selon les fabricants. Celui des camps, analysé par MM. Boussingault et Payen, contient 0,42 d'eau, et il offre 2,96 d'azote p. 100 à l'état sec, et 1,24 à l'état normal.

Les excréments de la vache renferment 2,30 p. 100 d'azote à l'état sec, ceux de cheval 2,21, ceux de mouton 1,73. Au reste, ces matières ne s'emploient jamais isolément, mais seulement à l'état de fumier, dont nous parlerons plus loin.

§ IV. — Excréments des bêtes à laine.

Il en est autrement des excréments solides des brebis qui, alors imprégnés d'urine, contiennent 2,99 p. 100 d'azote à l'état sec, et 1,11 à l'état normal ; on les emploie souvent sans autre préparation. Dans les grandes bergeries du midi, on balaie chaque matin le sol uni de la bergerie ; on met les crottins en tas, et on les vend à la mesure à raison de 1 à 2 fr. l'hectol. de 70 kilogr., ou de 1 fr. 50 c. à 2 fr. 60 c. le kilogr. d'azote.

Mais la manière la plus usitée de se servir de crottins de brebis et des urines de cet animal, c'est le parcage. Cette méthode consiste à réunir le troupeau pendant le temps de la chaleur du jour et pendant la nuit, intervalles où il cesse de manger, sur un espace de terrain resserré que l'on enclot au moyen de claies. Le parcage a plusieurs avantages notables : il dispense de l'emploi de la litière, il ne laisse perdre aucune partie des excrétions, et, celles-ci étant ainsi dispersées sur le sol, la volatilisation en entraîne moins que quand elles sont excitées à la fermentation par leur entassement et la chaleur des bergeries; enfin, on économise les transports.

Cette dernière considération indique clairement la convenance du parcage pour les terres éloignées ou d'un abord difficile. Dans les terres labourables, le parcage doit avoir lieu après un labour, et être suivi d'un autre labour peu profond. On s'en sert aussi sur les récoltes languissantes que l'on ranime en les faisant parquer, et enfin sur les prairies sèches. Quant à celles qui sont arrosées, il y aurait à craindre que l'eau courante n'entraînât une grande partie des crottins. Le parcage doit toujours avoir lieu par un temps sec, pour éviter que la terre ne se pétrisse sous les pieds des moutons.

On calcule les dimensions du parc à raison d'un mètre carré par mouton. Si on l'élargissait, on ne parviendrait pas à fumer un plus grand espace de terrain, car les moutons se réunissent et se serrent toujours les uns contre les autres. On compte qu'une nuit donne une forte fumure, et qu'on a une demi-fumure en déplaçant le parc au milieu de la nuit.

Schmalz assure n'avoir jamais obtenu un si grand effet du fumier recueilli pendant une nuit à la bergerie que d'une nuit de parc. Selon lui, le blé venu sur le parcage donne plus de paille que l'engrais ordinaire, les terrains sont plus exempts de mauvaises herbes. Il a obtenu jusqu'à vingt fois la semence de beau froment sur un chaume de trèfle parqué. La seconde

coupe de trèfle devenait magnifique quand on avait parqué après la première.

Un parc de 100 moutons pour une nuit équivaut à 0,56 d'azote ou à 140 kilogr. de fumier de ferme, ce qui représente 14,000 kilogr. par hectare. On voit que c'est une fumure très légère, et son grand effet ne s'explique que par sa rapidité et son peu de durée, qui ne dépasse pas un an. On doit renouveler un tel engrais à chaque récolte.

Certaines grottes, entres autres celle d'Arcis-sur-Eure, près d'Auxerre, fournissent une quantité assez considérable d'excréments de chauves-souris, considérés comme un très bon engrais. Nous nous rappelons avoir marché sur une couche épaisse de ces excréments dans les caves du château de Vigevano (Piémont).

§ V. — Guano.

Nous voici arrivés à un engrais qui, signalé d'abord au commencement du siècle par M. de Humboldt lors de son voyage en Amérique, a acquis depuis peu une grande célébrité quand il a commencé à être importé en Europe. Mais sa consommation prend un cours si rapide, que peut-être dans quelques années les masses d'où on l'extrait étant épuisées, comme elles le sont déjà à Itchaboë, sur la côte d'Afrique, cet article ne sera plus que de l'histoire. En attendant, mettons à profit cette ressource inattendue, et sans nous exagérer ses résultats, comme cet Anglais qui affirmait que, grâce au guano, la Grande-Bretagne allait se passer de toute importation de grains, sachons au juste ce que nous devons en attendre, servons-nous-en assez utilement pour pouvoir nous passer plus tard de son secours.

Dans un grand nombre d'îlots de la mer du Sud, sur la côte du Pérou et du Chili, les habitants des côtes voisines exploi-

tent de temps immémorial des couches épaisses de matière qui paraissent être les excréments d'une multitude d'oiseaux, surtout des *ardea* et des *phénicoptères* qui s'y réunissent la nuit et dont les excréments sont entièrement identiques au produit de ces énormes amas qui ont quelquefois jusqu'à 20 mètres d'épaisseur. En supposant la surface de ces îles entièrement couverte de ces oiseaux, le calcul ne donnerait, après trois siècles, qu'une épaisseur de 9 à 12 millimètres d'excréments, et l'imagination est confondue par la puissance des couches existantes.

Le guano du Pérou, de première qualité, a une couleur brune, une odeur putride et marquée; celui qui a une couleur orangée, et où l'odeur musquée domine, paraît être d'une qualité inférieure.

Le docteur Ure a fait l'analyse du guano du Pérou et a trouvé :

Matière organique azotée contenant de l'urate d'ammoniaque et pouvant donner, par une décomposition lente, 8 à 17 p. 100 d'ammoniaque.	50
Eau.	11
Phosphate de chaux.	25
Phosphate ammoniacal de magnésie, phosphate d'ammoniaque, oxalate d'ammoniaque, contenant 4 à 9 p. 100 de ces alcalis.	13
Silice	1
	100

Le guano du Chili a donné moins de matière azotée et plus d'alcalis fixes et de terre ; son azote, dosé par MM. Boussingault et Payen, leur a donné des proportions diverses selon les échantillons ; tel guano desséché leur a fourni 15,73 d'azote, tel autre 6,20. Aucun engrais n'exige donc aussi impérieusement que celui-ci d'être séché et analysé, si l'on veut connaître sa valeur réelle. Le mot de *guano* couvre des marchandises fort différentes, et quelques-unes, outre leur qualité inférieure

provenant d'une détérioration naturelle, sont très suspectes de falsification. Il faut ici ne payer que l'azote que contient l'échantillon.

A peine l'importation du guano américain a-t-elle commencé en Europe, que l'on a découvert des dépôts semblables d'excréments animaux sur des îles de la côte d'Afrique. Celle d'Itchaboë fournit en ce moment les restes de sa richesse; mais on annonce que dans la baie de Saldanhe, près le cap de Bonne-Espérance, une nouvelle île de guano, celle de Malaca, vient d'être découverte, et son exploitation régularisée par le gouvernement anglais.

Le guano d'Itchaboë est d'un brun chocolat, parsemé de beaucoup de points blancs; on y voit un très grand nombre de débris de plantes à demi décomposées, des plumes, des fragments de coquilles, d'œufs et d'os de poissons. Sir Francis y a trouvé :

Sels volatils ammoniacaux, oxalate, chlorhydrate, carbonate, matières combustibles contenant 9,70 p. 100 d'ammoniaque	42,59
Eau	27,13
Phosphate de chaux et de magnésie	22,39
Matières terreuses	0,81
Sels alcalins	7,08
	100,00

On ne trouve pas d'urate dans ce guano, ou du moins on n'en trouve qu'en petite quantité (3 p. 100 selon le docteur Ure); ce qui a fait penser qu'il n'était pas entièrement le produit des déjections des oiseaux, mais que celles des phoques y entraient dans une proportion très forte.

Les prévisions de la science à l'égard du guano ont été complétement confirmées par l'expérience. Il était facile de concevoir qu'étant un composé assez complexe de toutes les matières qui servent à la nutrition des végétaux, et étant d'ailleurs très riche en azote, cet engrais aurait des effets très marqués

sur les récoltes. Nous possédons à cet égard plusieurs séries d'expériences bien faites, qui offrent des faits très précieux non-seulement sur cet engrais en particulier, mais sur son effet comparé à celui d'autres engrais. Nous avons choisi de préférence les expériences où la fertilité native de la terre était constatée par une culture comparative sans engrais; celles où une assez grande variété de doses de guano nous permettait d'apprécier celle qui convient le mieux. Laissant de côté pour le moment l'application du guano à des genres divers de plantes, nous avons pris pour type de comparaison son effet sur le froment qui a été l'objet des expériences les plus nombreuses et les plus soignées. Enfin, nous avons supposé que tous ces guanos étaient pareils, pour leur titre, à celui qu'avait reçu en France le ministre du commerce, et qui dosait environ 14 d'azote p. 100. Nous avons placé ces expériences en allant du plus grand au plus petit rendement, relativement à la quantité d'engrais. Nous avons réduit les résultats à la surface uniforme d'un hectare.

FERME-MODÈLE D'ILLE-ET-VILAINE, A RENNES.
— EXPÉRIMENTATION DE M. BODIN.

Terrain déjà riche.

Engrais guano.	Récolte de froment.	Azote de la récolte.	Azote naturel du sol.	Azote de l'engrais.	Azote total du sol.	Engrais pris par la récolte.
0	2400	85,18	212,94	»	212,94	0,40
250 kil. . .	2720	96,56	212,94	35,00	247,94	0,39
500 kil. . .	3520	124,96	212,94	70,00	282,94	0,44
1000 kil. . .	4080	144,84	212,94	140,00	352,94	0,41

La récolte qui, sans engrais, était déjà de plus de 30 hectolitres par hectare, a été poussée à plus de 52 hectolitres, avec 1,000 kilogr. de guano.

FERME-MODÈLE DES BOUCHES-DU-RHÔNE, A LA MONTAURONNE. — EXPÉRIMENTATION DE M. DE BEC.

Saison sèche.

Engrais.	Récolte en froment.	Azote des grains.	Récolte en paille.	Azote de la paille.	Azote de la récolte.	Azote naturel du sol.	Azote de l'engrais.	Azote total en terre.	Engrais pris par la récolte.
0	872	27,04	950	2,46	29,50	73,5	»	73,5	0,40
25000 k. fumier	1404	46,19	1450	3,73	49,94	73,5	100,0	173,5	0,28
500 kil. guano. .	1222	40,20	4150	10,75	50,95	73,5	70,0	143,5	0,35
600	1211	39,84	4500	11,65	51,19	73,5	84,0	157,5	0,33
700	1158	38,10	4000	10,36	48,46	73,5	98,0	171,5	0,28
800	1239	40,47	5300	13,73	54,20	73,5	112,0	185,5	0,29
900	1288	42,37	6300	16,32	58,69	73,5	120,0	193,5	0,30
1000.	2000	66,00	5150	13,34	79,34	73,5	140,0	213,5	0,37

Nous voyons ici l'absorption du fumier d'écurie descendre à 0,28, tandis que celle du guano monte à 0,37. Le prix du guano était à 25 fr.; celui de son azote est de 1 fr. 78 c.; or, l'azote du froment valant 5 fr. 40 c., on voit qu'il y a intérêt à pousser l'emploi du guano jusqu'à l'entière limite où son absorption par le froment sera possible. Ce que nous disons du guano s'applique à tous les engrais dont l'azote a un prix inférieur à celui du froment quand il s'agit de la culture de ce grain, ou inférieur à celui de l'azote du produit auquel on l'applique quand il s'agit d'autres cultures.

On voit aussi dans cet exemple la proportion du grain à la paille tendre à décroître à mesure que la quantité de guano augmente. Ainsi l'on a les rapports :

	Grain.	Paille.
N° 1	100	132
2	100	129
3	100	340
4	100	371
5	100	345
6	100	399
7	100	489
8	100	258

Quelque irrégularité que présente le foin, en raison des circonstances de terrain que l'on ne peut apprécier, l'accroisse-

ment de rapport de la paille est si sensible en passant du fumier d'étable (n° 2) au guano (n° 3 et suiv.), que l'on voit se vérifier ici la loi qui, dans les plantes vigoureuses, donne la supériorité aux productions herbacées, tiges et feuilles, sur la production des fruits et semences. L'engrais du guano serait donc très propre à favoriser la production des prairies.

GRAND-JOUAN. — EXPÉRIMENTATION DE M. RIEFFEL.

Terre de bruyère brûlée.

Dose d'engrais.	Récolte de grains.	Azote des grains.	Récolte en paille.	Azote de la paille.	Azote de la récolte.	Azote naturel du sol.	Azote de l'engrais.	Azote total en terre.	Aliquote d'azote pris par la récolte.
	seigle.								
0.	1460	»	»	»	23,36	58,4	»	58,4	0,40
	froment.								
20000 kil. fumier de ferme.	1054	34,68	2000	5,18	39,86	58,4	180,00	138,4	0,28
40000 kil. *ibid.* . . .	1477	48,59	3000	7,77	56 36	58,4	160,00	218,4	0,26
1080 kil. guano . .	2321	76,36	5500	14,24	90,60	58,4	151,20	209,6	0,43
2160. kil. *ibid.* . . .	2321	76,36	5800	15,02	91,38	58,4	302,40	360,8	0,25

Dans cette expérience comme dans la précédente, on voit la récolte n'absorber que moins du tiers des principes fertilisants du fumier de ferme et du guano à haute dose et la moitié du guano à dose moindre. Celle-ci donne exactement la même récolte en grain et un peu moins de paille que la récolte où la dose du guano était double. On avait outrepassé les besoins du froment; la table a beau être abondamment servie, il y a un terme où l'on cesse de manger; pour ces terres, ce terme paraît être celui où la production arrive à 30 hectolitres par hectare; nous l'avons vue aller jusqu'à 52 hect. à Rennes et à 40 à la Montauronne en Provence.

La proportion de la paille au grain est

	Grain	Paille.
N° 1	»	»
2	100	190
3	100	263
4	100	237
5	100	249

Quoique la production de la paille augmente avec la richesse de l'engrais, soit à cause de la saison, soit à cause du terrain, cette augmentation est beaucoup moins grande que dans l'expérience de M. de Bec.

Sur un terrain non écobué à sous-sol glaiseux qui, sans engrais, n'avait pas de fertilité naturelle, M. Rieffel a obtenu le résultat suivant :

Engrais guano.	Recolte de grains.	Azote des grains.	Récolte en paille	Azote de la paille	Azote total de la récolte.	Azote naturel	Azote de l'engrais.	Total de l'engrais en terre.	Engrais absorbé p. la récolte.
2160 kil. . .	2954	113,72	5000	24,50	138,22	»	302,40	302,40	0,46

Cette dose d'engrais produit ici une plus forte récolte que sur le terrain écobué lui-même, mais la quantité de paille est inférieure. Le rapport du grain à la paille est de 100 à 169; les terrains argileux sont en général plus favorables à la production de grain qu'à celle de la partie ligneuse et herbacée des plantes.

FERME DE SADROC (CORRÈZE). — EXPÉRIMENTATION DE M. LOBELLIAT.

Cette expérience a été faite sous l'inspiration de M. Oscar Leclerc-Thouin, qui l'a discutée dans un excellent article[1]. C'est le dernier tribut que l'excellent secrétaire-général de la Société centrale a payé à l'agriculture. Le champ des expériences était siliceux et argileux, avec un peu de magnésie et de faibles traces de chaux.

Dose d'engrais.	Récolte en from.	Azote des grains.	Récolte en paille.	Azote de la paille.	Azote total de la récolte.	Azote naturel du sol.	Azote de l'engrais.	Azote total de la terre.	Aliquote d'azote pris par la récolte.
0	1100	36,19	2900	7,51	43,70	109,25	»	109,25	0,40
0	1000	32,90	2850	6,60	39,50	98,75	»	98,75	0,40
Moy. des 2 préc.	1050	34,55	2725	7,06	41,61	104,00	»	104,00	0,40
30000 kil. fumier de ferme	1300	42,77	3600	9,32	52,09	104,00	125,6	227,60	0,23
950 k. guano. .	1400	46,06	5000	12,95	59,01	104,00	196,0	300,00	0,19
1900 k. guano.	1850	60,86	6900	17,87	78,73	104,00	259,0	363,00	0,21

(1) *Journal d'agriculture pratique*, 2e série, t. II, p. 253.

Le fumier de ferme, tout comme le guano, donne ici moins du quart de leur azote ; la nature du sol était telle, sans doute, que l'argile se saturait de sels ammoniacaux et ne le livrait pas à la végétation comme cela est arrivé à Grandjouan. Quelle différence avec les produits de Rennes et ceux de la Montauronne !

La production de la paille s'élève encore ici d'une manière bien remarquable à mesure que l'engrais devient plus riche. Ainsi, nous avons ces rapports entre la paille et le grain :

	Grain.	Paille.
N° 3.	100	259
4.	100	276
5.	100	357
6.	100	373

D'après tous ces résultats, nous devons croire, avec le professeur Johnston, que l'action du guano se prolonge plus d'une année. Il croit avoir remarqué aussi que cet engrais profitait d'une manière plus spéciale, employé à la fumure des récoltes racines.

Ce professeur a pensé que l'on forcerait les importateurs à maintenir leurs prix dans les limites naturelles, si l'on parvenait à fabriquer un guano artificiel qui fût l'équivalent du naturel. Voici la recette qu'il propose[1] :

	Poids. kilogr.	Prix. fr. c.
Os en poudre	142,70	21 87
Sulfate d'ammoniaque. . . .	45,30	18 75
Cendres.	2,26	1 04
Sel marin	45,30	2 50
Sulfate de soude.	4,55	1 04
	240,11	45 20

qui égalerait, selon lui, 200 kilogr. de guano, qui se payait d'abord à Londres de 65 à 75 fr. les 100 kilogr. Le prix est descendu aujourd'hui, depuis les importations d'Afrique, à

(1) *Journal d'agriculture pratique*, 2e série, t. II, p. 213.

25 fr. les 100 kilogr. Il y aurait donc peu d'intérêt à fabriquer le guano artificiel qui, d'ailleurs, serait aussi loin peut-être de produire les effets du naturel que le vin fabriqué avec de l'eau-de-vie, de l'eau, de l'acide tartrique, ne serait propre à représenter du vin provenant de la fermentation du raisin.

D'après une note de M. Bidard [1], le guano d'Afrique, acheté à Liverpool et rendu au port de Rouen, revient à 20 fr. 79 c. les 100 kilogr. Mais, comme nous l'avons déjà dit, le guano ne peut être acheté sans être titré, c'est-à-dire sans qu'on ait constaté la quantité d'azote qu'il renferme à l'état sec. Le guano qui a servi jusqu'ici aux expériences était du guano du Pérou, reçu par M. le ministre de l'agriculture. Son prix naturel, en le comparant à celui du fumier, serait (l'azote étant à 1 fr. 62 c. le kilogr.) de 22 fr. 68 c. au titre de 14 d'azote p. 100. Nous verrons plus tard que ce prix devrait être augmenté à cause de la facilité des transports pour une matière qui offre une grande valeur sous un petit poids.

§ VI. — Colombine.

Les excréments de pigeons, mêlés aux débris de plumes et de graines qui couvrent le sol des colombiers, ont pris le nom de *colombine* qui, à l'état normal, contient 9,6 d'eau et 8,30 p. 100 d'azote, et à l'état sec 9,02 d'azote. Ce puissant engrais n'est abondant que dans les pays où existent encore de grandes fermes, partout ailleurs il a disparu. Dans le département du Pas-de-Calais on achète, à raison de 100 fr. par an, la colombine de 6 à 700 pigeons qui donnent une forte voiturée d'engrais. Si l'on suppose son poids de 1,200 kilogr., on obtient par cette somme 9k,96 d'azote, qui revient à environ 1 fr. le kilogramme.

(1) *Travaux de la Société d'agriculture de la Seine-Inférieure*, janvier 1844.

Les *excréments des poules*, quoique encore très actifs, ont, d'après l'expérience des cultivateurs, moins de valeur que ceux des pigeons : ils n'ont pas encore été analysés. Ces deux genres d'engrais sont surtout recherchés dans le midi par les jardiniers ; en Flandre, on s'en sert pour la culture du lin ; ils entrent aussi dans la composition des engrais liquides. On a la mauvaise habitude de laisser séjourner toute l'année ces excréments dans les colombiers et les poulaillers ; il s'y engendre une multitude d'insectes qui tourmentent les volatiles ; en outre, l'amoncellement provoque une fermentation qui cause une grande déperdition de gaz ammoniacaux. Il serait donc utile d'enlever souvent ces engrais, de les déposer dans un lieu sec, et, si l'on voulait en faire usage soi-même, de les mêler avec une terre charbonneuse ou avec du sulfate de fer.

Quand on veut employer ces engrais, on les pulvérise au fléau et on les répand par un temps calme et sec, à la dose de 2,500 kilogr. par hectare.

§ VII. — Excréments de poissons.

La fertilité que manifestent les étangs empoissonnés lorsqu'on les met à sec, quoiqu'ils soient généralement établis sur un sol argileux et stérile, met hors de doute la valeur des excréments des poissons. Nous l'avons éprouvée directement et à plusieurs reprises, en faisant transporter sur nos champs le dépôt qui se trouvait au fond des bassins bien peuplés de poissons. Les luzernes qui recevaient cette fumure étaient remarquablement belles.

§ VIII. — Excréments des insectes.

Chacun connaît et apprécie dans le midi les bons effets des litières chargées des excréments des vers à soie, des vers morts et des débris de feuilles de mûrier. Dans les magnaneries bien

tenues, on applique rarement ces litières à fumer les champs; mais après les avoir fait sécher, on les emploie à engraisser des moutons. Cependant quand, par négligence, on n'a pas pu parvenir à une bonne dessiccation, et qu'on est forcé de les faire servir aux cultures, il est bon de connaître la valeur de cet engrais. MM. Boussingault et Payen ont analysé les litières du cinquième et du sixième âge de ces insectes. Les premières contenaient à l'état sec 3,483 d'azote p. 100; les secondes, 3,709.

Section IV. — *Substances végétales.*

Les substances végétales, quoique surtout très riches en carbone, recèlent cependant une quantité d'azote assez grande pour qu'elle puisse expliquer les bons résultats que l'on obtient des engrais verts, des récoltes enterrées, et de toutes ces pratiques qui ont été trop négligées jusqu'ici pour qu'il ne soit pas utile de les rappeler à la mémoire des cultivateurs.

On emploie les végétaux transportés de la place où ils ont crû sur la place que l'on veut améliorer; ou bien on les fait croître sur la place même à améliorer et on les y enterre; ou bien, soit à l'état sec, soit à l'état frais, on les soumet préalablement à la fermentation avant de les enfouir. Nous allons énumérer ces différents procédés.

§ I. — Végétaux transportés pour être enfouis.

Les frais de ce genre d'engrais consistent dans la valeur des végétaux pris sur place, dans les frais de transport et dans ceux d'enfouissement. C'est la balance de ces frais et de la valeur de l'engrais qui doit décider si l'opération est utile.

Quand on transporte des débris secs de végétaux, comme des feuilles tirées des forêts, les écorces épuisées des tanne-

ries, etc., on ne les emploie généralement qu'après les avoir fait fermentor; mais on enterre souvent en vert les fougères et les bruyères qui sont abondantes dans certaines localités. Nous ne savons pas encore la quantité d'azote fourni par la fougère, mais nous savons qu'elle renferme beaucoup de potasse, et que sous ce rapport elle peut être avantageuse aux terres qui en manquent. Les feuilles de bruyères sèches renferment jusqu'à 1,74 d'azote. Si on enfouissait la tige en même temps, on aurait un engrais bien moins riche; mais comme les feuilles se séparent bien de la tige par la simple percussion après la dessiccation, on aura plus d'avantage à employer la tige au chauffage.

A. — *Jeunes pousses de pin.*

M. Kéramel cite un procédé employé, dit-il, avec succès dans les environs de Baud, en Bretagne, pour faire servir les pousses de pin maritime à l'engrais des terres, et particulièrement au défrichement des landes de cette province. On sème le pin très dru à raison de 16 kilogr. par hectare; on répand en fumure 2 hect. de noir animal pour exciter la végétation. Au bout de 4 à 5 ans, on a un terrain couvert d'un massif serré comme une chènevière. On coupe les plants ras de terre; les souches sont extraites et brûlées avec une partie de la motte. On fait une première couche de cette terre mêlée de cendres, de 16 centimètres de hauteur, que l'on recouvre d'une couche de tiges de pins de 27 centimètres, sur laquelle on jette un demi-ki ogr. de chaux vive en poudre par mètre carré. Une seconde couche de terre est suivie d'une nouvelle couche de pins, et l'on élève ainsi le tas à la hauteur de 2 mètres. On arrose de temps en temps, et au bout de six mois le tas est converti en un terrreau fertilisant. L'auteur dit que 30 tombereaux de cet engrais, du poids de 1,000 kilogr., suffisent pour fumer 1 hect. de terre. C'est une espèce d'engrais Jauffret, moins la lessive composée, usitée pour celui-ci.

B. — *Buis.*

Le buis est un engrais d'une grande ressource dans les pays entourés de montagnes calcaires, qui en sont quelquefois couvertes. A Bouquet (Gard), commune surmontée par le puy de Bouquet, la culture repose entièrement sur l'engrais de buis. On veille attentivement à ce qu'on n'en arrache pas les racines, et tous les habitants de la commune ont droit d'aller en couper pour leur provision. C'est à qui, par son activité, en recueillera une plus grande quantité. Mais quand on considère l'exiguité du territoire de cette commune, en comparaison de la vaste surface qui produit le buis nécessaire à sa fertilisation, on ne peut regarder cette ressource comme applicable à de vastes territoires. L'exemple que nous venons de citer se reproduit dans quelques communes de la Drôme, des Basses-Alpes, de l'Ain, etc.

Les rameaux feuillés de buis apportés de la montagne sont placés pendant quelque temps dans les rues du village et sur les chemins qui y aboutissent, où ils sont foulés et écrasés par les pieds des chevaux. On les dispose de la sorte à la fermentation. Ils possèdent à l'état vert 1,17 p. 100 d'azote, avec près de 60 d'eau; à l'état sec, ils présentent 2,89 d'azote; c'est donc un engrais végétal très riche, puisqu'il dépasse de beaucoup le titre du fumier lui-même.

En Provence et dans les pays de montagne, on emploie aussi au même usage les tiges feuillées des pins, qui n'ont pas encore été analysées.

C. — *Roseaux.*

L'emploi des roseaux (*arundo phragmites*) à l'état frais et sec est si considérable dans le voisinage des étangs du midi, cette plante y est l'objet d'un si grand commerce et a tellement élevé le prix des terrains inondés qui la produisent, qu'il est important de bien fixer sa valeur comme engrais. A

notre prière, M. Payen a bien voulu se livrer à cette recherche.

Le roseau coupé au moment de la floraison et séché sur place, tel qu'on le livre au commerce, contient encore 20 p. 100 d'eau, plus ou moins, selon le degré de dessiccation. Desséché complétement, il donne 1,10 p. 100 de cendres. A l'état normal, il renferme 0,75 p. 100 d'azote, près de trois fois autant que la paille de froment, et à l'état sec 1,0678; c'est-à-dire qu'à l'état normal il représente, poids pour poids, presque le double du fumier de ferme non desséché. Réduit par la macération au même degré d'humidité que le fumier, sans adjonction d'un mélange animalisé, il a 0,267 p. 100 d'azote, c'est-à-dire un peu plus de la moitié du fumier de ferme qui en a 0,40. C'est sur cette valeur relative que l'on doit calculer pour fixer la convenance de l'emploi des roseaux. Il faut que, rendu sur les lieux, le prix de cet engrais soit à celui du fumier de ferme : : 267 : 400, ou que, complétement desséché ainsi que le fumier (ce qui sera plus exact), son prix soit à celui-ci :: 1,0678 : 0,950. En 1842, les gerbes de roseaux pesant 2 kilogr. se vendaient 4 fr. le 100 ou 2 fr. les 100 kilogr., aux environs d'Arles. On avait ainsi l'azote au prix de 2 fr. 67 c. Il y a de plus à ajouter les frais de transport; c'était donc un engrais très cher, et l'on ne peut s'expliquer ce prix que par la disette de litières dans une grande partie du pays.

On fume souvent les oliviers en Provence en plaçant à leurs pieds des gerbes de roseaux. Cet engrais dure deux ans avant d'être entièrement consumé. On s'en sert pour litière, et on les soumet à la fermentation pour obtenir un engrais plus soluble.

D. — *Sarments.*

On a aussi éprouvé de bons effets de l'enfouissement des sarments frais au pied des souches. Nous n'avons pas d'analyse de cette substance; il est probable qu'elle est supérieure à la sciure d'acacia dont il faut 513 parties à l'état sec pour équi-

valoir à 100 parties de fumier également sec. Le prix auquel les sarments se vendent comme chauffage, comparé à celui du fumier, en desséchant complétement l'un et l'autre, résoudra la question de convenance de leur emploi.

E. — *Goëmon.*

Le goëmon, que l'on emploie en si grande abondance sur les côtes pour l'engrais des terres, est un mélange des différentes plantes de la famille des algues, que l'on recueille soit quand elles ont été détachées par les flots du fond de la mer, soit par une récolte régulière que l'on obtient en labourant la surface des roches et le fond de la mer au moyen de grands râteaux. Des règlements fixent ordinairement pour chaque localité l'époque et le mode de la récolte[1].

Ces plantes entraînent avec elles un grand nombre de coquillages, des corallines, etc.; elles sont d'ailleurs riches en sels de soude et de potasse qui accroissent leurs vertus fécondantes.

On les emploie soit à l'état frais, soit après qu'elles ont été entassées et qu'elles ont subi un commencement de putréfaction, soit enfin brûlées au moins en partie. On n'est pas d'accord sur les effets de cet engrais dans ces deux états ; on le croit nuisible s'il n'a pas subi pendant quelques jours les influences de l'atmosphère et quelques ondées de pluie qui le dépouillent de son sel excédant ; sans quoi l'on pense qu'il pourrait altérer les germes des graminées. Les varecs sont très favorables aux cultures de pommes de terre. Cet engrais a l'avantage de ne pas souiller la terre de semences nuisibles.

Les différents fucus sortant de l'eau et simplement égouttés retiennent 0,75 d'eau ; desséchés à l'air, ils en contiennent encore 0,40. Leur richesse en azote varie en cet état de 1,38 p. 100 (fucus saccharinus) à 0,86 (fucus digitatus). On n'a

(1) *Recherches pour servir à l'histoire naturelle du littoral*, par Audouin et Milne-Edwards, t. I, p. 217 et 223.

pas analysé la zostera, la plus commune des plantes recueillies sur les bords de la Méditerranée. Complétement desséché, le fucus saccharinus contient 2,29 d'azote p. 100; le fucus digitatus, 1,41. Dans cet état, ce dernier a, poids pour poids, une valeur triple de celle du fumier de ferme à l'état normal.

Le goëmon brûlé contient 0,40 p. 100 d'azote. La combustion lui fait donc perdre une grande partie de cette substance, mais, d'un autre côté, elle rapproche les matières solides et diminue les frais de transport.

F. — Fourrages.

On a soulevé la question de savoir s'il y avait des cas où le prix des fourrages fût si bas qu'il conviendrait de les destiner à être enterrés comme engrais plutôt que de les consacrer à la nourriture des animaux. Pour la résoudre, il suffit de savoir que le foin contient 1,15 à 2 p. 100 d'azote dans son état normal, la luzerne 1,38, le trèfle 1,54; ainsi, le prix de l'azote étant de 1 fr. 66 c.,

100 kil. de foin employés comme fumier vaudraient de	1 f. 90 à 3 f. 32
100 kil. de luzerne.	2 29
100 kil. de trèfle.	2 56

Si la valeur vénale des fourrages descendait au-dessous de ces chiffres, il pourrait être avantageux de les destiner à servir directement d'engrais. Mais ces prix supposent une valeur si faible de la viande, de la laine et du travail, qu'ils doivent se présenter rarement et dans des pays où probablement les engrais eux-mêmes seraient à si bas prix qu'on ne serait pas embarrassé de s'en procurer.

§ II. — Engrais verts cultivés sur place.

A. — Prairies.

Les frais qu'occasionnent les engrais verts cultivés sont ceux

de culture, de semence, d'enfouissement, et la rente de la terre pendant la durée de leur végétation. Le rapport de la somme de ces frais à la valeur propre de l'engrais détermine l'opportunité économique de leur usage.

Quoique les prairies permanentes n'aient pas été semées et conservées dans le but d'en faire un engrais, elles rentrent cependant tout à fait dans le sujet qui nous occupe. Il arrive même assez souvent que la nature du sol ne permet pas de garder éternellement une prairie en bon état, et qu'il faut la défricher de temps en temps pour la remettre plus tard en pré. Cela arrive principalement dans les terres plus favorables à la croissance des légumineuses qu'à celle des graminées pérennes.

La richesse du gazon dépend beaucoup de la manière dont la prairie a été traitée, et par conséquent elle est en rapport très direct avec les récoltes de fourrage que l'on a obtenues. Dans les prés qui rapportent 10,000 kilogr. de foin par hectare et par an, on trouve dans le gazon un engrais qui équivaut à 209 kilogr. d'azote par hectare, et qui est propre à fournir 105 hectolitres de blé.

Les prairies qui ont été traitées sans engrais et dont on a seulement recueilli l'herbe croissant naturellement, si elles produisent seulement 5,000 kilogr. de foin, donnent 104 kil. d'azote propre à produire 52 hectol. de blé.

On peut donc évaluer la fertilité des gazons à 0,02 d'azote pour chaque kilogramme de foin recueilli sur la prairie par récolte moyenne.

Il faut observer encore que la terre qui a été longtemps en prairie conserve, même après avoir perdu son azote, une grande supériorité sur les terres de même nature qui n'ont pas été soumises au même traitement, à cause de la quantité de carbone qu'elle retient, et qui, outre qu'il colore le sol, l'ameublit, le rend plus léger, plus poreux, plus hygrosco-

pique, et enfin lui fournit un élément qui est certainement utile à la végétation.

B. — *Lupin.*

L'usage du lupin comme engrais vert date de l'antiquité. Pline nous apprend [1] que les Romains le semaient en septembre pour l'enterrer à la charrue au mois de mai suivant, ou bien qu'ils le ramassaient, le déposaient au pied des vignes et des arbres, et le recouvraient avec la terre.

Dans les pays où la jachère est conservée et où l'on n'a pas à redouter des froids de — 14°, auxquels le lupin ne résiste pas, la meilleure époque pour le semer est l'automne; il acquiert toute sa croissance au mois de juin, pour alors être enterré, et sa décomposition est avancée au moment de la semaille des blés.

Dans la vallée du Rhône, près de Vienne, on le sème, le 24 juin, sur les terres en jachère, mais seulement sur des terres sablonneuses de qualité inférieure, et pour préparer la récolte du seigle. On sème en avril celui que l'on destine à porter graine. Les semences de cette légumineuse ne mûrissent pas en Allemagne, on les tire du midi. Bürger croyait que son usage était borné aux pays qui peuvent cultiver la vigne; cependant le lupin s'est répandu depuis quelques années dans l'Eiffel, où il remplace le fumier sur toutes les pentes de montagnes qui n'avaient pu être cultivées, parce que le transport du fumier y était impossible. De vastes étendues de terrains, autrefois abandonnées, sont mises en culture tous les dix ans, grâce au lupin. Il prospère sur des points élevés et froids, au milieu des bruyères, sur un sol tout à fait ingrat, comme dans les contrées basses, entourées de brouillards épais, et malgré le froid de la nuit [2].

(1) *Hist. nat.*, lib. XVII, cap. 9.
(2) Jacquemin, *Allemagne agricole*, p. 17.

Cette plante se sème assez épais, de 2 à 2,5 hectolitres par hectare, sur un labour, à la volée ou dans les lignes de labour; on recouvre à la herse ou par un nouveau trait de charrue. Quand le lupin a sa troisième fleur, on fait passer un rouleau qui couche la plante, et on fait un labour assez profond pour l'enterrer.

Le lupin réussit mal dans les sols calcaires; il préfère ceux qui ne le sont pas, surtout s'ils sont un peu ocreux. Il est assez bizarre dans ses exigences relatives au terrain, et jusqu'à présent on ne s'est pas bien expliqué, faute d'observations assez étendues, pourquoi il réussissait bien dans certaines situations, dans des terres qui paraissaient épuisées, tandis qu'il semblait manquer de vigueur dans d'autres qui manifestaient leur fertilité par la bonne croissance des plantes d'une autre nature. Cette plante mérite d'être étudiée très attentivement, parce qu'outre le problème économique, elle pourrait présenter des phénomènes physiologiques propres à faire faire un pas à la science.

La plante du lupin, desséchée à l'air, nous a donné 1,65 p. 100 d'azote, et, séchée à 100 degrés sous le vide, 1,87 p. 100. Or, un lupin bien venu, semé au printemps, ou mieux encore en automne, pour être enterré en juin, donne autant de fane qu'un sainfoin, c'est-à-dire 5,000 kilogr. de fane sèche, ce qui équivaudrait à 26,000 kilogr. de fumier de ferme. Dans les très bons terrains cette quantité va même plus loin. Dans les médiocres, on obtient encore plus de 2,000 kilogr. de fane. Il paraît que la durée de cet engrais est de plus d'une année, car M. Roland fait souvent, près de Nimes, deux récoltes consécutives de blé sur cette préparation.

En Italie, on emploie aussi la semence de cette plante, après l'avoir ébouillantée, pour fumer les oliviers et les orangers, au pied desquels on la dépose. Cette semence a été analysée par M. Payen, et renferme 3,49 d'azote p. 100 à l'état normal

et 4,35 à l'état complétement sec. C'est donc un engrais fort riche, mais qui serait très cher dans les pays où la culture du lupin n'est pas générale ; au contraire, quand on cultive beaucoup de lupin et que, faute d'attention, on laisse un certain nombre de pieds monter en graine, il y a une production accidentelle qu'on trouve aussi avantageux à employer comme engrais qu'à faire macérer longtemps dans l'eau, pour enlever son amertume et la faire manger aux moutons. Aucun bétail ne touche à la plante sur pied.

C. — *Autres végétaux cultivés pour engrais.*

1. *Fèves*. Dans les environs de Bologne, on sème des fèves comme engrais sur les terrains destinés à porter du chanvre, après les avoir préalablement fumés. La fève est à fleur et propre à être enterrée au moment où l'on donne la dernière façon pour le chanvre[1]. On considère l'herbe de la fève en fleur comme une demi-fumure.

2. *Vesces*. Les vesces ont été employées comme engrais vert, mais la cherté de leur graine rend cet engrais très coûteux ; on se sert aussi de maïs dans le Milanais. François de Neufchâteau a beaucoup prôné le tabac pour l'extrême fertilité qu'il apportait aux terres où l'on enterrait sa plante. On dit l'avoir employé autrefois dans les environs de Florence. La petite quantité de graine qui est nécessaire et son bas prix auraient rendu cet engrais fort utile. Mais le tabac ne prend un grand développement que sur des terres déjà très riches, quand même le monopole des gouvernements n'en aurait pas fait prohiber la culture dans certains pays et accru la valeur de sa plante dans d'autres.

3. *Seigle*. M. Ciobert, de Turin, préconisa, il y a quelques années, l'emploi du seigle enterré en vert pour servir à l'en-

(1) Crud, *Économie de l'agriculture*, art. Chanvre.

grais[1]. Il prétendait qu'à l'époque de sa floraison cette plante produisait un engrais égal à celui d'une fumure complète avec le fumier de ferme, et qu'en l'alternant avec d'autres récoltes, le maïs et le froment, par exemple, on pouvait avoir indéfiniment le même résultat que si l'on employait ce fumier. L'agriculture était ainsi réduite à un grand état de simplification, et le règne animal, qu'un préjugé injuste fait considérer comme si onéreux, était banni de l'agriculture.

Les expériences du comte Verri[2] prouvèrent que la légère augmentation de récolte que l'on obtenait ne compensait pas les frais. Dès la seconde année, le produit du champ fumé avec le seigle descendit au niveau de celui qui n'avait pas reçu d'engrais. Toute la puissance du seigle était consommée. Les analyses viennent à l'appui de ce résultat. En effet, supposons une pleine récolte de seigle de 18 hectolitres, la paille et le grain nous fourniront 49^{k},32 d'azote équivalant à 12,320 kil. d'engrais de ferme; c'est, comme on voit, une fumure assez légère.

4. *Spergule*. M. de Voght s'est beaucoup servi de la spergule, et il n'est pas inutile de l'examiner ici sous le point de vue de l'engrais. M. de Dombasle a donné, dans les *Annales de Roville*[3], la traduction de fragments de l'ouvrage spécial où cet agriculteur zélé a rendu compte de ses essais. Il y affirme que si l'on sème consécutivement un champ de spergule pour être enterré en vert en mars, juin et août, on peut compter que l'effet de ces trois herbages équivaudra à celui de 29 voitures de fumier ou de 29,000 kilogr. par hectare, ce qui, dit-il, enrichit plus le sol qu'une récolte de seigle ne l'épuise.

Le produit de la spergule, semée et récoltée dans la saison, ne va pas au delà de 3,000 kilogr. par hectare; les trois récoltes successives donnent sans doute une quantité moindre;

(1) *Del Soverscio*, Turin, 1819.
(2) *Ibid.*, 2^{e} édit., Milan, 1821.
(3) T. VI, p. 294, 1830.

mais supposons qu'elle soit égale, nous aurions à enterrer l'équivalent de 9,000 kilogr. de fourrage sec qui nous donnent 103k,5 d'azote, ou 25,800 kilogr. de fumier de ferme capables de produire 38 hectol. de seigle. M. de Voght récoltait dans ses expériences 17 hectol. de seigle qui s'emparaient ainsi de la moitié de l'engrais. Reste à déduire de ces avantages la dépense des cultures nécessitées par ce triple ensemencement.

Au reste, cette plante ne réussit bien que dans les terrains sablonneux et frais, et dans les climats humides. Quand on sème la spergule pour engrais, on répand 60 kilogr. de semence par hectare sur un labour, et on passe un rouleau après avoir jeté les graines.

5. *Sarrasin.* On a parlé aussi de cultiver le sarrasin pour engrais vert. Schwerz nous dit qu'en Allemagne on n'enterre le sarrasin que quand la récolte de la graine ne laisse plus d'espoir. Dans le midi de l'Europe, on pourrait essayer de le semer au premier printemps sur les guérets, pour l'enterrer quand il serait en fleurs. Il faudrait employer 10 à 11 décalitres de graines par hectare pour que les plantes fussent assez épaisses ; mais nous ne trouvons pas de résultat connu de cette opération. La paille de sarrasin renferme 0,54 d'azote p. 100 à l'état sec, et 0,48 après la dessiccation à l'air.

6. *Madia sativa.* On a introduit depuis peu le madia sativa dans la culture. La facilité de sa sortie et sa croissance rapide sur toutes sortes de terrains ont attiré l'attention des cultivateurs, et plusieurs d'entre eux l'ont essayé comme engrais vert. MM. Boussingault et Payen pensent qu'en raison des exsudations résineuses qui couvrent cette plante, il conviendrait de lui faire subir une macération avant de l'enterrer comme engrais. Les fanes de madia sont assez riches en azote; elles en possèdent 0,66 p. 100 à l'état sec, et 0,53 après la dessiccation à l'air, c'est-à-dire que dans ce dernier état elles surpassent, poids pour poids, la valeur du fumier de ferme.

Toute la question économique réside donc dans la quantité de ces fanes que l'on pourrait récolter par hectare sur un sol donné. Ce n'est qu'après des essais répétés que l'on pourra prononcer sur la convenance de cet engrais vert.

7. *Navette*. La navette est plus anciennement et plus fréquemment employée à cet usage. Schwerz cite l'excellent emploi qu'en font, sur un sol de sable, les habitants de Hœrdt, en Alsace. Après la récolte des pois, ils sèment la navette sur un seul labour; ils l'enfouissent par un autre labour avant les gelées, et elle profite à la récolte du blé de printemps qui la suit. Ils sèment aussi de la navette après les pommes de terre printanières, de manière à pouvoir l'enterrer en automne au profit du seigle. Dans le pays de Caux, on sème la navette vers le 15 octobre, et à la fin de mars on fume par-dessus et l'on enfouit la plante pour cultiver des pois; après les pois on sème de nouveau la navette avant le 15 août, et on la renfouit en octobre pour semer le blé. On sème aussi la navette, mêlée avec de la vesce, à la fin de juin sur les trèfles que l'on veut rompre, pour l'enterrer en septembre et semer du blé en octobre. C'est ce qu'on appelle dans le pays semer sur *verdage à renfouir*[1]. Cette plante a l'avantage de ne pas exiger une grande dépense pour achat de semences; car il suffit de 10 à 12 kilogr. de graines par hectare.

8. *Chanvre*. M. Bressy présenta, en 1820, le chanvre comme une des plantes les plus améliorantes. On connaît la fertilité croissante des chènevières et on l'attribue aux débris des plantes et des feuilles qui restent sur le terrain. Aux environs de Compiègne, on destine les terrains de seconde qualité au chanvre et on l'alterne avec le seigle; on le vend sur pied, mais les débris recueillis précieusement sont regardés comme un puissant engrais[2]. A ceux qui veulent l'enfouir au lieu de le vendre

(1) *Annales de l'agriculture française*, 2e série, t. XIII, p. 65.
(2) *Société de Seine-et-Oise*, 1820, p. 25.

et qui affirment qu'on en retire 310 fr. par hectare, ne pourrait-on pas dire qu'à ce prix il vaudrait mieux faire cette vente et acheter de l'engrais que d'enterrer le chanvre lui-même; et si le chanvre reste trop petit pour être vendu, ses effets, comme engrais, ne seront-ils pas insignifiants ? On emploie 1,25 hectolitres de semences par hectare. La tige de chanvre complétement sèche contient 1,74 p. 100 d'azote.

9. *Débris divers.* On conçoit que tous les débris de plantes, les feuilles de betteraves, de carottes, de pommes de terre, peuvent être considérés comme des engrais verts; il en est de même des chaumes des céréales, et l'on s'en aperçoit bientôt quand on substitue la faux à la faucille, la première coupant la paille bien plus ras que la seconde; les champs s'en trouvent appauvris, si l'on ne compense pas cette soustraction par une augmentation d'engrais. M. Boussingault estime à 687 kilogr. par hectare le poids des fanes de pommes de terre ayant produit 12,000 hectol. de racines; cette quantité de fanes contenait $15^{k},8$ d'azote représentant 3,900 kil. de fumier. Les feuilles des betteraves d'un hectare qui avait produit 15,000 kil. de racines pesaient, desséchées, 1,167 kilogr., contenant $52^{k},5$ d'azote représentant 13,100 kilogr. de fumier. Enfin le chaume d'une récolte de froment de 14 hectolitres par hectare a pesé 518 kil. à l'état sec, contenant 1,81 kil. d'azote et représentant seulement 400 kil. de fumier. Les feuilles tombant des arbres enrichissent aussi le sol dans les forêts, et ce n'est pas sans dommage pour elles qu'on les en retire pour les porter sur les champs où elles sont d'ailleurs un très bon engrais; celles de chêne, par exemple, donnent à l'état normal, en automne, 1,175 p. 100 d'azote, et a l'état sec, 1,565[1]; cependant il faut les faire fermenter avant de s'en servir pour détruire le tannin qu'elles contiennent. Enfin, les prairies artificielles ont

(1) Voir le tableau à la fin du volume, pour les autres espèces de feuilles.

beaucoup plus d'importance, et constituent, au moyen de leur chaume et de leurs racines, un des engrais verts les plus usités et les plus puissants. Un hectare de luzerne défrichée, dont nous avons recueilli tous les débris et les racines pour nous assurer de leur quantité, nous a donné un poids de 37,021 kilogr. à l'état normal, qui contenait 0,80 p. 100 d'azote; par conséquent, 296^{k},168 d'azote représentant 74,400 kilogr. de fumier de ferme, quantité susceptible de produire 144 hectolitres de blé. On a reconnu depuis peu la valeur nutritive de ces racines cuites données aux moutons. Ce sera un avantage, sans doute, si les fumiers qui en proviennent sont bien administrés, sans quoi les terres pourraient s'en trouver très mal. M. Boussingault a recueilli sur un hectare de trèfle 2,000 kil. de racines à l'état normal, ou 1,547 kil. à l'état sec, contenant 27^{k},84 d'azote et représentant 6,961 kil. de fumier. Ces racines seraient donc beaucoup moins riches que celles de la luzerne.

D. — *Réflexions sur les engrais verts.*

On peut apprécier maintenant tout ce qu'on doit attendre des engrais verts ; leur efficacité est bien constatée et par leurs résultats agronomiques, et par leur analyse. Ceux que l'on obtient par le défrichement des prairies artificielles sont les plus abondants et les moins coûteux, parce qu'ils résultent d'une culture qui a déjà payé ses frais. La convenance de l'emploi des autres plantes enfouies est entièrement subordonnée à leur réussite sur les terrains auxquels on les destine, et leur succès dépend d'ailleurs des chances des intempéries atmosphériques. D'ailleurs, la possibilité de leur culture est subordonnée à la distribution des autres travaux de la ferme, qui peut souvent ne pas comporter des travaux extraordinaires venant se contrecarrer avec ceux qu'exige l'assolement adopté. Nous croyons donc que ce n'est que dans des situations spéciales que l'on peut baser sur l'usage des engrais verts les com-

binaisons d'une économie rurale. Il sera préférable, dans le plus grand nombre des cas, de cultiver des plantes qui puissent servir à la nourriture des animaux, puisque ceux-ci restituent à la terre une grande partie des éléments qui servent à leur nourriture, et créent avec l'autre partie un produit animal d'une plus grande valeur.

Cependant il est des circonstances où les engrais verts peuvent devenir une ressource d'une grande importance, et même où ils sont l'unique pivot sur lequel on peut faire rouler tout le système d'une amélioration du terrain. Ainsi, quand on se trouve en présence de terres négligées, maigres, sans pâturages pour y nourrir les animaux, sans possibilité d'acheter des fumiers ou de se procurer des masses de végétaux venus sans culture, on est naturellement amené à chercher dans les engrais verts cette première force qui donne l'impulsion à la machine agricole. On commence alors par essayer en petit plusieurs plantes propres à cet emploi, et on fixe son choix sur celle qui réussit le mieux dans le sol auquel on la destine. On donne au terrain la préparation convenable, on sème avec soin, et la plante étant en fleurs, on la roule et on l'enterre. Si le semis s'est fait au printemps, on lui fait succéder immédiatement, selon les saisons et les circonstances, une nouvelle plante améliorante d'automne. Si les fanes de ces récoltes ont été peu abondantes, on recommence l'année suivante, et jusqu'à ce que l'herbe recueillie ait démontré, par son épaisseur et sa hauteur, que le terrain est en voie de progrès; alors on sème sur le terrain ainsi préparé une prairie artificielle convenable à la situation, et l'on a ainsi un commencement d'engrais animaux; ce n'est que sur les défrichés de cette prairie que l'on commence la culture des céréales. Si l'on améliore ainsi successivement les différentes parties du domaine, on se trouvera arrivé à un résultat important.

Ne nous le dissimulons pas, cependant, l'engrais ainsi ob-

tenu coûte cher, et sur des terres pauvres il faut quelquefois plusieurs années d'attente et de travaux pour atteindre le but qu'on se propose. Sur de pareils terrains les premières récoltes d'herbes sont faibles, la terre ne se saturant que graduellement de ce que l'on pourrait appeler sa ration d'entretien avant de manifester sa fertilité. M. Rieffel, l'habile directeur de Grand-Jouan, affirme, dans son *Agriculture de l'Ouest*, que l'amélioration de ses landes lui a coûté tout ce qu'elles valent, et nous croyons que c'est le résultat que l'on obtient par toutes les méthodes. Bannissons donc toute illusion, ne croyons pas que l'engrais vert soit un présent gratuit de la nature; elle aussi *vend* souvent *ce qu'on croit qu'elle donne.*

Quant aux terres qui, dès les premiers semis, fournissent l'herbe avec abondance, on doit recourir sur-le-champ avec elles aux prairies artificielles, sans se laisser aller à l'espoir de fumer à plus bas prix avec les engrais verts. La rente de la terre et les travaux destinés à ces engrais s'élèvent le plus souvent au-dessus de leur valeur réelle. On évitera cette erreur en ayant soin de tout peser, de tout calculer d'après les données que l'on trouvera dans ce qui précède. Ainsi on pèse en vert une partie de l'herbe obtenue sur une étendue déterminée, et dont la pousse est une moyenne entre la plus belle et la plus chétive; on la fait dessécher complétement soit au bain d'huile à la température de 140°, soit sous la machine pneumatique; on dose l'azote de la plante, et on trouve son prix de revient par la comparaison avec les frais de culture; on compare ce prix d'un kilogr. d'azote avec celui obtenu des fumiers, et par ces précautions on prévient tout mécompte dans une telle opération.

Nous connaissons cependant des cas où, malgré la belle venue de l'herbe, on peut préférer les engrais verts à la production du fumier d'étable, mais ils sont rares. Nous citerons ce que nous avons vu dans certaines contrées du midi où l'on perd chaque année une grande partie des troupeaux par le pissement

de sang (sang de rate), et où l'on est trop éloigné des marchés d'engrais pour pouvoir en obtenir à des prix raisonnables. Il est évident que là il faut renoncer à toute amélioration si l'on ne recourt aux engrais verts, à moins que l'on ne trouve une race d'animaux exempte d'épizootie, et pouvant remplacer avantageusement les moutons indigènes.

§ III. — Débris végétaux.

A. — *Terreau.*

Il existe, dans le fond des étangs et des marais situés sur un terrain calcaire, des amas de terreaux qui peuvent être utilisés comme engrais; mais cet engrais est abondant en parties charbonneuses et pauvre en azote. La fibre ligneuse y a déjà subi une décomposition qui l'a privée de la plus grande partie de l'azote qu'elle contenait; un pareil terreau ne nous en a pas offert plus de 0,12 p. 100, et il aurait fallu plus de trois fois son poids pour égaler le fumier d'étable. Mais il peut être utile aux terrains pauvres en carbone. Il y a aussi des terreaux plus riches; ce sont ceux qui n'ont pas été formés sous l'eau, qui proviennent de prés défrichés, de cimetières, et qui sont mêlés à une forte proportion de bases minérales. Ceux-ci peuvent être employés avec avantage quand leurs frais de transport ne dépassent pas leur valeur réelle, que l'on appréciera en dosant leur azote.

B. — *Tourbe*

La tourbe, quand elle ne peut être employée plus utilement au chauffage, a souvent été proposée comme engrais; mais chargée de tannin, de matières hydrogénées, et de divers acides végétaux et minéraux, ne possédant qu'une petite quantité de matière azotée, ce n'est qu'après lui avoir fait subir des préparations coûteuses qu'on a pu la faire servir à cet usage.

Le seul énoncé de ses défauts semble indiquer le remède :

neutraliser les acides et le tannin par la chaux, les cendres, lui donner les alcalis qui lui manquent, l'associer à des substances azotées, tels sont les moyens de tirer parti du carbone surabondant de la tourbe, et pour cela le procédé le plus économique est de se servir de la tourbe sèche pour litière. On épargne ainsi la paille, on neutralise sans manipulation les principaux acides de la tourbe, et on lui ajoute les différents sels des urines et des excréments. On peut aussi la mélanger avec du fumier d'écurie, dans la proportion d'une partie de fumier et trois de tourbe, en élevant le tas par couches de $0^m,15$ d'épaisseur. Lord Meadowbank, qui est l'inventeur de cette méthode, prétendait qu'il obtenait ainsi une masse de fumier égale, poids pour poids, au fumier d'écurie. Il est certain que les acides et le terreau lui-même par sa porosité retiennent une grande partie de gaz ammoniacaux qui s'échappent du fumier ; mais pour que la masse pût acquérir en totalité la valeur du fumier, il faudrait que celui-ci perdît les trois quarts de son azote pendant sa fermentation : alors en effet la masse aurait la valeur du fumier initial, plus celle de l'azote renfermé dans les fibres ligneuses non décomposées de la tourbe. Or ; supposons ces fumiers composés de moitié paille et un tiers d'excrétions mixtes du cheval (urine et lèces) ; il aura :

Pour 100 kilogr. de paille de froment	0,49 d'azote.
Pour 100 d'excrétions mixtes.	0,74
	1,23
Et pour 100, la moitié.	0,61

Or, l'analyse de ce fumier en donne 0,40 ; il a donc perdu 0,21 et non 0,37 de son azote pendant sa fermentation. Ainsi, le principal effet de cette manipulation est de convertir la tourbe en terreau doux, propre à alimenter les plantes de carbone, dans les terres qui en manquent.

Au reste, le lavage par la pluie et l'action de l'air désacidifient la tourbe à sa surface ; et quand, après l'avoir tirée des

fosses, on l'étend sur le terrain, elle perd ses qualités nuisibles et finit par se convertir en terreau noir, propre à amender et à fournir du carbone aux plantes, plutôt qu'à engraisser les terres.

C. — *Marcs.*

Plusieurs espèces de végétaux et plusieurs parties des végétaux, fruits, racines, tiges, sont soumis à l'action de la presse pour en extraire les sucs; le résidu solide qui reste prend le nom de marc; et quand on lui donne une forme déterminée au moyen du moulage, les corps qui en résultent se désignent sous le nom de *tourteaux*. On les utilise de différentes manières, et, entre autres, pour fertiliser les terres. Nous allons les passer en revue, en commençant par les tourteaux de graines oléagineuses.

L'huile en nature n'est pas absorbée par les racines des végétaux; ce ne peut être non plus pour ses principes élémentaires, le carbone et l'azote, que l'on recherche les tourteaux qui retiennent une petite qualité d'huile. C'est donc uniquement par l'azote, contenu dans les débris du péricarpe, que les tourteaux peuvent agir.

Nous savons que l'on a, à plusieurs reprises, cherché à réclamer la qualité d'engrais pour l'huile elle-même adhérente à ces pellicules; de même encore M. Michel a prétendu que les tourteaux n'ont de qualité végétative que parce qu'ils renferment de 10 à 20 litres d'huile par 1,000 kil. D'où il résulterait qu'un hectolitre d'huile de la valeur de 35 fr. représenterait comme engrais 5,000 tourteaux qui, à 9 fr., coûteraient 450 fr. Il propose donc de mêler un hectolitre d'huile avec 20 hectolitres de cendres de houille ou de tourbe à 20 fr., et de composer ainsi pour 105 fr. un tourteau artificiel qui remplacerait avantageusement la valeur de 450 f. de tourteau naturel [1]. Il y a longtemps que l'on a essayé l'huile comme engrais. Le docteur

(1) *Journal d'agriculture du Var*, oct. 1842, p. 319.

Hunter, un des plus anciens écrivains agricoles de l'Angleterre, mêlait 12 livres de potasse d'Amérique avec 12 galons d'huile de baleine, de l'eau et de la terre; il composait ainsi un engrais savonneux[1]. Dans les différents essais que l'on a cités, on a toujours mélangé l'huile avec des substances alcalines ou d'autres engrais; mais on connaît les bons effets des cendres seules et ceux des alcalis fixes. On ne peut donc tirer aucune conclusion de pareils essais. Il faudrait, pour être autorisé à vanter l'efficacité de l'huile comme substance fertilisante, l'avoir mêlée avec la terre même du champ, sans autre addition, pour en former l'engrais. C'est ce que l'on n'a pas fait encore.

1. *Marcs d'olive.* Quoiqu'on s'en serve ordinairement pour le chauffage dans les pays à oliviers, généralement peu pourvus de bois, il n'est pas inutile de constater leurs propriétés nutritives, pour comparer leur valeur économique comme engrais à celle qu'ils ont comme combustibles. Le marc d'olive extrait par de très fortes presses, de telle manière qu'il n'était pas susceptible de donner de profit à la recense, desséché à la température ordinaire, a donné 0,738 p. 100 d'azote[2]. Il faudrait donc, pour qu'il pût être employé avec profit comme engrais, comparativement au fumier d'écurie se vendant 0 fr. 65 c.[3], qu'il pût s'acheter à 1 fr. 18 c. les 100 kilogr. Dans notre midi, il a une valeur plus considérable.

2. *Marcs, tourteaux de colza.* Les tourteaux de colza sont beaucoup plus riches; ils donnent à l'état normal 4,92 p. 100 d'azote, et à l'état sec 5,50; cela ne doit pas étonner, car les marcs d'olive renferment une grande proportion de ligneux des noyaux, tandis que les tourteaux de colza ne présentent

(1) Arthur Young, t. XV, p. 150.

(2) *Ibid.*, t. XVI, p. 472; Maurice, *Traité des engrais*, p. 80 et suiv.

(3) C'est toujours du fumier de ferme, au titre de 0,40 d'azote, qu'il est question ici; le fumier d'auberge, au titre de 0,79, se vend 1 fr. 30 c. dans le midi.

que très peu de ligneux, débris de l'enveloppe des graines. Le prix normal de cet engrais serait donc de 7 fr. 87 c. les 100 kilogr. Leur cours est de 12 fr.; ce qui fait monter à 2 fr. 44 c. le kilogr. de leur azote.

3. Les *tourteaux de lin* sont supérieurs encore à ceux de colza et renferment 5,20 d'azote à l'état normal, et 6,00 à l'état sec; le prix varie de 18 à 19 fr. les 100 kilogr., ce qui porte celui de leur azote à 3 fr. 56 c.

4. Les *tourteaux de madia* retiennent 5,06 p. 100 d'azote à l'état normal, et 5,70 à l'état sec; leur prix à Marseille est de 11 fr. 50 c. les 100 kil.; prix de l'azote, 2 fr. 27 c. le kil.

5. Les *tourteaux de sésame* contiennent, à l'état normal, 9,97 p. 100 d'eau, et présentent à l'analyse 6,79 d'azote; à l'état sec, 7,47 p. 100 d'azote. Leur prix étant en ce moment de 14 fr. dans les départements du midi, leur azote reviendrait à 2 fr. 08 c. On avait prétendu que ce tourteau ne pouvait sans danger être consommé par les animaux. Nous avons fait voir dans un travail, fait en commun avec M. Payen, qu'il constituait une bonne nourriture[1].

6. Les *tourteaux de coton* n'ont pas, à l'état sec, plus de 3,20 p. 100 d'azote.

7. Enfin les *tourteaux d'arachide* ont 8,33 p. 100 d'azote à l'état normal, et 8,89 à l'état sec.

On fait aussi usage de tourteaux de graines de cameline, de chènevis, de pavots, de faines. Les tourteaux de noix sont employés à la nourriture des animaux. Les tourteaux de ricin ont occasionné de graves accidents d'empoisonnement quand on a voulu les faire consommer par les bestiaux. On peut voir, au tableau qui termine ce volume, le titre de ces différents résidus.

On emploie beaucoup les tourteaux comme engrais. Pulvérisés, on les répand soit sur les plantes qui ont déjà poussé, soit sur les champs en les enterrant par un labour. La dose est de

(1) *Comptes rendus*, t. XVIII, p. 797.

600 à 1,000 kilogr. dans la culture ordinaire, et jusqu'à 1,600 à 1,700 pour la culture du chanvre. 1,000 kilogr. de tourteaux de colza renferment autant d'azote que 12,300 kilogr. de fumier de ferme. Ce serait une très légère fumure.

M. de Bec a fait des expériences très intéressantes à la ferme de la Montauronne, en Provence, sur les effets agricoles des tourteaux ; en voici les résultats :

Quantité d'engrais.	Produit en froment	Azote du blé.	Produit en paille.	Azote de la paille.	Azote total de la récolte.	Azote du sol.	Azote de l'engrais.	Azote total en terre.	Aliquote d'azote absorbé par la réc.
	kil.	kil.	kil.	kil.	kil.	kil.	kil.	kil.	kil.
Point d'engrais	872	28,68	950	2.46	31,14	78,10	0,00	78,10	0,40
25000 k. fumier	1404	46,19	1450	3,75	49,94	78,10	100,00	178,10	0,28
TOURTEAUX DE COTON.									
500 kil.	1155	37,99	1450	3,75	41,74	78,10	16,00	94,10	0,44
750	1397	45,96	1700	4,40	50,36	78,10	23,00	101,10	0,49
1000	1369	45.04	1900	4,92	49,96	78,10	32,00	110,10	0,37
TOURTEAUX DE COLZA.									
500 kil.	1348	44,34	2120	5,49	49,83	78,10	21,60	99,70	0,50
750	1481	48,72	2300	5,95	54,67	78,10	36.75	114,85	0,47
1000	1831	60,24	2550	6,60	66,84	78,10	49,30	127,40	0,52
TOURTEAUX DE MADIA.									
500 kil.	1613	53,07	2290	5,93	59,00	78,10	25,30	103,40	0,57
750	1727	56,81	2600	6,73	63,54	78,10	42,00	120,10	0,53
1000	1752	57,64	2600	6,73	64,37	78,10	50,60	128,70	0,50
TOURTEAUX DE LIN.									
500 kil.	1640	54,15	2350	6,09	60,24	78,10	26,00	104,10	0,57
750	1740	57,25	2200	5,69	62,94	78,10	39,00	117,10	0,53
1000	1723	56,69	2550	6,60	63,29	78,10	52,00	130,10	0,49
TOURTEAUX DE SÉSAME.									
500 kil.	1662	54,68	2200	5,69	60,37	78,10	33,95	112.05	0,54
750	1782	58,63	2400	6,22	64,85	78,10	50,92	129,02	0,50
1000	2043	67,21	3200	8,29	75,50	78,10	67,90	146,00	0,52

Ces belles expériences nous prouvent d'abord que les plantes, excitées par les engrais, savent s'approprier une plus grande part de sucs que quand la végétation est plus languissante ; en effet, presque toujours une dose de 500 kilogr. de tourteaux permet au blé de s'emparer de plus de 0,50 d'azote, au lieu de 0,40. L'aliquote devient proportionnellement plus faible à mesure que la fumure est plus abondante. Le rapport de la paille

au grain récolté augmente aussi à mesure que la terre est plus abondamment fumée.

Si nous examinons maintenant, dans les circonstances de prix où se trouvait l'expérimentation, les résultats économiques de ces expériences, voici ce que nous trouverons, en comptant pour produit en blé ce que l'engrais produit en sus de la récolte sans engrais, et faisant abstraction de la paille :

	Prix de l'engrais.	Produit en blé.	Produit en francs.	Bénéfice.
		TOURTEAUX DE COTON.		
	fr. c.	kilogr.	fr. c.	fr. c.
500 kil. à 11 fr. 50.	57 50	283	70 75	13 25
750	86 25	525	131 25	45 »
1000	115 »	497	124 25	9 25
		TOURTEAUX DE COLZA.		
500 kil. à 11 fr. 50.	57 50	476	119 »	61 50
750	86 25	609	152 25	66 »
1000	115 »	959	239 75	124 75
		TOURTEAUX DE MADIA.		
500 kil. à 11 fr. 50.	57 50	741	185 25	127 75
750	86 25	855	213 75	127 50
1000	115 »	880	220 »	105 »
		TOURTEAUX DE LIN.		
500 kil. à 14 fr. . .	70 »	774	193 50	123 50
750	105 »	868	217 »	112 »
1000	140 »	851	212 75	72 75
		TOURTEAUX DE SÉSAME.		
500 kil. à 11 fr. 50.	57 50	790	197 50	140 »
750	86 25	910	227 50	141 25
1000	115 »	1171	292 75	177 75
		FUMIER.		
				Perte.
25000 kil.	300 »	542	135 50	164 50

Qui ne serait frappé ici de l'immense développement que la nature calcaire du sol donne à l'activité de l'engrais! Nous voyons aussi que la valeur relative des tourteaux est encore mal appréciée par leurs détenteurs qui n'admettent une différence que pour ceux de graine de lin.

Enfin le prix du kilogr. d'azote de chaque tourteau employé étant le suivant

Coton	3 fr. 60
Colza	2 34
Madia	2 27
Lin	2 70
Sésame	1 70

l'hectolitre de blé, grain et paille, renfermant 2^{k},96 d'azote et se vendant 20 fr. ou 6 fr. 75 c. le kilogr. d'azote, toutes les récoltes qui reproduisent autant d'*azote froment* qu'elles ont employé d'*azote engrais* doivent être en bénéfice.

Ces expériences et ces comparaisons doivent inspirer la plus grande confiance en des théories qui représentent si bien jusqu'à présent les faits agricoles, à tel point que dans les pays où le tourteau concourt avec le fumier sur le marché, le simple paysan a trouvé l'équivalent de leur valeur tel que l'avait annoncé l'analyse chimique, et ne le dépasse pas.

En Provence, la non-réussite de la poudre de tourteaux à sec, dans un grand nombre de circonstances, a fait adopter la pratique de l'humecter avant de la répandre sur le terrain ou de l'enterrer. Dans le nord, Duhamel recommande de la répandre dix à douze jours avant de semer la graine, pratique qui revient à celle de Provence, car dans ce climat le tourteau devra reprendre l'humidité qui lui est nécessaire. Le manque de cette précaution expliquerait les accidents que signale M. Vilmorin [1] sur des terres où le tourteau, répandu sur les semis de blé, avait empêché sa sortie. Les parties huileuses encore adhérentes au tourteau se sont-elles communiquées aux graines et ont-elles privé le germe du contact de l'air? c'est ce que l'on pourrait soupçonner d'après un fait très remarquable. Un propriétaire de Provence, trouvant à son blé une couleur sale, le fit remuer avec une pelle de bois légèrement enduite d'huile. Le

(1) *Maison rustique du XIX^{e} siècle*, t. I, p. 91.

grain prit une belle couleur, mais, vendu pour semence, il ne fournit qu'un petit nombre de plantes, et le vendeur fut condamné à restituer le prix des graines, et à des dommages-intérêts envers l'acheteur. Nous ne saurions donc trop recommander d'enterrer la poudre de tourteaux d'avance, ou de l'humecter pour lui faire subir un commencement de fermentation qui décompose la matière huileuse. En 1844, nous avons semé à Orange des betteraves et recouvert les semences avec de la poudre de tourteaux, et les betteraves ne sont pas sorties.

On emploie aussi les tourteaux dans la fabrication des engrais composés, dont nous parlerons plus tard.

8. Le *marc de raisin* sert à nourrir les moutons après avoir été distillé pour en retirer l'alcool qu'il contient encore. D'autres fois on l'épuise d'alcool en le faisant tremper dans l'eau, ce qui produit la *piquette*. Après cette macération, on l'emploie à fabriquer des engrais, quelquefois aussi on l'applique directement à cet usage en sortant de la cuve. Le marc séché à l'air contient de 1,71 à 1,83 d'azote p. 100, et desséché complétement 3,31 à 3,56. Ainsi 100 kilogr. de cette substance seraient l'équivalent de 450 kilogr. de fumier de ferme et auraient une valeur de 2 fr. 92 c. Toutes les fois qu'on en obtiendra un prix plus élevé pour la distillation, il ne conviendra pas de le destiner à l'engrais.

On fume aussi le pied des vignes avec le marc de raisin, et l'on assure que c'est l'engrais qui leur convient le mieux ; on s'en sert de même pour les oliviers, et d'autres fois on le mêle avec une masse de fumier de ferme et avec des roseaux pour le faire entrer en fermentation.

9. Le *marc des pommes à cidre* contient des acides que l'on combat par l'addition de chaux ou de terres calcaires, avant de s'en servir comme engrais. Cependant Schwerz assure qu'en ayant employé sans addition de chaux sur une mauvaise prairie, l'effet parut d'abord peu favorable, mais que plus tard la crois-

sance de l'herbe prit une assez grande vigueur. Si le terrain sur lequel Schwerz a expérimenté était calcaire, le phénomène s'expliquerait facilement. Le marc de pommes desséché à l'air contient 0,59 d'azote p. 100, et complétement desséché 0,63.

10. Quand les *pommes de terre* ont été râpées et lavées pour en extraire la fécule, leur pulpe, que l'on ne destine pas à la nourriture des animaux, contient, en sortant de la presse, 0,526 p. 100 d'azote, et complétement sèche 1,95. Sa valeur comparée à celle du fumier de ferme serait donc de 130 kilogr. de ce fumier p. 100 de pulpe, et de 1 fr. 84 c. les 100 kilogr. M. Dailly a su aussi utiliser les eaux de sa féculerie, et les dépôts qui s'y forment pour en faire un bon engrais.

11. *Pu[illegible] de betteraves.* La pulpe de betteraves résultant de la fabricat[illegible] du sucre est tout entière employée à la nourriture des bestiaux ; elle contient 0,378 p. 100 d'azote en sortant de la presse ; lorsqu'elle a été séchée à l'air, elle en renferme 1,14 ; lorsqu'elle est à l'état complétement sec, la proportion d'azote monte à 1,26. Ainsi 100 kilogr. de betterave sortant de la presse n'équivaudraient pas tout à fait à 100 kil. d'engrais de ferme.

12. *Eaux de rouissage.* Les eaux dans lesquelles on a fait rouir le chanvre et le lin contiennent un extrait très riche en principe fertilisant, et qu'il serait important de ne pas laisser perdre. M. Kane a fait l'analyse de cet extrait, et il a trouvé :

EXTRAIT DESSÉCHÉ A 100° DES EAUX DE ROUISSAGE.

	Du chanvre.	Du lin.
Carbone.	28,28	30,60
Hydrogène.	4,16	4,24
Azote.	3,28	2,24
Oxygène.	15,08	20,82
Cendres.	49,20	42,10
	100,00	100,00

Ces eaux sont plus ou moins chargées d'extrait, selon que l'on a fait rouir une plus ou moins grande quantité des tiges textiles dans une masse d'eau donnée.

13. *Tan.* Le tan, épuisé après avoir servi à la fabrication des cuirs, renferme encore une petite quantité de tannin; sa fibre ligneuse a subi une plus ou moins grande altération; il est donc difficile de le saisir à l'état normal et tel qu'on puisse decider quelque chose sur sa valeur. Mais nous savons que le bois de chêne contient à l'état sec 0,72 p. 100 d'azote; il est donc certain que le tan, après avoir été desséché à l'air, a encore des vertus fertilisantes équivalant au moins à son poids de fumier, sans compter la grande quantité de carbone qu'il présente. On aura soin pourtant de ne pas s'en servir sans le mêler avec de la chaux et du fumier, qui neutraliseront le tannin qu'il peut renfermer encore.

§ IV. — Produits de la combustion des végétaux.

La suie, produit de la distillation du combustible qui s'opère dans les cheminées, les poêles, les fourneaux, présente une très grande variété de sels et dans des proportions très diverses, selon la nature de ces combustibles et le tirage des tuyaux. M. Braconnot a analysé de la suie de bois recueillie dans un tuyau de poêle, et il a trouvé le résultat suivant :

Alumine.	30,20
Matière animale insoluble à l'alcool	20,00
Carbonate de chaux et trace de magnésie. . .	14,66
Eau.	12,50
Acétate de chaux	5,55
Sulfate de chaux.	5,00
Acétate de potasse.	4,10
Matière carbonatée	3,85
Phosphate de chaux ferrugineux	1,50
Acétate de magnésie	0,58
A reporter.	97,94

Report.	97,94
Principe particulier assez âcre (absoline) . . .	0,50
Chlorure de potassium.	0,36
Acétate d'ammoniaque	0,20
Acétate de fer.	»
	99,00

L'auteur de l'analyse fait observer que, dans le plus grand nombre de cas, il faudrait ajouter : 1° de l'acide acétique ; 2° une huile essentielle, ou substance aromatique. Le dosage de l'azote contenu dans la suie de houille a donné, à l'état sec, 1,59 p. 100 d'azote ; à l'état normal, retenant 15,6 d'eau, il y a eu 1,35 d'azote. La suie de bois, à l'état sec, a donné 1,31, et à l'état normal, avec 5,6 d'eau, 1,15 p. 100 de son poids d'azote.

On voit que la suie est composée d'un grand nombre des éléments du bois qui, par leur combinaison, offrent un des meilleurs engrais et des plus propres au plus grand nombre de terrains ; aussi est-elle fort recherchée par tous les fabricants d'engrais et entre-t-elle dans la plupart des lessives que l'on a conseillé pour donner de l'activité aux engrais végétaux. Mais cette matière, employée aussi dans la teinture, est en trop petite quantité pour devenir une ressource bien utile à l'agriculture. Les fermiers s'en servent dans leurs jardins et la placent au pied des arbres fruitiers qu'ils veulent ranimer, ou bien ils la mêlent au fumier de ferme. Quand on peut s'en procurer une assez grande quantité, on la répand au premier printemps sur les céréales d'automne. En Angleterre, la dose est de 18 à 36 hectol. par hectare ; Schwerz portait sans hésiter la dose à 50 hectol. ou 5,000 kilogr., équivalent pour l'azote seul de 16,374 kilogr. de fumier normal ; ce serait encore une petite fumure si la suie n'agissait que par son azote ; mais ses sels, tous solubles et prêts à entrer dans la végétation, lui communiquent une grande vigueur, et les récoltes témoignent de l'excellence de cet engrais.

Schwerz nous apprend encore qu'en Flandre on applique de préférence la suie aux colzas repiqués; on y emploie par hectare 80 paniers de 34 litres, ou 2,730 litres ou kilogr. de suie; chaque panier vaut 60 c., ce qui porterait le prix de la suie à 1 fr. 70 c. les 100 kilogr. En Allemagne, la suie se paie 1 fr. 50 c.; ses effets sur les trèfles paraissent très remarquables. D'après la dose d'azote qu'elle contient, la suie de bois aurait, comparativement au fumier à 65 c., une valeur de 2 fr. 60 c. les 100 kilogr. On voit que c'est un engrais à bon marché.

La suie, outre ses propriétés fertilisantes, a encore l'avantage d'éloigner des jeunes pousses les insectes qui les dévorent. On se sert aussi avec succès de sa décoction pour imbiber les glands, les faînes, les châtaignes que l'on sème, afin de les préserver des rats qui en sont avides.

§ V. — De l'écobuage.

L'écobuage consiste à enlever la couche superficielle de la terre, celle qui renferme des tiges, des racines de végétaux, à former avec le gazon ou les mottes qui en résultent des espèces de fourneaux auxquels on met le feu pour obtenir, au moyen d'une combustion lente, des cendres et de la terre imprégnées de gaz développés par cette combustion. Au moyen de nouvelle terre dont on charge le fourneau à cet effet, on a soin de fermer toutes les issues quand on voit la flamme se faire jour en dehors.

Cette opération capitale est la base de l'agriculture d'une partie de la région montagneuse de la France; nous en décrirons les procédés en détail en parlant des défrichements; nous devons ne nous occuper ici que des résultats que l'on en obtient sous le rapport de l'alimentation des plantes.

Il faut se garder de confondre l'écobuage avec le brûlement de l'argile. La chaleur produite par la combustion des fibres

végétales mêlées à la terre ne produit nullement les effets de la chaleur rouge à laquelle on soumet l'argile, dans le procédé conseillé par le major Beatson ; elle ne peut ni calciner la chaux, ni faciliter la décomposition des silicates par l'intermédiaire des alcalis, à moins que le feu ne soit mal conduit. On ne peut mieux apprécier les véritables effets de l'écobuage que ne l'a fait Mathieu de Dombasle, que nous nous bornons à citer.

« Dans l'écobuage, on enlève à la surface du sol une croûte de 3 à 6 centimètres d'épaisseur, pénétrée dans toutes ses parties par les radicules du gazon qui occupent une partie considérable du volume de la terre et qui la divisent en tous sens en s'y ramifiant à l'infini ; en sorte que lorsqu'on détermine la combustion de ces racines, il n'est en quelque sorte aucune molécule de terre qui ne se trouve en contact avec ces fibrilles dont les principes constituants se dégagent en partie sous forme de gaz pendant la calcination (*lisez* combustion). Il semble très probable que dans ces circonstances la terre, surtout quand elle est argileuse, peut absorber et tenir en état de condensation les gaz qui se présentent à elle dans un contact immédiat et à l'état *naissant;* c'est du moins ce que l'on peut présumer lorsque l'on rapproche les résultats pratiques de l'écobuage des expériences par lesquelles Th. de Saussure a montré que les terres, ainsi que d'autres corps poreux, peuvent, dans certaines circonstances, absorber une quantité de gaz qui égale plusieurs fois leur volume, et que ces gaz y sont retenus dans un état de condensation produit par une affinité réelle. Il est facile de concevoir que les substances qui peuvent servir de nourriture aux végétaux sont, sous cette forme, dans un état bien plus favorable pour être absorbées par les racines des plantes, que lorsqu'elles sont disséminées en petite quantité dans l'air qui pénètre le sol, et il est possible que les végétaux puissent se les approprier avec plus de facilité sous cette forme

que lorsque les racines trouvent les substances décomposées à l'état d'une simple dissolution dans l'eau dont la terre est imprégnée[1]. »

On peut ajouter que la décomposition de ces fibres n'ayant lieu que graduellement, les sucs fournis à chaque période de la végétation sont en trop petite quantité pour que leurs effets puissent être discernés, tandis que l'écobuage met sur-le-champ en activité et à portée des plantes la totalité des principes élémentaires nutritifs que renfermaient les parties végétales brûlées.

Sous l'influence d'idées purement théoriques, on a longtemps blâmé l'écobuage. On le regardait comme destructif du terreau qui, dans les idées reçues, était la condition essentielle de la fertilité. Le terreau, corps ordinairement très composé, renferme en effet le plus souvent tous les éléments de la nutrition végétale; mais, avant de condamner l'écobuage, il aurait fallu examiner dans quel état ces éléments s'y trouvent et dans quel état l'écobuage les y laisse. Depuis longtemps des faits que nous avions sous les yeux ne nous permettaient pas de douter de son efficacité agricole; nous avons vu dans les paluds de Saint-Remy (Bouches-du-Rhône) des terres ensemencées constamment en blé depuis dix ans, constamment écobuées après chaque récolte, donner des produits toujours satisfaisants; mais aussi nous avions pu reconnaître que les effets de l'écobuage étaient faibles quand, au lieu d'un terrain bien gazonné, on avait brûlé seulement les chaumes et les racines de froment avec la croûte entière de la terre. Ces faits, nous les avons observés et vérifiés dans une foule de localités; partout il nous a paru évident que les effets de l'écobuage étaient en rapport avec la masse de parties végétales qui entraient dans la combustion; qu'il ne fallait le répéter que quand les végétaux s'étaient reproduits, et qu'il fallait s'arrêter dès que la

(1) *Annales de Roville*, t. V, p. 360.

terre cessait d'être garnie d'une quantité suffisante d'herbe.

Ainsi, principe général, il ne faut écobuer que les terrains riches en plantes, en racines, en tiges et en terreau, sinon le résultat ne paie pas les dépenses de l'opération.

Si l'on ajoute à ces avantages ceux qui résultent de l'état physique du terrain quand il est argileux et qu'une partie de l'argile, devenue incapable de faire pâte avec l'eau, le rend plus léger et moins tenace, on comprendra toute l'efficacité de l'écobuage.

§ VI. — Substances minérales propres à fournir aux plantes des aliments azotés.

Plusieurs substances minérales sont mélangées de matières azotées qui les rendent propres à être employées comme engrais ; telles sont les terres salpêtrées des caves, des bergeries, des cimetières, des abattoirs; celles qui se salpêtrent naturellement à l'air; enfin toutes celles qui ont reçu accidentellement des excrétions et des émanations animales. Leur valeur comme engrais consiste dans la proportion d'azote qu'elles contiennent, et qu'il faut doser pour chaque cas particulier. Elles peuvent d'ailleurs avoir une valeur comme amendement.

La tangue et le merl que l'on va recueillir sur les bords de la mer en Normandie et en Bretagne, et que l'on transporte dans l'intérieur, tirent leurs principales propriétés des débris animaux et des parties calcaires qui y sont mêlés.

La tangue ou trez est un sable fin, composé de carbonate de chaux, de silice pure et d'argile comme éléments dominants, auquel s'associent des débris organiques et du sel marin comme éléments accessoires. Quand il a été purgé de sel marin, il donne près du quart de son poids en chaux ; mais sa partie calcaire finit par se perdre et disparaître complétement, et elle manque en effet si la tangue est prise sur le rivage loin de la

mer; alors aussi les substances organiques étant entièrement décomposées, cette substance prend le nom de *trez mort*.

La tangue forme le sol des anses et plages en pente douce, elle est particulièrement utile aux terres fortes; on l'associe toujours avec du fumier ou des goëmons; on l'emploie à raison de 40,000 kilog. par hectare pour la première fumure, et on l'entretient ensuite par une petite dose donnée tous les trois ans; on ne recommence à donner la forte dose que quand le sol a perdu sa fertilité.

La tangue est difficile à transporter, à cause de la finesse de ses particules qui la fait tamiser à travers les fentes de la voiture [1].

Dans une intéressante note qu'il nous a transmise, M. Girardin ajoute qu'à mesure que l'on avance vers Coutances, en partant de Saint-Lô, la route se couvre de petites voitures longues et étroites, traînées par un attelage mi-partie de chevaux et de bœufs; ces voitures rapportent la tangue de la côte, où elles la chargent, pour ainsi dire, gratuitement. C'est une substance précieuse pour les cultivateurs qui ont un court trajet à faire; mais quand elle doit être transportée à 20 ou 25 kilom., sa valeur n'est plus en rapport avec son véritable prix de revient; néanmoins le cultivateur Bas-Normand, si rude à la peine et si économe de ses deniers, ne tient aucun compte de son temps, de la fatigue de ses animaux, de l'usure de ses voitures; il ne comprend pas encore que cela constitue un capital important, dont il devrait être plus ménager peut-être que de son argent monnayé.

On lave la tangue pour la dépouiller d'une partie du sel marin qu'elle contient; le sel n'arrêtant plus alors la putréfaction des parties animales, elle doit être employée immédiatement, sans quoi elle n'agirait plus que par ses parties calcaires.

(1) *Agriculture de l'ouest*, t. III, p. 213 et suiv.

D'après M. Vitalis, qui a analysé la tangue vive et morte, elle contiendrait :

	Vive	Morte
Eau.	6,00	3,50
Oxyde de fer.	0,60	1,10
Sable micacé.	20,30	40,00
Argile	4,00	3,50
Carbonate de chaux	66,00	47,50
Perte.	3,10	4,10
	100,00	100,00

MM. Boussingault et Payen ont trouvé 0,14 d'azote dans la tangue de Roscoff desséchée. On en emploie par hectare 40,000 kilogr., contenant 52 kilogr. d'azote, l'équivalent de 13,000 kilogr. de fumier de ferme. Pour avoir de l'avantage à s'en servir, il faut donc que les frais de transport ne dépassent pas 42 c. le quintal métrique; c'est ce qui borne le cercle où son emploi est possible.

Le merl est un gros sable de forme vasculaire, gris étant sec, jaune et rougeâtre quand il est humide, formé en entier de petits coraux, et habité par des milliers de *millepores*. Il se trouve surtout à l'embouchure des rivières où il se forme des dépôts de vase. On le trouve à Morlaix, à Brest, à l'embouchure de la rivière de Quimper. On l'extrait au moyen de la drague, depuis la mi-mai jusqu'à la mi-octobre. Il ne se forme qu'avec lenteur et l'on s'aperçoit de l'épuisement des bancs exploités. Il est transporté jusqu'à 16 et 20 kilomètres à l'intérieur. On le vend par tas de 7,000 kilogr. Il pèse 3,500 kilogr. le mètre cube. Son usage est très ancien en Bretagne.

Employé en grande quantité, il est nuisible au sol. On en met généralement 7 à 14 mille kilogr. par hectare et davantage encore si la terre est humide et profonde. Selon la nature du terrain et la quantité de merl employé d'abord, on renouvelle l'opération tous les 3 ou tous les 8 à 9 ans. L'emploi du merl ne dispense pas de celui du fumier.

Sur les terres où manque le calcaire, il est évident qu'il agit par ce principe qu'il possède abondamment. On assure que le merl ne convient pas à la culture des plantes bulbeuses [1].

MM. Boussingault et Payen ont dosé le merl de Morlaix et lui ont trouvé, à l'état sec, 0,42 pour 100 d'azote; mais quand on le prend sur le bord de la mer, il doit retenir la moitié de son poids d'eau au moins, et ne doit plus avoir que 0,20 ou 0,21 d'azote. On le vend à Morlaix à raison de 11 ou 14 c. les 100 kilogr. C'est donc un engrais à très bon marché; les frais de transport et l'épuisement des bancs de merl peuvent seuls limiter cette exploitation.

SECTION V. — *Engrais composés.*

Arrivé au point où nous sommes parvenus, Schwerz s'écrie: « Quoi qu'en disent les savantes dissertations sur le sel, la corne et les vieux chiffons, le meilleur engrais consiste toujours dans les déjections animales; car, mît-on en lambeaux toutes les friperies, réduisit-on en poussière tous les sabots et toutes les cornes d'animaux, obligeât-on toute la population d'un état à marcher nu-tête pour convertir tout cela en engrais, combien de mille hectares parviendrait-on à fumer avec ces ressources? » Bien que les détails dans lesquels nous sommes entrés jusqu'ici prouvent que ces ressources ne sont pas à dédaigner, et que plusieurs d'entre elles ont une utilité très réelle, surtout à cause du petit volume dans lequel y sont condensées les matières fécondantes et du grand nombre de positions agricoles où les engrais ne se produisent pas en proportion de la consommation, cependant nous arrivons à la même conclusion que lui. C'est sur les engrais de ferme composés de déjections animales que nous devons surtout compter

(1) *Agriculture de l'ouest*, t. III, p. 213 et suiv.

pour maintenir la terre en produit, et c'est de ceux-ci que nous allons traiter maintenant.

Les fumiers d'étable se composent généralement d'un excipient qui prend le nom de *litière*, parce qu'il sert à former le lit des animaux. Pour remplir parfaitement son but, la litière doit être absorbante et ne pas adhérer au corps de l'animal. Si ensuite elle possède par elle-même des propriétés fertilisantes, elle ajoute à la valeur du fumier tout en augmentant sa masse. C'est ce qui a fait choisir les pailles, les feuilles d'arbre, les fougères, les roseaux, le buis, la sciure de bois, de préférence à des substances inertes, comme la terre, le sable, qui, n'ayant par elles-mêmes aucune vertu fécondante, ont en outre l'inconvénient de s'attacher au poil et à la peau, et de nécessiter de fréquents pansages, pour maintenir les grands animaux propres et en bon état, ou de souiller la laine des moutons, en la rendant plus pesante et d'une vente moins facile.

Nous croyons cependant que cette exclusion, assez naturelle pour les chevaux de luxe, ne devrait pas être aussi absolue pour ceux de travail et de rente. Déjà M. Malingié, dans sa belle exploitation de la Charmoise (Loir-et-Cher), a donné l'exemple de l'usage en grand de la marne pour servir de litière à ses animaux. Le haut prix auquel l'usage général de la paille a fait monter cette substance lui procure un notable bénéfice à la faire consommer par les animaux, au lieu de la convertir en fumier. En effet, la valeur de 100 kilogr. de paille, qui dose 0,35 p. 100 d'azote, n'est réellement pas de plus de 0f,58 pour son azote, tandis qu'elle se vend presque partout 3 fr., c'est-à-dire cinq fois son prix véritable. Quelque valeur que l'on suppose à ses parties charbonneuses, elles sont loin d'atteindre à cette différence de prix. Il y a donc avantage à vendre sa paille et à faire usage de litières terreuses.

Mais si on ne peut vendre sa paille, on ne doit pas se borner à la faire consommer par les animaux, car elle retourne à l'état

de fumier, ne gagne à cette transformation qu'un peu plus de facilité à se décomposer, et elle est peu nutritive. La substitution de la terre à la paille pour litière ne convient alors, selon nous, que lorsque les fourrages manquent et qu'on est réduit à mal nourrir les animaux pendant une partie de l'année. Mais quand on a près de chez soi un marché avantageux pour y vendre la paille, on ne doit pas hésiter à prendre ce parti, pourvu que ce soit pour en employer le prix à acheter des engrais.

La litière de marne ou de terre calcaire a aussi cette propriété d'absorber les gaz ammoniacaux et d'arrêter leur déperdition. Les fumiers de M. Malingié sont sans odeur. Ce seul avantage compenserait les soins de pansage que les animaux exigent chaque matin pour les tenir parfaitement propres et ceux que nécessite l'enlèvement instantané des parties de cette litière qui seront souillées par leurs excrétions. Elles sont rangées en arrière des animaux et transportées ensuite au tas de fumier. Les animaux aiment mieux évidemment coucher sur cette molle surface que sur la paille, et leur choix est bientôt fait si l'on couvre chaque moitié de l'écurie de l'une ou de l'autre de ces litières.

Enfin, on choisit aussi l'eau comme excipient des engrais, pour mêler et dissoudre par son moyen les différentes parties des engrais, et les mettre dans un état convenable de fermentation. Dans ce cas on a des *engrais liquides*.

§ I. — Engrais solides ; préparation.

Le rapport de la quantité de litière aux déjections animales constitue la plus ou moins grande valeur des fumiers également humectés, puisque les excrétions sont plus azotées que les matières végétales qui forment la litière. Si l'on voulait toujours obtenir le meilleur fumier, on ne devrait employer que le *minimum* de litière. C'est ainsi que l'on devrait faire

si les fourrages étaient rares et que l'on pût employer plus utilement à la nourriture des animaux une partie des végétaux consacrés ordinairement aux litières. Mais cette économie doit s'arrêter au point où les litières ne suffiraient pas pour absorber complétement les urines, que l'on laisserait perdre dans les rigoles des étables, car on se priverait ainsi de la partie la plus riche de l'engrais, à moins qu'on ne les recueillît à part dans des réservoirs particuliers. C'est alors une méthode mixte qui consiste à allier la fabrication des engrais solides à celle des engrais liquides.

Pour le cheval, la quantité de litière sèche doit être à peu près égale au poids du fourrage consommé. Les bêtes bovines en exigent davantage, et les porcs plus encore, à cause de la grande liquidité de leurs excréments. Quant aux moutons, leurs crottins étant généralement secs, ce n'est que pour recueillir leurs urines qu'on leur fournit de la litière, et souvent on la remplace par des terres bien sèches. Si l'on employait des terres humides, on risquerait d'altérer leur santé.

Le fumier est d'autant plus disposé à la fermentation que les litières sont plus triturées, subdivisées, mêlées avec de nouvelles déjections. Aussi l'usage de beaucoup de fermes est-il de ne l'enlever que toutes les semaines, et au plus deux fois la semaine. Cet usage, très favorable à la bonne qualité des fumiers, est nuisible aux animaux, à cause des vapeurs ammoniacales qui s'élèvent des matières entassées. Il est préférable d'enlever le fumier tous les jours, en relevant et resserrant la paille qui n'a pas été souillée par les excrétions.

Plus la litière a été divisée, et plus elle est susceptible de s'emparer des sucs liquides, de les incorporer dans ses tissus, de les recevoir dans ses cavités. Aussi brise-t-on souvent les pailles longues avant de les mettre sous les animaux.

Le fumier doit être transporté, à l'aide de la brouette, de l'écurie aux lieux où on l'entasse. Le tas doit être formé dans

une place qui soit à l'abri de l'irruption des eaux pluviales, et non dans un lieu bas où elles affluent. L'aire de la place à fumier sera légèrement inclinée vers son centre, mais avec une faible inclinaison. Vers la ligne centrale qui est la plus basse, on pratiquera un puisard maçonné de 1 mètre de profondeur, garni à son ouverture d'un grillage en bois. C'est là que se rendront les eaux qui filtrent du fumier. En outre, on y amènera à volonté par des conduits couverts l'eau d'un puits ou d'un ruisseau, afin de ne manquer en aucun temps du liquide nécessaire pour arroser le fumier. Une pompe plongera au fond du puisard pour y prendre l'eau et la déverser sur le tas. On peut aussi établir sur son bord une guérite à latrine.

Le fumier sorti de l'écurie doit être étendu bien uniformément sur le tas, et continuellement pressé par le va-et-vient des brouettes. On empêchera, en le foulant ainsi, l'accès de l'air qui hâte la fermentation, la formation des vides où s'engendre la moisissure, ou le blanc qui cause une grande détérioration dans la qualité de l'engrais. Le fumier sera arrosé, aussi souvent que l'on s'apercevra de l'augmentation de sa chaleur, avec le liquide réuni dans le puisard; on élève ce liquide avec la pompe, et on le dirige sur les différents points du tas, au moyen d'auges en bois à pieds inégaux pour leur donner de la pente de l'avant à l'arrière. Ces auges s'adaptent les unes aux autres, de manière à pouvoir parvenir aux points les plus éloignés du tas de fumier.

§ II. — Fermentation.

La fermentation s'établit dans le tas de fumier ainsi formé ; il s'échauffe, ses parties aqueuses s'évaporent, et des gaz de plusieurs espèces se dégagent; son volume diminue sensiblement, les matières tendent de plus en plus à se convertir en une masse homogène par les progrès de la décomposition de

ses différents composants. Essayons de nous rendre compte de l'état où se trouve le fumier au point de départ et au point d'arrivée de cette fermentation.

Si nous prenons un fumier d'écurie, sans excès de paille, produit par des chevaux nourris au foin et à l'avoine, qui ait été encore peu arrosé et qui soit au commencement de sa fermentation, nous trouverons qu'il contient environ 60 d'eau, 30 de matière organique et environ 10 de matière inorganique. Un pareil fumier provenant des auberges de roulage du midi a fourni à l'analyse 0,796 d'azote par 100 ; et desséché dans le vide, 2,07 d'azote par 100.

M. Gazzeri a fait des expériences pour constater la perte qu'éprouvait le fumier pendant la fermentation[1]. Il a rempli une chaudière de cuivre à peu près aux deux tiers avec 40 livres poids de Florence de fumier, l'a placée dans un lieu clos, l'a couverte d'une toile grossière surmontée de paille. Ainsi la masse du fumier n'était pas très grande, l'accès de l'air était difficile et la perte des principes ne pouvait être abondante; à la dernière période de l'expérience, la chaudière fut découverte. La diminution de la masse a suivi la progression suivante :

	Poids.	Différence pendant l'intervalle.	Différence par jour.
21 mars	1000		
		225	4,68
18 mai	775		
		71	2,36
18 juin	704		
		51	2,83
6 juillet	653		
		198	16,50
18 juillet	455		

Ainsi la masse a diminué de plus de moitié en 119 jours; cette diminution s'est maintenue assez égale, sans de grandes variations, tant que la chaudière a été couverte, mais elle s'est beaucoup accrue à l'air libre, et l'on peut supposer qu'elle eût été plus considérable dès le commencement, si l'expérience avait eu lieu sans couverture.

(1) Gazzeri, *Degl' ingrassi*. Florence, 1819.

Pendant ce temps, que se passait-il relativement aux éléments de la masse? Pour le trouver, M. Gazzeri faisait une analyse grossière qui consistait à séparer l'eau, les fibres végétales, la matière molle et les parties solubles du fumier, et voici ses résultats :

	Masse.	Eau.	Parties fibreuses.	Matière molle.	Parties solubles.	Rapport des parties fixes aux parties solubles.
21 mars.	10000	7081	1533	1124	267	10000 : 1006
18 mai.	10000	6824	1599	1341	233	10000 : 792
18 juin.	10000	6958	1508	1275	236	10000 : 847
6 juillet. . . .	10000	6834	1466	1441	258	10000 : 887
18 juillet. . . .	10000	6631	1400	1367	381	10000 : 1376

En combinant les résultats de ces deux tableaux, nous trouvons que le 21 mars le poids étant de 10,000, le fumier avait 267 parties solubles, mais qu'au 18 juillet la masse réduite à 4550 possédait $4550 \times \frac{381}{10000} = 173$ parties solubles; il manquait $267 - 173 = 94$ des parties solubles. Ainsi, réduction du poids à la moitié et des parties solubles aux deux tiers en trois mois malgré les précautions prises contre l'évaporation, tel est le résultat démontré.

M. Gazzeri n'a pas fait l'analyse des gaz, et se borne à nous affirmer que les caractères d'animalisation du fumier avaient disparu, et qu'il n'avait plus l'odeur caractéristique qui accompagne la combustion des matières animales. Nous avons cru devoir compléter son expérience qui laissait trop de doute sur la valeur réelle du fumier qui avait fermenté. Pour cela, M. de Mirbel nous a remis du fumier de couche épuisé, qui avait cessé d'émettre la chaleur qui annonce la continuation de la fermentation. L'analyse en a été faite par M. Payen qui a trouvé qu'il ne contenait que 31,34 p. 100 d'eau; sa combustion laissait 39,50 p. 100 de résidus; desséché dans le vide, il a donné 1,577 p. 100 d'azote, au lieu de 2,070 que contient ce fumier n'ayant qu'un commencement de chaleur; il y a donc eu une perte de 0,493 d'azote p. 100 de matière sèche. Mais la

masse primitive de 10000 contenant 33 p. 100 d'eau, avait une quantité d'azote représentée par $10000 \times \frac{67}{100} \times \frac{2,07}{100} = 138,69$ que devrait encore contenir la masse réduite de 10000 à 4550, s'il n'y avait pas eu déperdition d'azote. Or, d'après le résultat de l'analyse de M. Payen, on calcule que la masse réduite contient une quant. d'azote $= 4550 \times \frac{68,66}{100} \times \frac{1,577}{100} = 60,09$. Il y a donc eu perte de 78,60 de l'azote primitif, soit 57 p. 100. Ainsi la déperdition de l'azote a été encore plus précipitée que celle des autres principes du fumier.

Il y a donc une illusion complète de la part des cultivateurs, qui, trompés par l'apparence d'homogénéité du fumier consommé, pensent qu'il a acquis une plus grande valeur.

Au reste, cette erreur a été partagée par un grand nombre de bons esprits ; Schwerz lui-même n'en est pas à l'abri. Il nous dit que la diminution du volume du fumier ne fait que concentrer sa force sans l'augmenter, et que la quantité d'engrais qui se trouvait dans quatre voitures de fumier frais se retrouve le même, avec la même force, au volume près, après la décomposition, dans deux voitures ou dans une seule. Il reste évident, ajoute-t-il, que la décomposition du fumier n'augmente pas sa force ou sa qualité. Mais à peine a-t-il achevé de prononcer ce jugement, que le remords le prend, et il croit devoir dire que cette donnée est trop favorable, et qu'il doit y avoir perte, non-seulement en quantité, mais encore en qualité[1]. Les incertitudes d'un si bon esprit doivent nous faire sentir l'importance des secours que l'agriculture peut attendre de la méthode expérimentale, source de tous les progrès des arts modernes.

Si l'on voulait parvenir à réduire les frais de transport, ce ne serait donc pas par la fermentation que l'on pourrait arriver à une diminution de la masse à transporter, mais plutôt par la

(1) *Préceptes d'agriculture pratique*, p. 250.

dessiccation. Que l'on songe, en effet, que c'est parce que le fumier des auberges du midi a près de moitié moins d'humidité que le fumier qualifié de normal par MM. Boussingault et Payen, qu'il l'emporte aussi de moitié par sa valeur, car les deux fumiers desséchés ont à peu près le même dosage. On préviendrait ainsi la fermentation et la déperdition de l'azote. Mais comme cette opération n'est pas toujours facile, c'est par un autre moyen que l'on s'oppose à l'évaporation des gaz azotés. C'est celui qui est employé en Suisse, et qui est indiqué par M. Schattenmann [1]. L'exposé de cette méthode complétera ce que nous avons à dire sur la bonne préparation du fumier. Elle consiste à mettre en contact des sulfates avec les gaz ammoniacaux pour convertir ceux-ci en sulfate d'ammoniaque qui n'est pas volatil.

On emploie aussi l'acide sulfurique, mais il peut en résulter des accidents, et il est moins facile à manier que le sulfate de fer, dont le prix est d'ailleurs peu élevé (8 à 10 fr. les 100 kilogr. en petits cristaux). Le sulfate de chaux, qui serait encore à meilleur marché, a l'inconvénient de permettre, comme l'acide sulfurique, le dégagement d'une grande quantité de gaz hydrogène sulfuré ou acide sulfhydrique, dont l'odeur est fort incommode. Quant au sulfate de fer, aussitôt qu'il est en contact avec les matières animales qui laissent dégager du sulfhydrate d'ammoniaque, il se fait une double décomposition : l'acide sulfurique se combine avec l'ammoniaque et forme du sulfate d'ammoniaque fixe, et l'oxyde de fer forme avec l'acide sulfhydrique de l'eau et du sulfure de fer. Toutes les émanations désagréables cessent aussitôt. M. Schattenmann emploie une dissolution de sulfate de fer marquant 2° à l'aréomètre, en ayant soin que le principe alcalin reste prédominant. Pour s'en assurer, il suffit de verser une solution faible de cyanure de potassium dans une goutte du liquide ; si le sulfate de fer

(1) *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. XIV, p. 274.

est en excès, il doit se former aussitôt du bleu de Prusse.

Ainsi, on prendra un ou plusieurs kilogr. des engrais que l'on aura à traiter, on les arrosera d'une quantité suffisante de solution saline, et l'on éprouvera les liqueurs en s'arrêtant à une dose inférieure à celle qui a déterminé la formation du bleu de Prusse.

En déposant le fumier par couches, comme nous l'avons indiqué, on répand sur chaque couche la dose nécessaire de dissolution de sulfate de fer. M. Schattenmann monte ainsi ses tas à 3 ou 4 mètres sans craindre l'excès de la fermentation et la déperdition des gaz. On obtient par ce procédé un fumier d'une grande énergie; les parties végétales se décomposent, les parties animales se modifient, et l'engrais ne perd aucune de ses propriétés. L'azote se trouve concentré dans le sulfate d'ammoniaque, et si le fumier se réduit de volume, il ne s'en élève que de la vapeur d'eau et du gaz acide carbonique, mais il conserve toutes les substances fertilisantes.

§ III. — Qualité et valeur des fumiers.

Les fumiers d'étable, composés de tant de matières différentes, forment un ensemble de principes très composé. M. Braconnot, analysant un fumier réduit en masse pâteuse, connu des cultivateurs sous le nom de *beurre noir*, y a trouvé les principes immédiats suivants :

1° Eau	72,20
2° Carbonate d'ammoniaque (quantité variable indéterminée)	?
3° Azulmate de potasse, contenant un peu d'azulmate d'ammoniaque	1,15
4° Matière grasse, circuse, unie à la potasse et à l'ammoniaque	0,08
5° Carbonate de potasse.	0,06
A reporter.	73,49

(1) *Annales de chimie*, 3e série, t. XII, p. 212.

Report.	73,49
6° Chlorure de potassium.	0,21
7° Pailles converties en tourbe	12,40
8° Matière tourbeuse très divisée	3,63
9° Carbonate de chaux	3,30
10° Phosphate de chaux	0,45
11° Sable quartzeux grossier.	3,00
12° Matière terreuse indéterminée.	3,52
13° Sulfate et phosphate de potasse	traces.
	100,00

M. Boussingault a, de son côté, analysé avec beaucoup de soin les fumiers de ferme pour en connaître les principes élémentaires. Il a trouvé qu'en moyenne ils retiennent 0,793 d'humidité au moment où on les transporte sur les terres et qu'ils sont composés de la manière suivante :

Eau.	793
Carbone	74
Hydrogène	9
Oxygène	53
Azote.	4
Cendres.	67
	1000

ou à l'état sec :

Carbone	358
Hydrogène	42
Oxygène	258
Azote	20
Cendres.	322
	1000

Les cendres ont présenté les éléments suivants :

Acide	carbonique	20
	phosphorique	30
	sulfurique	19
Chlore.		6
Silice, sable, argile.		664
Chaux		86
Magnésie.		36
Oxyde de fer, alumine.		61
Potasse et soude		78
		1000

Ainsi 1,000 parties de fumier à l'état sec et à l'état humide seraient ainsi composées :

		État sec.	État humide.
Eau		»	793,000
Carbone		358,000	74,000
Hydrogène		42,000	9,000
Oxygène		258,000	53,000
Azote		20,000	4,000
Acide	carbonique	6,440	1,340
	phosphorique	9,660	2,010
	sulfurique	6,118	1,273
Chlore		1,932	0,402
Silice, sable, argile		213,808	44,488
Chaux		27,692	5,762
Magnésie		11,592	2,412
Oxyde de fer, alumine		19,642	4,087
Potasse et soude		25,116	5,226
		1000,000	1000,000

Les différents fumiers sont loin d'avoir les mêmes qualités et la même valeur. La variété des animaux que l'on élève dans les fermes, celle de leur nourriture dans les différentes saisons, la mauvaise tenue des places à fumier qui ne sont pas à l'abri des eaux pluviales et en reçoivent souvent en surcroît de l'écoulement des toitures de bâtiments, les débris divers que l'on y entasse, rendent les qualités de fumier très diverses, et s'il était convenable de prendre pour type un fumier normal, on ne pourrait pas plus mal choisir que d'aller l'y chercher. De tous les fumiers, celui qui est le plus uniformément préparé est celui des auberges de rouliers qui, d'un bout de la France à l'autre, donnent la même nourriture à leurs chevaux ; c'est ce qu'on appelle *l'ordinaire*. Nous possédons dans le midi une auberge d'où est tiré celui que nous avons soumis à l'analyse. Après un commencement de fermentation, il contient 60,58 d'eau sur 100 parties; il pèse 660 kilogr. par mètre cube, et quand il est bien entassé sur la voiture qui le transporte, 820 kilogr. Après la combustion, il reste 27,50 p. 100 de cendres. D'après l'analyse

de M. Payen, il contient, desséché dans le vide, 2,083 p. 100 d'azote ; à l'état normal avec son eau, 0,796.

MM. Boussingault et Payen ont analysé aussi un fumier de la ferme de Bechelbron, près de Haguenau. C'est ce qu'ils ont nommé leur engrais *normal*. Celui-ci est composé, comme nous l'avons vu plus haut, des déjections de tous les animaux de la ferme ; il a 79,3 d'eau, n'a que 0,40 p. 100 d'azote dans cet état, mais complétement desséché, il en présente 1,95. On ne s'éloigne donc pas beaucoup de la vérité en disant que généralement nos fumiers de toute espèce présentent à l'état sec environ 2 p. 100 d'azote, et qu'ils ne diffèrent guère entre eux (à moins qu'on n'ait fait abus de la litière ou que l'on ne les ait chargés de terreau et de débris végétaux) que par la quantité d'eau qu'ils renferment. On pourrait donc convenir, sans inconvénient, que le fumier *normal* serait celui qui, à l'état sec, renfermerait environ 2 p. 100 d'azote. Et comme la différence de la valeur des différents fumiers tient principalement à la proportion d'eau qu'ils contiennent, si on les dessèche complétement avant de les analyser, on pourra les comparer rigoureusement. Le fumier de MM. Boussingault et Payen valant 100, celui des auberges vaudra 197.

Le prix vénal de ce dernier dans le midi est en ce moment de 1 fr. 30 c. les 100 kilogr. Ainsi le prix du fumier de ferme serait de 66 c. C'est sur ce pied que, dans cet ouvrage, nous avons établi les comparaisons numéraires.

§ IV. — Engrais liquides.

Nous avons déjà parlé de l'engrais liquide ou *lizier*, que l'on compose en faisant arriver les urines dans une citerne où elles sont mélangées d'eau ; mais l'engrais liquide complet de la Suisse et de plusieurs parties de l'Allemagne est formé de la totalité des déjections animales que l'on pousse dans la citerne.

Pour faire régulièrement l'engrais liquide tel qu'on le pratique à Zurich, pays classique de cette méthode, l'étable doit être pavée de madriers, avec une assez forte pente de l'avant à l'arrière. Immédiatement derrière les animaux se trouve une rigole de 3 décimètres de largeur sur 2 de profondeur, et qui aboutit à cinq citernes d'une dimension suffisante pour recevoir chacune le lizier d'une semaine. Ces citernes sont enterrées dans le sol et imperméables à l'eau. La rigole se ferme à son extrémité par une palette ou vanne en bois. L'urine coule naturellement dans la rigole et on y fait tomber tous les excréments avec un balai; alors on la remplit d'eau, on agite les matières pour les délayer, on ouvre la vanne, et l'on fait écouler tout le liquide dans la citerne. Quand la fermentation s'annonce par la présence de bulles à la surface des liquides, on y jette du sulfate de fer pour s'emparer des gaz ammoniacaux; souvent on remplace cette substance par de l'acide sulfurique. A la fin du mois, la quatrième citerne étant pleine, on vide la première; au moyen d'une pompe, on remplit du liquide qu'elle contient des tonneaux posés sur des chars, et on le répand sur les champs ou sur les plantes en végétation. On procède successivement de même et de semaine en semaine pour les autres.

On conçoit que la vertu de cet engrais est en rapport direct avec la quantité d'urines et d'excréments qu'on y a mélangée. On n'a pas encore essayé de doser l'azote de l'engrais liquide de la Suisse, dont on vante les bons effets. On peut rendre la fumure plus ou moins forte, en augmentant ou diminuant la dose que l'on en applique aux terres; mais l'on n'a encore à cet égard que des données empiriques. Schwerz, qui a décrit en détail la pratique de cet engrais, fait observer qu'il ne faut pas mêler au liquide le marc solide du fond du réservoir, si l'on veut le répandre sur les jeunes plantes. Il a trouvé que ce marc épais forme une croûte qui s'attache aux plantes, gêne

leur croissance, et que, tombé sur la terre ensemencée, il empêche les graines de lever. Plus tard survient un tissu blanchâtre, probablement un cryptogame, qui couvre le champ. Ces inconvénients n'avaient pas lieu si le marc était enterré par le labour qui précède les semailles. Il faudrait en conclure que ce n'est qu'à cette époque que le fond des fosses doit être vidé.

Le principal avantage de l'engrais liquide est de présenter aux plantes une nourriture toute préparée qui a des effets immédiats, d'utiliser ainsi la force du fumier à toutes les époques de l'année, sans attendre longtemps avant d'en obtenir les effets. Par ce moyen on peut porter secours aux récoltes qui paraissent souffrir, sans rien perdre des éléments fécondants de l'engrais. Un de ses avantages est enfin de pouvoir suppléer en partie ou même entièrement à la litière, dans les pays où la paille est rare, et où on veut la réserver pour la nourriture des animaux. Les inconvénients de l'engrais liquide sont les avances nécessaires pour la construction des écuries et des citernes; les frais qu'exigent les transports des engrais dont la masse est rendue plus considérable par l'addition d'une grande quantité d'eau, ce qui suppose que son adoption ne sera réellement utile qu'à ceux dont les champs sont à portée des fermes; enfin la sujétion habituelle d'enlever à époque fixe, et sans pouvoir s'en dispenser, les liziers déjà faits, pour rendre libres les citernes qui doivent servir au roulement de la fabrication.

La meilleure raison que l'on puisse donner en leur faveur, c'est la prospérité agricole du pays où ils sont en usage. Nous parlerons de la distribution de cet engrais en traitant des cultures.

§ V. — De l'engrais flamand.

Les urines et les excréments humains retirés des fosses d'aisance et conservés dans des citernes voûtées placées au-dessous

du sol constituent ce qu'on appelle l'*engrais flamand*. Ces citernes sont de la contenance de 2 à 3,000 hectolitres, et on les remplit en toutes saisons, c'est-à-dire lorsque les autres travaux permettent de faire des transports de la ville à la citerne. Pour être d'un bon emploi, l'engrais doit avoir fermenté pendant quelques mois. A cet effet, on ne vide jamais entièrement les citernes, et on y ajoute de la matière à mesure qu'on en retire. Les cultivateurs assurent que cet engrais n'éprouve aucune perte dans sa qualité, même par un séjour de trois années. La fermentation lui donne de la viscosité plutôt que de la liquidité.

Cette description de l'engrais flamand, due à M. Kuhlmann, professeur à Lille [1], nous le fait suffisamment apprécier. Il paraît certain que la privation d'air, la basse température des fosses enfoncées dans le sol et bien fermées, rendent la fermentation très lente et expliquent le peu de déperdition de l'engrais pendant une longue durée de temps. A ces notions, il faut ajouter qu'en Flandre on ajoute souvent des tourteaux à cet engrais, pour leur procurer un commencement de désagrégation et augmenter la valeur de la masse.

MM. Payen et Boussingault ont analysé l'engrais envoyé de Lille, et ont trouvé qu'il contenait dans son état normal 0,19 à 0,22 p. 100, ou en moyenne 0,205 d'azote; il coûte 25 c. l'hectolitre pesant 125 kilogr., qui contiennent 0,25 d'azote; la valeur de ce gaz est de 1 fr. le kilogr. Mais le volume à transporter, pour avoir une égale quantité de principes nutritifs, étant double de celui du fumier de ferme, les frais qui en résultent sont considérables. Aussi, dans la banlieue de Lille, compte-t-on le transport pour un prix égal à l'achat et l'entretien des fosses, et le répandage pour un prix double, ce qui ferait revenir l'azote employé à près de 4 fr. le kilogr.

M. Kuhlmann a expérimenté sur une prairie des environs

(1) Kuhlmann, *Annales de chimie et de physique*, 3e série, t. III, p. 88.

de Lille les effets de l'engrais flamand ; celui qu'il employait était moins aqueux que l'engrais tel qu'il est livré ordinairement au cultivateur et tel qu'il a été analysé par M. Payen. Il était même beaucoup plus riche, si l'on en juge par ses effets. La prairie sans l'engrais rendait 4,000 kilogr. de foin avec 21,666 kilogr. d'engrais qui lui coûtait 75 c. les 100 kilogr., et par conséquent en totalité 162 fr. 49 c. tout transporté sur les terres; il a obtenu une récolte supplémentaire de 3,433 kilog. de foin, valant 274 fr. 64 c. Ce résultat explique bien l'empressement que les Flamands, voisins des villes, mettent à se procurer cet engrais.

§ VI. — Engrais Jauffret.

C'était en Provence que devait naître Jauffret, l'apôtre et le martyr des engrais. Son pays, pauvre en bestiaux, manquant de fourrages et par conséquent d'engrais, voyait son élan agricole arrêté par les effets de son sol et de son climat. Mais auprès de ces terres épuisées existaient de vastes espaces couverts de végétaux sauvages, d'arbustes, de roseaux, etc.; les habitants les recueillaient, les entassaient, les humectaient, provoquaient leur fermentation et les employaient ensuite comme engrais. Jauffret perfectionna cette méthode en substituant à l'eau, avec laquelle on arrosait la masse des végétaux, une lessive composée de fumiers animaux délayés et de différentes substances salines, salpêtre, cendres, plâtre, suie, etc., qui ajoutent à l'engrais les éléments qui manquent aux végétaux employés, ou qu'ils ne possèdent qu'en dose insuffisante. Cette marche était bien fondée, et il ne manquait à l'auteur que de mieux connaître la composition des plantes pour faire par son moyen de très bon engrais. Sa recette n'est qu'un tâtonnement où l'on ne saurait blâmer que l'exiguïté des proportions des substances employées. Nous ne pouvons la donner

ici, parce qu'elle a été communiquée aux actionnaires sous le sceau du secret. Tout imparfaite qu'elle est, Jauffret a rendu, en la répandant, un grand service à tous les lieux où l'on possède une masse de végétaux adventices qui ne coûtent que la peine de les ramasser, et en signalant les grandes ressources que l'on peut tirer de leur emploi; ce service justifie les récompenses dont il a été l'objet, et accuse peut-être leur insuffisance.

Après lui, M. Turrel, son disciple, n'a pas tardé à reconnaître, dans ses nombreux voyages de propagande, que les circonstances où les procédés purs de son maître étaient économiquement applicables n'étaient pas communes, et tout en les recommandant pour les pays où l'on peut se procurer à bas prix les éléments végétaux de l'engrais, il a profité des progrès de la science pour composer de nouveaux engrais mixtes convenables aux différents sols et aux différentes cultures. Il n'en a pas publié la composition; mais si nous l'avons bien compris, ils sont principalement salins, et remplissent au moins une des conditions de la nutrition végétale; il ne perdra sans doute pas de vue l'importance des aliments azotés, s'il veut donner à ses engrais composés toute la perfection qu'ils comportent [1].

Dans ces derniers temps, les esprits, tournés vers les améliorations agricoles, ont accueilli et essayé une foule de préparations décorées de noms divers. Comme le secret est toujours la base de ces spéculations, on ne peut prononcer sur chacune d'elles que par le moyen de l'analyse. Il est rare que leur valeur intrinsèque égale le prix qu'on en demande. D'ailleurs, soit mauvaise foi des fabricants, soit vices de manipulation, ces engrais présentent toujours des dosages différents. Les lumières apportées par la chimie agricole feront rentrer

(1) M. Turrel a réclamé contre cette critique et affirmé qu'il n'avait jamais méconnu la nécessité des principes azotés, que ses engrais contiendraient toujours.

toutes ses entreprises dans les bornes du vrai, et enseigneront la prudence aux cultivateurs, l'économie et la régularité des manipulations aux fabricants. Le commerce des engrais devient si vaste que le gouvernement doit à l'agriculture l'établissement de laboratoires d'essais pour vérifier le titre de ses produits. Le Conservatoire des arts et métiers, et plusieurs professeurs de chimie dans les départements, parmi lesquels il faut citer honorablement M. Girardin de Rouen, se sont voués volontairement à cette tâche.

CHAPITRE VIII.

Aliments des végétaux considérés comme contenant du carbone.

La plupart des terrains renferment la quantité de carbone nécessaire pour suffire, avec le concours de l'atmosphère, à l'alimentation des plantes; quelques-uns même, comme les défrichements de bois feuillus, ceux de prairies et pâturages, ceux qui contiennent des tourbes, en renferment une quantité excédante. Cependant il est aussi des cas nombreux où les terrains, dépouillés de leurs principes charbonneux, ne dégagent pas une quantité d'acide carbonique en rapport avec les besoins de la végétation. On voit échouer alors les engrais azotés, mais dépourvus de carbone, qui ne communiquent que peu de développement aux plantes, tandis que les fumiers composés, et même les terreaux, rendent au sol la fertilité qui lui manquait. Comparez les plantes jardinières crues sur un sol sablonneux richement fumé de poudrette et celles qui ont poussé sur un terreau avec le même engrais, et vous serez convaincu de la justesse de ces vues. Cette observation a pu faire illusion aux agriculteurs sur l'importance absolue de ces terreaux, et a servi à leur assigner dans les théories une place supérieure à celle

qu'ils méritent. Mais si aujourd'hui nous savons tout ce que valent les terreaux azotés et le peu de prix de ceux qui ne le sont pas, si nous apprécions bien la facilité d'obtenir de l'acide carbonique en comparaison de la difficulté de se procurer de l'azote, nous ne pouvons cependant nous dissimuler que la végétation souffrirait également de la privation absolue de l'un et de l'autre.

Or, il est des terrains qui manquent complétement de terreau, et d'autres de terreau soluble. Ces derniers sont ceux qui ont été longtemps privés par la sécheresse, ou par toute autre cause, d'une végétation énergique, où le terreau qui existait a achevé sa décomposition et a été réduit en carbone privé d'hydrogène, devenu compacte, pesant, ne pouvant plus se brûler qu'à une chaleur très supérieure à celle de l'atmosphère, n'étant par conséquent plus propre à fournir de l'acide carbonique aux plantes. Dans les terrains non calcaires, l'acide carbonique ne peut provenir que de la décomposition du terreau; c'est donc surtout dans ces terrains que les plantes éprouvent la privation du carbone.

On reconnaît qu'un terrain est privé de fibres ligneuses propres à se décomposer en le faisant bouillir avec de l'hydrate ou du carbonate de potasse. La teinte plus ou moins foncée de la solution indique l'abondance ou l'absence du terreau soluble. Si 5 grammes de terre bouillie dans 2 décilitres de solution alcaline ne donnent qu'une couleur à peine jaunâtre au liquide, on en conclura que l'application d'engrais abondants en fibres ligneuses ou celle de matières calcaires est nécessaire.

On choisit les engrais dans la longue liste que nous venons de dérouler, parmi ceux qui renferment le plus de ligneux; les terreaux, les fumiers de couche épuisés, les masses de végétaux fermentés, l'engrais Jauffret, les tourbes préparées, les semis de plantes enfouies en vert, tels seront les re-

mèdes efficaces pour le mal que l'on veut guérir. C'est dans de telles circonstances que l'on a observé les miracles des engrais verts, et surtout du lupin. D'ailleurs, plus ces engrais possèdent d'azote joint à la fibre ligneuse, et plus ils seront utiles et énergiques; car un terrain qui manque de matière charbonneuse est ordinairement encore plus dépourvu d'azote.

M. de Villeneuve a proposé de se servir, pour rendre du carbone au terrain, des charbons altérés et demi-fermentés fournis par la partie superficielle des couches de charbons, de sorte que les travaux de première découverte des mines permettent d'extraire à très bas prix des masses considérables de charbons engrais. Ces charbons ainsi altérés deviennent éminemment poreux, propres à condenser les sucs fertilisants des fumiers et ceux de l'atmosphère; ils retiennent une forte proportion d'eau (40 p. 100 de leur poids); on peut les animaliser en les mêlant à des substances azotées et en leur donnant ainsi les qualités qui leur manquent [1].

Quand les charbons ne sont pas entièrement altérés et que l'on dispose de beaucoup de débris, on leur fait subir une combustion lente en les arrosant avec des lessives chargées de sels oxydants, comme les chlorures et sulfates de potasse, de soude, de chaux, etc.

Mais au moins ne faudrait-il jamais employer ces charbons sans les mélanger avec des matières calcaires ou des cendres propres à neutraliser les parties pyriteuses de ces charbons.

Pour enrichir un hectare d'un aliquote de 5 p. 100 du poids de sa couche jusqu'à $0^{m},20$ de profondeur, il faudrait y transporter près de 120,000 kilogr. de ce charbon. Il sera facile de faire le calcul de la dépense pour chaque position. Mais l'on aurait ainsi pourvu, et pour longues années, le sol d'un élément important, soit qu'on le considère comme élément nutritif, soit qu'on le regarde seulement comme pro-

(1) *Journal d'agriculture pratique,* 2e série, t. I, p. 72 et suiv.

pre à condenser les gaz des engrais, l'humidité du terrain, ou à augmenter sa faculté d'absorber la chaleur par la coloration qu'il lui communique.

Quand on n'a pas de matière ligneuse ou herbacée à sa disposition, on peut se procurer l'acide carbonique qui manque au terrain par l'application de la marne ou du carbonate de chaux. On se rappelle ce que nous avons dit dans la première partie, en parlant de ces substances; on sait que la chaux qu'ils contiennent se transforme progressivement en bicarbonate, qui, dissous dans l'eau, passe dans les plantes en leur fournissant à la fois la matière calcaire et l'acide carbonique; nous parlerons plus au long de cette application, quand nous en serons aux aliments calcaires.

CHAPITRE IX.

Aliments des végétaux considérés comme contenant des alcalis minéraux.

Les alcalis minéraux, la soude et la potasse entrent toujours dans la composition des végétaux, et la petite quantité de ces substances que renferment beaucoup de sols, la difficulté que l'on entrevoit à ce qu'elles s'y renouvellent, font aisément comprendre qu'elles sont au nombre des suppléments les plus utiles que l'on puisse leur fournir. L'expérience a depuis longtemps prouvé que les éléments alcalins, tels que les cendres, produisaient les effets les plus marqués sur la végétation.

Pour reconnaître si un terrain manque de ces éléments alcalins sans se livrer à une pénible analyse, on en prend une petite portion que l'on fait chauffer au bain d'huile pour faire évaporer l'ammoniaque qu'elle pourrait contenir; on la porphyrise exactement, on rougit un papier de tournesol par un

acide faible, on l'humecte, et on place la poussière sur ce papier; si le terrain renferme de la potasse ou de la soude, du moins non saturées, à l'état de sels autres que des carbonates, la couleur rouge du papier sera promptement ramenée au bleu.

Si l'on voulait s'assurer si c'est de la potasse ou de la soude que renferme le terrain, il faudrait faire l'analyse indiquée aux pages 54 et 58.

Si, après ces essais, on reconnaît que le terrain manque de ces deux alcalis, ou de l'un ou de l'autre, on aura recours à l'art pour les lui procurer. Nous allons parcourir la série des substances qui les contiennent, et que l'on peut obtenir le plus facilement.

SECTION I. — *De la potasse.*

§ I. — Potasse du commerce.

La potasse brute du commerce est un carbonate de potasse mélangé de différents sels de potasse et de soude et de matières étrangères. C'est le sel de potasse le plus commun, le seul dont le prix permette l'usage en agriculture. La potasse s'y trouve dans des proportions très variables, de 25 à 65 p. 100. Il est donc bien important d'en déterminer la richesse, ce que l'on fait au moyen du procédé alcalimétrique de Descroizilles, perfectionné par M. Gay-Lussac. Ce que l'on appelle potasse factice est un sel de soude et non un sel de potasse. La potasse *perlasse*, au titre *pondéral* de 50 , vaut 90 fr. les 100 kil., ce qui met la potasse pure à 1 fr. 80 c. le kilogr.

Un hectolitre de blé enlève à la terre, savoir :

	kilogr.
Pour 78 kilogr. de grain à 0,0071 de potasse, ci. . . .	0,55
Pour 156 kilogr. de paille à 0,0067 de potasse, ci. . .	1,05
	1,60

La quantité de fumier de ferme destinée à fournir les 2k,96

d'azote absorbé par cette récolte est de 740 kilogrammes. Or le fumier de ferme analysé par M. Boussingault renfermait 0,005 de potasse et de soude; nous avons donc, pour 740 kilogr., la quantité de $3_k,7$ d'alcalis fixes, c'est-à-dire une quantité beaucoup plus grande que celle qui serait nécessaire pour fournir à la récolte.

Mais le fumier de ferme de M. Boussingault tire sa composition spéciale des substances dont il est formé, parce qu'outre les résidus des récoltes, on y mêle des cendres de tourbe qui contiennent des sels alcalins; dans d'autres fermes, il pourrait y avoir des fumiers moins riches en alcalis. Il serait donc essentiel de s'assurer, dans tous les cas, de leur richesse alcaline, par l'incinération d'un poids donné de ces engrais. Les cendres lessivées, on traitera l'eau de lessive par la méthode indiquée page 54. Connaissant alors la composition des plantes à la culture desquelles on veut les appliquer, on pourra juger des additions qu'il sera nécessaire de faire aux fumiers pour qu'elles y trouvent toujours les éléments nécessaires à leur végétation. Si les terres ne recevaient pas d'engrais, ce serait alors 1,60 kilogr. de potasse et de soude par hectolitre de blé qu'il faudrait restituer au sol. Après avoir préalablement délayé la potasse dans l'eau, on en humecterait de la terre calcaire bien sèche que l'on brasserait à la manière des mortiers, pour la répandre ensuite à la surface du champ.

§ II. — Cendres.

Les cendres des végétaux renferment la potasse dans des proportions très diverses, et sous forme de différents sels, de chlorure, sulfate, carbonate.

Sans se livrer à leur analyse complète, ou peut arriver à déterminer la richesse des cendres en alcalis sous forme de carbonates par l'emploi des procédés alcalimétriques. On fait

bouillir 50 grammes de cendres dans 2 décilitres d'eau pendant 10 minutes, on filtre avec assez d'eau pour porter le volume de la solution à 5 décilitres. On opère ensuite comme il est prescrit pour l'usage de cet instrument, et sur une portion de la liqueur. Le résultat donne la quantité totale d'alcalis, potasse et soude, et non pas seulement celle de la potasse. Pour avoir toute la dose d'alcalis contenus sous différentes combinaisons dans les cendres, il faut avoir recours aux procédés analytiques donnés au commencement de ce volume, et séparer en outre la soude de la potasse au moyen de l'antimoniate de potasse.

Les cendres de plusieurs plantes donnent une quantité considérable d'alcalis (potasse, soude), comme on peut le voir dans le tableau suivant extrait des ouvrages de Kirwan, Vauquelin, Berthier et Berzélius. Un million de parties de la plante sèche ont donné en alcalis :

Fanes de pommes de terre	1500
Fumeterre	790
Absinthe	730
Vesces	275
Fèves	200
Chardon	196
Marrons d'Inde	100
Fougère	62
Vigne	55
Pin	39
Orme	39
Sapin	23
Charme	16
Chêne	15
Hêtre	12
Pin	9
Peuplier	7

Les cendres de bois flotté ne donnent presque point de potasse. Les cendres de charme contiennent 0,5065 de potasse,

celles de sapin 0,2820, celles de pin 0,3166. Cette richesse saline ne permet pas de les semer sur le sol sans précaution, car 140 kilogr. de cendres de charme, par exemple, suffiraient pour rendre au sol tout ce qu'il a perdu de potasse par hectare, en portant une récolte de 20 hectolitres de blé. Or, cette quantité est à peine le quart du plâtre que l'on répand sur les prairies artificielles, et qui ne poudrent que légèrement le terrain. Aussi convient-il mieux de se servir de cendres mêlées à trois ou quatre fois leur poids de terre, dans la proportion de l'alcali que l'on veut restituer au sol.

Les trèfles, le tabac, les plantes huileuses semblent profiter le plus de l'application des cendres. Leurs effets sont aussi très remarquables sur les terrains acides et les prairies à *carex*. Des contrées entières qui, par leur formation géologique, sont privées de potasse, emploient une immense quantité de cendres nécessaires à leur fertilité.

Les cendres de houille renferment très peu de potasse, ordinairement à l'état de sulfate. La quantité en est très variable. Ainsi les cendres de charbon de Lowenthal en Carinthie donnent à l'analyse près de 0,05 de sulfate de soude, d'autres renferment un peu de potasse, tandis que le plus souvent les cendres de tourbe ne contiennent pas un atome d'alcali. Cependant Davy a trouvé dans quelques-unes une petite quantité de sulfate de potasse. C'est donc par d'autres qualités, par les sulfates et les phosphates terreux qu'elles contiennent, qu'elles sont appréciées.

Les cendres lessivées n'ont de valeur que par ces mêmes substances, car l'eau en a enlevé tout le carbonate de potasse ou de soude; il n'y a que les cendres provenant des savonneries qui aient une autre utilité, parce qu'elles renferment en outre des matières grasses ou huileuses; quelquefois aussi ces dernières cendres contiennent un peu d'alcali à l'état de savon.

SECTION II. — *De la soude.*

Nous avons vu, dans la première partie de cet ouvrage, que les deux alcalis minéraux se substituaient souvent l'un à l'autre ; qu'ils existaient presque toujours simultanément dans les plantes, dans une proportion qui variait selon les sols où elles étaient cultivées. Cependant il est certain que l'absence de la potasse est beaucoup plus rare que celle de la soude, et que la substitution dont nous parlons n'est pas toujours avantageuse quand il s'agit de remplacer complétement la potasse par la soude; cette dernière est donc moins absolument nécessaire que la première.

On administre la soude aux plantes ou par le moyen du sel marin (chlorure de sodium), ou sous forme de carbonate de soude obtenu de ce sel par la fabrication. On a attribué au sel marin des qualités nuisibles à la végétation; les anciens semaient de sel les terres condamnées; on a pu voir plus haut (p. 299) ce que l'on devait penser de ce préjugé, et les vastes étendues de terres salines soumises à la culture ont prouvé que le sel n'était nuisible que par son excès. On a prétendu aussi qu'à petite dose il n'avait aucun bon effet sur les plantes. Les expériences que l'on a tentées pour en constater la vertu n'ont pas dû réussir partout : nuisible sur les terrains salés, le sel a dû être sans action sur ceux qui possédaient la dose de soude convenable, et il a été utile à ceux où elle manquait. C'est ce qui explique les contradictions nombreuses dans lesquelles on est tombé à son égard.

M. Lecoq, ayant fait ses expériences d'abord sur des plantes supportées par du coton nageant sur une solution d'un centième de sel, a trouvé, après deux mois de végétation, les résultats suivants, comparativement aux plantes nageant sur l'eau distillée[1].

(1) *Recherches sur l'emploi des engrais salins*, Clermont-Ferrand, 1832, p. 20 et suiv.

	DANS L'EAU.				DANS L'EAU SALÉE.			
	Poids de plantes sèches.	Durée de la dessiccation.	Quantité de charbon.	Charbon acquis.	Poids de plantes sèches.	Durée de la dessiccation.	Quantité de charbon.	Charbon acquis.
	grammes.	heures.			grammes.	heures.		
Triticum hybernum	6,8	16	1,06	+ 0,65	7,0	17	1,24	+ 0,66
Avena sativa.	4,3	15	0,99	+ 0,60	4,0	15 1/2	0,95	+ 0,60
Lepidium sativum	4,0	31	1,00	+ 0,60	4,8	31	0,84	+ 0,47
Trifolium pratense	5,0	24	1,00	+ 0,60	6,2	25	1,04	+ 0,84
Polygonum orientale	3,1	24 1/2	0,69	+ 0,31	3,2	25	0,70	+ 0,32
Allium cœpa	1,1	16	0,25	— 0,07	2,0	16	0,25	+ 0,11
Spinacia oleracea.	2,0	30	0,39	+ 0,03	2,1	31	0,40	+ 0,03
Panicum verticillatum	2,0	14	0,42	+ 0,02	2,1	14 1/2	0,43	+ 0,04
Lactuca sativa	2,7	18	0,43	+ 0,05	3,0	18 1/2	0,80	+ 0,16
Brassica oleracea	5,1	38	1,40	+ 0,70	5,9	40	1,24	+ 0,72

On voit ici que les effets du sel consistent à fixer une plus grande quantité de charbon dans la plante; le trèfle et la laitue paraissent recevoir l'effet le plus direct. L'auteur annonce de plus que les plantes arrosées de sel marin, et entre autres le lepidium, prennent une couleur verte plus foncée que celles qui sont dans l'eau distillée. Sous l'influence de ce sel, la dessiccation des plantes est moins rapide.

Ayant répété cette expérience sur des graines semées dans des pots pleins de terre (quelle terre?) et arrosées de la même manière, l'auteur obtint des plantes très vigoureuses sous l'influence du sel marin, mais elles donnèrent moins de graines que celles arrosées d'eau distillée. Il conclut enfin que le sel donne au tissu des plantes, et principalement aux feuilles, la faculté de s'emparer plus fortement de l'acide carbonique de l'air, qu'il communique plus de consistance aux parties vertes, qu'il les rend plus fermes, plus épaisses, susceptibles de retenir avec plus de force leur eau de végétation et de résister aux sécheresses qui font souffrir les autres végétaux. Il ne faut pas se dissimuler cependant que ces expériences manquent de la plupart des conditions qui auraient pu être décisives en semblable matière, et surtout de la sanction qu'elles auraient obtenue de l'analyse des plantes.

On pourra récuser aussi les expériences où M. Lecoq annonce qu'ayant semé du sel à la dose de 3 grammes par mètre carré sur une lisière de 10 mètres de pré et sur un gazon sec, ainsi que sur deux pareilles étendues d'avoine au bas d'un coteau et sur un plateau, l'effet ne fut pas sensible sur les terres humides, et que sur les terres sèches l'herbe était plus épaisse, plus verte et en quantité double sur la partie salée[1]. Ne peut-on pas supposer qu'ici le sel agit par ses qualités hygroscopiques?

Ce qui est positif, c'est une autre expérience, où l'auteur a

(1) *Recherches, etc.*, p. 18.

semé du sel, à différentes proportions, sur une terre semée en orge et une autre semée en luzerne; en voici le tableau :

	Dose par hectare.	Produit en orge.	Produit en luzerne.
N° 1.	75 k.	1500 k.	4258 k.
2.	150	1464	6412
3.	250	1664	4993
4.	300	2007	3674
5.	450	1712	3035
6.	650	1958	2350
7.	0	1420	4063
8.	0	1517	4063

Nous avons fait la réduction de l'expérience en hectares; dans l'expérience, chaque division n'avait en réalité que 50 mètres carrés.

Il en résulterait que la dose de 300 kilogr. par hectare serait celle qui conviendrait le mieux à l'orge, et celle de 150 kilogr. à la luzerne. Les essais que l'auteur a faits sur les pommes de terre et le lin lui ont donné aussi des résultats avantageux ; il pense que, pour cette dernière plante, il faut atteindre la dose de 250 kilogr. de sel par hectare. Nous ne tirerons pas de ces expériences des conclusions aussi rigoureuses, mais seulement une opinion favorable pour l'emploi du sel marin, sans doute dans les cas où la terre manque de soude et de chlore, deux substances qui font constamment partie de l'organisation végétale.

M. Braconnot a pris trois pots à fleurs ordinaires; il a mis dans chacun 7 hectogr. de terre prise dans un champ et desséchée; il a semé le 13 septembre, dans chaque pot, 12 graines de colza et 6 graines de pois de senteur.

Le 20 septembre, le n° 1 a été arrosé avec 2 décilitres d'eau de pluie et 2 grammes de sel, le n° 2 avec 1 gramme de sel et le n° 3 avec l'eau de pluie sans sel.

Deux graines de colza poussent des plantules de 2 millimètres de hauteur dans le n° 1.

Dans le n° 2, 8 plantes de colza de 10 à 20 millimètres.

Dans le n° 3, 12 plantes de colza de 30 millimètres. Les pois de senteur n'ont germé que dans ce pot.

Le 9 octobre on arrose sans sel.

Le pot n° 1 présente six graines de colza germées seulement de 4 centimètres de hauteur et vigoureuses.

Le n° 2, 9 plantes de colza de 7 à 8 centimètres; 3 graines de pois de senteur de 12 centimètres.

Le n° 3 présente 12 plantes de colza de 12 à 13 centimètres, et 5 pois de 22 à 23 centimètres.

Le 19 octobre, on arrose sans sel.

Le 25 octobre: n° 1, les plantes sont vigoureuses, courtes et trapues, à saveur de sel très prononcée; n° 2, les plantes croissent avec vigueur, mais sont surpassées par celles du n° 3; celles-ci se dessèchent plus facilement.

En général, l'abondance du sel rend les plantes trapues et naines [1].

Quelle conclusion tirer de ces expériences? celle que le sel nuit à la végétation; mais quoiqu'il nous soit difficile de voir dans ces résultats un défaut de réussite, et que la forme robuste et courte de la plante n'implique pas pour nous la condamnation du sel, voyons cependant sous quelles conditions les plantes ont éte soumises à son influence. M. Braconnot a arrosé le pot contenant 7 hectogr. de terre avec une solution de 2 grammes de sel, ou avec 0,29 de sel environ p. 100 du poids de la terre. Or, nous savons que les terrains salants portent encore du blé avec une dose de 0,02 p. 100, mais non pas à une dose plus de dix fois plus forte; et l'on ne peut que s'étonner que la végétation ait encore été possible avec cet excès de sel, ce qui n'aurait pas eu lieu, du reste, si le sel avait pénétré également dans la terre et que les racines n'eussent pas trouvé une couche bien éloignée du degré de saturation où se trouvait la surface du pot.

(1) *Annales de physique et de chimie*, 3e série, t. XIII, p. 115.

Aussi, quand bien même la dose extrême de 0,29 p. 100 du poids de la terre serait favorable à la végétation, nous nous garderions bien de conseiller de l'employer toute à la fois. La difficulté serait d'obtenir tout de suite ce mélange complet et parfait de la terre et du sel; ce n'est donc que par petites portions, telles que les plantes puissent se les assimiler, qu'il faut distribuer le sel à la terre, et c'est ainsi qu'ont agi M. Lecoq et tous ceux qui se sont livrés à de semblables essais.

La proportion de soude nécessaire aux différentes plantes est très variable. Celle de potasse la surpasse ordinairement de beaucoup, excepté dans les plantes maritimes; mais celles-ci ne peuvent se cultiver que dans les terrains décidément salifères. Quant aux autres, nous voyons, par les analyses de Sprengel, la paille de fève présenter 1,65 de potasse p. 100, et seulement 0,05 de soude, celle de colza 0,8 de potasse et 0,5 de soude, celle de froment 0,029 de potasse et 0,020 de soude. Les proportions du chlore ne varient pas moins; on en trouve 0,155 parties dans le colza, 0,031 dans la fève, et 0,010 dans le froment.

La soude et le chlore qui se trouvent dans le froment annoncent qu'il exige au moins la même dose de soude que de potasse, c'est-à-dire 1 kilogr. de soude par récolte d'un hectolitre de blé, ce qui suppose $2^{k},5$ de sel marin, fournissant aussi 0,60 de chlore. Ce serait la proportion la plus forte trouvée par M. Lecoq, en supposant d'ailleurs des terres entièrement privées de sel marin.

Le prix de ce sel, que l'on pourrait se procurer sur nos marais salants à 3 fr. les 100 kilogr., est quadruplé par le droit qui le frappe et qui est de 10 fr. par quintal métrique (il y a peu de temps 30 fr.). $2^{k},5$ de sel reviennent ainsi à $32^{c},5$. Dans les manufactures de soude factice, la soude brute (carbonate de soude impur) coûte 13 fr. les 100 kilogr.; cette matière contient de 18 à 35 p. 100 d'alcali. Ainsi, au plus

bas titre, la soude pure ne coûte que 72 c., et au plus haut, que 37 c. Dans ces mêmes fabriques, l'acide chlorhydrique coûte 12 c. le kilogr. Tous ces prix sont peu élevés, et on peut fournir à bon compte au sol soit le chlorure de sodium lui-même, soit ses éléments, la soude et le chlorure, dans une dose proportionnée aux besoins des différentes espèces de plantes cultivées.

Avant M. Lecoq, un grand nombre d'agriculteurs célèbres avaient essayé et constaté les effets du sel. Bacon, cherchant à donner l'exemple da la méthode expérimentale qu'il recommandait aux savants, fut le premier à annoncer les bons effets du sel sur la végétation, et Davy termine la liste nombreuse des savants qui ont manifesté la même opinion. Ce dernier nous apprend que dans l'île de Mann on répand sur les prairies un composé de vingt voitures de terre et de quatorze hectolitres de sel par hectare. M. Puvis nous cite, en France, l'usage des cendres de Pornic, dans la composition desquelles on fait entrer les dessus des monceaux de sel des marais salants, et que l'on arrose tout l'été avec de l'eau salée; il cite encore l'emploi de l'eau salée pour arroser les fumiers dans le Morbihan [1]. Les sables, le merl, les varecs, les goëmons que l'on recueille en Bretagne, sont plus ou moins imprégnés de sel. En Provence, on mettait du sel au pied des oliviers quand ce produit était exempt d'impôt. M. Mergès obtient de très beaux résultats de l'emploi du sel, surtout avec les choux et les pommes de terre. Il enfouit le sel à une certaine distance des plantes, et il assure que dès que celles-ci touchent au sol, elles prennent un grand développement; mais il faut se garder de le mettre en contact avec les feuilles. On cite aussi les succès obtenus de l'emploi du sel pour les vignes et les arbres près de Tours [2]. Un des concurrents pour un prix proposé par la Société d'horti-

(1) *Maison rustique du XIX^e siècle*, t. I, p. 78.

(2) Turrel, *Assureur des récoltes*, 1843, p. 138.

culture de Berlin déclare que la substance la plus propre à augmenter la production des arbres fruitiers est le sel marin. Il le répand vers le milieu d'octobre sur le sol qui entoure l'arbre, aussi loin que s'étendent ses branches, de manière que la terre en soit entièrement saupoudrée. Les résultats de cette pratique seraient vraiment surprenants[1].

Nous avons vu que dans les expériences de M. Lecoq, comme dans celles de M. Braconnot, le sel semblait favoriser l'assimilation du carbone et que les plantes présentaient un aspect robuste, nerveux, provenant de l'abandon du ligneux. M. Muntz assure[2] que les cordiers du Palatinat donnent toujours la préférence aux chanvres et aux lins venus sur les bords du Rhin, dans le pays de Bade, à ceux qui poussent sur ces mêmes bords en France, quand même ils auraient été produits sur un terrain absolument de même nature et qu'ils se ressemblassent en beauté, parce que le fil de Bade est infiniment plus fort. Après bien des recherches, ils n'ont pu assigner d'autre cause à cette différence, si ce n'est que dans le pays de Bade le fumier est produit par du bétail qui mange beaucoup de sel, tandis qu'il n'en consomme pas en France. Selon M. Boussingault[3], la soude qui se trouve dans les plantes n'y étant pas, avec le chlore, dans un rapport tel qu'on puisse penser qu'elle y a pénétré sous la forme de chlorure, c'est principalement sous la forme de carbonate de soude que cet alcali est absorbé par la végétation. En effet, quoique le chlorure de sodium et le carbonate de chaux ne se modifient pas au contact, on sait, par une expérience de Clouet, que si l'on humecte du sable avec une solution de sel marin, qu'on y introduise de la craie en poudre et qu'on abandonne le mélange à l'air, on voit apparaître une efflorescence de soude carbonatée. « C'est ainsi, dit

(1) *Comptes rendus de l'Académie*, t. XX, p. 454.
(2) Rapport au comice de Wissembourg sur l'impôt du sel, p. 7.
(3) *Economie rurale*, t. II, p. 245.

M. Boussingault, que le chlorure de sodium doit agir pour favoriser le développement des plantes, et qu'en donnant cette substance à un sol suffisamment calcaire, on l'amende réellement avec du carbonate de soude. Ce ne serait que sur les terrains calcaires que le sel aurait produit cet effet, et il aurait été inefficace sur ceux qui étaient dépourvus de chaux. »

Avant d'admettre complétement cette opinion, qui peut avoir son côté de vérité, il faudrait que nous fussions bien convaincus que les glaises et les terrains quartzeux de la Bretagne, pour lesquels on réclame si vivement l'engrais de sel, n'en éprouvent aucun bon résultat.

On sait que la Lorraine est riche en mines de sel et en sources salées, et il est présumable que cette substance doit aussi entrer dans la composition des terres arables de cette province. Ne serait-ce pas là la cause des expériences négatives de M. Mathieu de Dombasle?

On emploie, pour administrer du sel aux terrains, les procédés que nous avons décrits pour la potasse; on le mélange avec des terres sèches ou avec les fumiers.

Section III. — *Moyen de mettre à la disposition des plantes les alcalis des silicates.*

Quelle que soit la force d'absorption que possède la végétation et avec laquelle elle agit d'une manière si incontestable sur les éléments mis à sa portée, elle ne peut vaincre cependant certaines forces d'affinité qui unissent entre eux certains de ces éléments constituant les substances insolubles. Tels sont, entre autres, les silicates. Ainsi ce n'est que quand des causes puissantes agissent sur ces silicates et provoquent leur désagrégation que les suçoirs des plantes peuvent s'emparer de la silice ou des alcalis qui forment leurs parties constituantes. Ce sont surtout les argiles qui présentent ces conditions; l'eau

chargée d'acide carbonique ne fait qu'un travail lent sur elles, même quand elles contiennent un peu de chaux, comme les marnes ou les terrains marneux. Mais on obtient un effet bien plus énergique de la combustion de ces argiles, car alors on opère comme nous l'avons enseigné en parlant des procédés d'analyse, où nous avons séparé la silice des bases avec lesquelles elle était combinée en la calcinant avec un mélange de sel alcalin. Ainsi, que les silicates soient alcalins par eux-mêmes, ou bien que le mélange de la chaux leur donne le degré d'alcalinité nécessaire, la combustion des argiles les rend propres à être décomposées et à se résoudre en leurs éléments. Alors l'argile se dissout avec facilité dans les acides et dans l'eau chargée d'acide carbonique, la silice soluble peut passer dans la végétation et se séparer à l'état de gelée; enfin, les alcalis mis à nu se dissolvent dans l'eau. L'état nouveau du sol, qui de plastique qu'il était devient perméable à l'eau et à l'air, favorise ces échanges. C'est là l'explication des avantages que l'on trouve à l'opération proposée par le major Beatson. On sait qu'il construisait des fours propres à brûler de grandes quantités d'argile, au moyen desquelles il produisait un effet fécondant sur ses terres.

Cet effet n'a pas toujours été admis; à part l'amendement physique bien évident du sol, on a nié sa fécondation. Dans son nouvel état l'argile devient, il est vrai, plus absorbante des éléments ammoniacaux de l'atmosphère, mais elle ne cède rien aux plantes que de la silice, si les silicates qu'elles renferment n'étaient que des silicates d'alumine, tandis que si ceux-ci étaient unis à des silicates alcalins, les alcalis seraient mis dans la circulation végétale et devraient alors produire un effet évident

Comme l'opération du brûlement des argiles est assez coûteuse partout où le combustible est cher, nous n'en conseillerons l'essai en grand que quand l'analyse chimique aura prouvé que le sol contient en effet des silicates riches en alcalis. Si le

combustible est à très bon marché, on peut brûler l'argile pour rendre le terrain plus meuble et plus absorbant.

On conçoit que cette opération diffère essentiellement de l'écobuage que nous avons décrit ailleurs [1].

CHAPITRE X.

Aliments des végétaux considérés comme contenant des sulfates.

Section I. — *Du sulfate de chaux.*

En analysant, dans la première partie de ce volume[2], les différents systèmes proposés pour expliquer les effets du plâtre, nous avons exposé l'explication donnée par M. Boussingault, qui regarde cette substance comme destinée à fournir aux plantes la chaux qui leur est nécessaire.

Des deux raisons principales qu'il donne, la première est la quantité considérable de chaux que présentent les cendres des plantes reconnues pour ressentir un effet marqué de l'application du plâtre, en comparaison de celles des plantes qui y sont insensibles, tandis que la dose d'acide sulfurique est très faible dans les unes et les autres et nullement proportionnée à la chaux absorbée ; la seconde raison est que la dose d'acide sulfurique reste à peu près la même dans les plantes plâtrées et non plâtrées ; enfin, la dernière, et qui lui semblait victorieuse, c'était que le plâtre n'était applicable qu'aux terrains qui manquaient de l'élément calcaire. Nous regardons les deux premières raisons comme suffisantes pour renverser l'hypothèse de Davy, qui trouvait dans l'acide sulfurique l'élément favorable à la végétation des légumineuses ; mais la certitude que les

(1) Voir le système de culture du major Beatson par la combustion des terres et les procédés de combustion.

(2) Page 82 et suiv. de ce volume.

effets du plâtre sont énergiques, même sur des terrains abondants en calcaires, ne nous permet pas d'adopter la dernière raison donnée par M. Boussingault.

Mais il n'est pas besoin d'appuyer l'explication de notre savant confrère sur ce fait inexact pour regarder sa théorie des effets du plâtre sur la végétation comme très probable. Remettons, en effet, sous nos yeux les proportions de chaux et d'acide sulfurique qui entrent dans plusieurs genres de plantes; nous aurons, pour 10,000 parties de chacune de ces plantes à l'état sec :

	Acide sulfurique.	Chaux.
Froment, paille et graine combinés.	8	62
Avoine.	23	49
Trèfle	19	192
Chanvre.	5	190

Les deux premières plantes n'éprouvent aucun effet du plâtre, les deux dernières y sont très sensibles. On voit, en outre, que la dose d'acide sulfurique semble flotter indifféremment de l'une à l'autre de ces deux catégories, mais que la dose de chaux s'élève beaucoup dans la seconde, qui comprend les plantes affectées avantageusement par l'emploi du plâtre. Le trèfle et le chanvre doivent donc être très exigeants à l'égard de la chaux, et ils doivent trouver l'acide sulfurique qui leur est nécessaire dans les mêmes sols où les céréales peuvent le puiser.

La faible solubilité du sulfate de chaux lui permet de s'offrir incessamment aux plantes et en dose toujours modérée; c'est une source de substance calcaire qui ne cesse d'en fournir, pour peu que le terrain soit humide ou qu'il tombe de la pluie, pendant toute la végétation; c'est celle qui remplit le mieux les exigences des plantes avides de chaux.

Il reste à expliquer ses effets sur des terrains déjà pourvus de carbonate de chaux. Il nous semble que si l'on a lu attentive-

ment ce que nous avons dit à l'égard de cette substance et de la marne, on aura vu qu'elle se transformait avec lenteur en sel soluble par le contact de l'eau chargée d'acide carbonique. Nous croyons donc que, tout en étant susceptible de fournir à la consommation bornée en chaux d'un grand nombre de plantes, le carbonate de chaux, à moins d'une extrême subdivision, ne peut pas satisfaire toujours à la consommation des légumineuses, par exemple, et qu'un sel soluble en tout temps comme le sulfate de chaux, en plus fortes doses et sous d'autres conditions que le carbonate de chaux n'exigeant pas de l'eau chargée d'acide carbonique pour se dissoudre, doit agir très avantageusement sur la végétation des plantes avides de substances calcaires. Tel est le point de vue qui nous paraît pouvoir appuyer fortement l'explication de M. Boussingault, à laquelle nous nous rallions jusqu'à ce que de nouveaux faits se produisent dans la science.

Le procédé conseillé par Davy [1] pour déterminer le sulfate de chaux contenu dans un terrain, n'exigeant ni des appareils particuliers ni l'emploi de réactifs, pourra être employé partout sans difficulté. On prend un poids déterminé de terre, 200 grammes, par exemple; on le mêle avec un tiers de charbon réduit en poudre, on expose pendant une heure et demie le mélange mis dans un creuset à la température rouge. On fait bouillir pendant un quart d'heure dans un quart de litre d'eau distillée; on filtre la liqueur, et on l'expose pendant quelques jours à l'air dans un vase ouvert. Si la terre contient une quantité tant soit peu considérable de sulfate de chaux, il se forme un précipité blanc dont le poids indique la proportion.

Pour les personnes pourvues de réactifs, les méthodes indiquées au commencement de ce cours sont préférables.

Le plâtre est la substance qui fournit le plus économiquement l'acide sulfurique aux plantes. On peut l'employer cru ou

(1) *Chimie agricole*, t. I, p. 205.

cuit. Son effet est-il le même dans les deux états ? C'est ce que ne permettent pas encore de décider des expériences qui ont présenté à cet égard des résultats contradictoires. L'on emploie surtout le plâtre cuit, parce qu'il est plus facile à pulvériser; mais, selon M. Girardin, cet avantage est plus que balancé par l'élévation de son prix ; pulvérisé, il coûte à Rouen 2 fr. 25 c. l'hectolitre; le plâtre cru, débris des carrières, pulvérisé exprès, ne coûte que 1 fr. 80 c. l'hectolitre. Mais il faut aussi faire attention à ce que le plâtre cru a deux équivalents d'eau de plus que le plâtre cuit ; on doit tenir compte de cette circonstance dans l'estimation du prix de revient et du dosage à employer. D'autre part, quand on essaie comparativement le plâtre cuit et le plâtre cru, il faut prendre garde de prendre un plâtre cuit *brûlé* par la cuisson.

Quoiqu'on ait constaté les bons effets du plâtre quand il est enterré dans le sol, nous persistons à nous en servir en couverture, quand les plantes sont déjà sorties, pour qu'il n'y en ait pas de perdu. Le plâtre contient assez souvent une assez forte dose de matières étrangères, en particulier du carbonate de chaux ; c'est pourquoi, avant de fixer la proportion que l'on doit en répandre sur le terrain, il est utile d'en faire l'analyse. Pour y parvenir, on traite le plâtre par l'acide acétique qui dissout les carbonates ; on traite le résidu par l'alcool qui dissout l'acétate de chaux. Il reste alors le sulfate de chaux qui n'a pas été attaqué. La différence des proportions de carbonates que l'on trouve dans les différents plâtres explique la différence des doses que les auteurs ont conseillé d'appliquer aux cultures. La dose de plâtre employée est généralement de 5 à 600 kilogr. par hectare, on va même quelquefois jusqu'à 1,000 kilogr.; mais rarement les plâtres sont purs, et il ne serait pas étonnant que ceux qui les portent à cette dernière dose n'employassent pas beaucoup au delà de 300 kilogr. de sulfate de chaux.

On croit que les plantes à cosse ne doivent pas être plâtrées, si l'on ne veut pas qu'elles poussent abondamment en feuilles et non en graines; c'est ainsi, selon Schwerz, que les fèves plâtrées prolongent beaucoup leur végétation et mûrissent tard. Cette vigueur des tiges, cette abondance de feuilles annonce assez toute l'impulsion que le plâtre donne à la végétation, mais doit aussi par cette raison le faire réserver pour les fourrages. On sait que, d'après les expériences de M. Macaire, quand on fait cuire les légumes dans des eaux séléniteuses, les sels solubles alcalins sont remplacés dans le tissu du végétal par des sels de chaux insolubles[1]; d'un autre côté, ces mêmes semences provenant de certains sols cuisent très bien, tandis que, provenant d'autres sols, elles restent dures après la cuisson la plus prolongée dans l'eau la plus pure, et l'on ne parvient à vaincre cette résistance qu'en rendant l'eau alcaline par le moyen d'un nouet de cendres ou d'une addition de sous-carbonate de soude ou de potasse. Quand on examinera comparativement les sols qui produisent des légumes faciles et difficiles à cuire, n'est-il pas probable qu'on trouvera chez ces derniers une quantité sensible de sulfate de chaux? Ce qui nous ferait adopter cette opinion, c'est que les localités que nous connaissons comme renommées pour fournir des légumes faciles à cuire sont toutes de celles où les effets du plâtre sur les prairies artificielles sont des plus remarquables.

Au lieu de répandre le plâtre sur les plantes ou de l'enterrer, on peut l'incorporer dans le fumier, où il a l'avantage de retenir les gaz ammoniacaux. Celui qui échappe à l'action de l'ammoniaque reste au profit des plantes qui réclament cet élément. Mais on doit être averti qu'il y a alors un dégagement abondant de gaz hydrogène sulfuré qui répand au loin l'odeur la plus désagréable, et qu'il faut que de tels fumiers soient placés dans des lieux très distants des habitations.

(1) *Bibliothèque universelle*, t. LI, p. 298.

Dans les terrains qui sont dépourvus de plâtre, les fourrages légumineux ne donnent pas, même avec des engrais abondants, la moitié des produits que l'on obtient par son secours.

On a proposé, dans les pays à sol calcaire éloignés de carrières de plâtre, d'y suppléer en arrosant le terrain avec de l'acide sulfurique étendu d'eau. Cet acide coûte en fabrique 20 fr. les 100 kilogr., qui produisent 172 kilogr. de sulfate de chaux. Ainsi les 307 kilogr. de sulfate de chaux par hectare coûteraient près de 36 fr. Nous ne pensons pas qu'il y ait aucune localité assez éloignée des plâtrières et assez rapprochée des fabriques d'acide pour qu'il lui convienne d'adopter cette substitution.

SECTION II. — *Cendres pyriteuses.*

On trouve dans un assez grand nombre de localités au nord de la France, mais surtout près de La Fère (Aisne), des bancs d'une matière noirâtre, ayant l'apparence de cendre, contenant des pyrites de fer, du sulfate d'alumine, des sulfates et des carbonates de chaux, dont on fait grand usage en agriculture. Quand cette terre est entassée, elle s'échauffe, s'enflamme, brûle lentement en prenant une couleur rouge. C'est dans cet état qu'on la vend et qu'on la transporte au loin. On emploie aussi la matière noire dans son état primitif avant la combustion, mais alors il faut en doubler la dose pour en obtenir les mêmes effets.

Ces effets résultent du sulfate de chaux qu'elle contient, et aussi d'une dose de 0,65 d'azote qui, poids pour poids, lui donne une plus grande valeur que celle du fumier de ferme. Les Flamands en font grand usage pour leurs prés et leurs prairies artificielles. On enterre les cendres de bonne heure longtemps avant les semailles, sans doute afin que les principes solubles n'agissent pas trop activement, et probablement parce que l'acide sulfurique libre rencontre dans la terre

les principes calcaires ou les alcalis qui s'y trouvent, et les transforme en sulfates. Les cendres se vendent sur les lieux 50 centimes l'hectolitre; mais le plus souvent on les transporte fort loin, ce qui augmente leur prix de revient. On emploie 4 à 6 hectolitres par hectare de prairie, un peu plus sur les pâtures, et la moitié de cette dose pour les cultures de printemps [1].

On a trouvé aussi dans la Seine-Inférieure, à Forges-les-Eaux, des cendres pyriteuses dont on fait usage pour l'agriculture, et dont MM. Girardin et Bidaud ont donné une analyse intéressante dans les *Mémoires de la Société d'agriculture de la Seine-Inférieure* [2]; nous la trancrivons ici :

« Dans les environs de Forges-les-Eaux, il existe à la surface ou près de la surface du sol des couches plus ou moins épaisses de lignite noir alumineux et pyriteux, qu'on exploite déjà depuis longtemps pour la fabrication de la couperose. Cette couperose, connue dans le commerce sous le nom de *couperose de Forges*, est une des plus pures et des meilleures que l'on connaisse.

« Les terres pyriteuses, après avoir été lessivées, sont ordinairement mélangées avec un quart de leur poids de cendres de tourbe, et employées, dans la plus grande partie du pays de Bray, comme un engrais stimulant très puissant pour les prairies, les herbages humides et les terres arables proprement dites.

« M. Dupré, propriétaire de l'exploitation des terres pyriteuses, vend les terres lessivées, sous le nom impropre de *cendres vitrioliques*, à raison de 1 fr. l'hectolitre. Elles sont tout à fait analogues aux cendres ou terres noires de Picardie, qui ont la même origine et le même emploi.

« Nous en avons fait l'analyse sur un échantillon qui nous a

(1) Puvis, *Maison rustique du XIX^e siècle*, p. 75 et suiv.
(2) Trimestre de juillet 1842, p. 229.

été envoyé par M. Dupré. Voici le résultat de notre examen :

100 parties de cendres lessivées contiennent 24 parties d'eau.
100 parties de cet engrais desséché contiennent :

Matières solubles dans l'eau. . .	4,53	Matière organique ou humus soluble	2,74
		Sulfate ferreux.	1,79
		Sulfate ferrique	
Matières insolubles dans l'eau. . . .	95,47	Sable fin.	38,92
		Humus insoluble.	49,83
		Sulfure de fer	6,72
		Oxyde ferrique	
	100,00		100,00

« Nous avons déterminé avec soin la quantité d'azote, au moyen de l'appareil de Liebig. Nos expériences nous ont donné 2,72 p. 100 d'azote en poids.

« Le titre de cet engrais est donc exprimé par le chiffre 680,0, et son équivalent par celui de 14,70. D'où il résulte que 14ᵏ,70 de cendres vitrioliques de Forges agissent autant, sous le rapport de l'azote, que 100 kilogr. de fumier normal.

« Les cendres de Picardie ne renferment, d'après MM. Boussingault et Payen, que 0,65 p. 100, et leur équivalent est représenté par 61,50. Les cendres vitrioliques de Forges sont donc bien supérieures sous ce rapport.

« L'existence du sulfate de fer dans ces terres, sulfate qui se reproduit continuellement par l'action de l'air sur le sulfure de fer qui s'y trouve en particules très fines, explique les propriétés fort actives qu'elles possèdent, comme stimulant, sur les prairies naturelles et artificielles.

« Leur puissante efficacité peut être rapportée à plusieurs causes :

« 1° A leur couleur sombre qui a une grande influence sur l'échauffement de la terre par les rayons solaires ;

« 2° Au sulfure de fer qui, par sa combustion lente, augmente l'échauffement de la terre et l'excitation électrique ;

« 3° A la forte proportion d'humus soluble et insoluble ;

« 4° Au sulfate de fer qui, outre sa propriété de faire périr promptement les mauvaises herbes, les mousses, les lichens, etc., réagit sur le carbonate de chaux du sol, et forme du sulfate de chaux qui agit si puissamment sur les légumineuses.

« D'après leur composition, il est évident que c'est surtout sur les sols calcaires et sur les sols fréquemment chaulés et marnés que les cendres vitrioliques doivent produire les meilleurs effets. C'est aussi ce que l'expérience démontre.

« On les emploie à la dose de 4 à 6 hectolitres par hectare sur les prairies et les herbages. Sur les prairies artificielles, la dose est un peu plus forte. Pour les récoltes de printemps, et particulièrement pour les légumineuses, la dose est moitié moins forte. On les répand tous les quatre ans. »

SECTION III.— *Sulfate de fer.*

En parlant des engrais azotés, nous avons indiqué l'usage du sulfate de fer pour fixer des vapeurs ammoniacales qui s'en échappent; mais d'ailleurs l'opinion continue à flotter relativement aux effets de ce sel lui-même sur la végétation. Les terrains vitriolés sont stériles, mais les terrains trop abondants en sel marin le sont aussi, et si nous avons dû combattre le préjugé qui associe l'idée de stérilité à celle de ce dernier sel, et prouver qu'elle ne doit s'attribuer qu'à son excès, nous agirons de même pour le sulfate de fer, en rappelant que des expériences de Thaër citées dans la première partie de cet ouvrage avaient déjà fait soupçonner que la question de sa nocuité n'était qu'une question de dose. De nouvelles expériences semblent confirmer cette idée.

M. Gris, professeur de physique à Châtillon-sur-Seine, frappé de l'effet que produisait sur les malades attaqués de chlorose l'emploi des sels ferrugineux, crut y voir une indica-

tion pour en faire usage contre la maladie des végétaux que signalent leur débilité et leur défaut de coloration. Des expériences nombreuses, faites sur des plantes cultivées dans les jardins, constatèrent que l'application du sulfate de fer leur rendait la force et la couleur. Cet effet fut très marqué sur des hortensias, puis sur des orchidées qui n'avaient jamais pu supporter la transplantation hors de leur sol natal, et qu'on est parvenu à faire vivre grâce à leur arrosement avec de l'eau imprégnée de ce sel. On étendit bientôt ces essais aux arbres à fruit, et l'on obtint un succès égal. Enfin M. Leclerc, membre d'une commission chargée de suivre ces expériences, appliqua ce sulfatage à des blés jaunes et languissants. Il mêla à un hectolitre de terre de 3 à 8 kilogr. de sulfate de fer, en fit répandre sur ces blés qui égalèrent bientôt leurs voisins, qui étaient en bon état de santé. M. Maitre répandit, aussi le 7 avril, un kilogr. de sulfate de fer grossièrement pulvérisé et mélangé de 25 litres de terre arable, bien meuble, sur 14 ares de luzerne d'un an non plâtrés; on plâtra le reste de la pièce le lendemain; au moment de la coupe, l'œil le plus exercé n'aperçut aucune différence entre les diverses parties de cette pièce de fourrage.

On distingue deux effets dans cette expérience. Tantôt le sulfate de fer agit de même que le fer pour combattre l'état chlorotique des plantes, tantôt il agit à la manière du plâtre sur les fourrages.

Quelles que soient les théories par lesquelles on cherchera à expliquer cette action, les faits rappelés par M. Gris et par la commission qui en a suivi la vérification doivent fixer particulièrement l'attention des agriculteurs. Nous savons de plus la propriété remarquable que le sulfate de fer manifeste pour convertir l'ammoniaque en sel fixe et le préserver d'une déperdition certaine, dont nous avons déjà entretenu nos lecteurs.

Le sulfate de fer coûte dans les usines de 6 à 8 fr. les 100 kil.

CHAPITRE XI.

Aliments des végétaux contenant de la chaux.

Section I. — *De la chaux.*

La chaux à l'état caustique, c'est-à-dire le carbonate de chaux privé par la calcination de son acide carbonique, est devenue la base de l'agriculture d'une partie de l'Europe, où l'on ne comprendrait pas une bonne agriculture qui en fût privée. Son emploi ne cesse de s'étendre ; elle a été l'objet des études attentives de l'un de nos meilleurs agronomes[1], et cependant elle nous présente encore une foule de problèmes qui sont loin d'être résolus.

La théorie explique bien l'action de la chaux sur les terres qui manquent de principe calcaire, mais alors elle est parfaitement remplacée par la marne, qui y produit des effets si remarquables. On n'est pas embarrassé pour montrer comment elle agit sur les terrains chargés de terreau acide, sur les tourbes, les terres de bruyère, les bois défrichés. Là elle se change en carbonate et reprend au sol l'acide carbonique superflu. Qu'il s'agisse de terres herbeuses, de gazons épais, la chaux caustique provoque leur décomposition rapide, en mettant à nu les principes azotés et alcalins que recélaient les débris de végétaux. Mais ce que l'on n'a pas encore bien expliqué, c'est son mode d'action sur certaines terres calcaires n'ayant que peu de terreau, tandis qu'elle est inefficace sur d'autres terres de cette nature. Nous trouvons une indication de ce genre dans les *Annales de Roville*[2], où l'on fait mention d'une application heureuse de la chaux à des terrains calcaires ; nous en trouvons une autre dans les questions agricoles de l'*Associa-*

(1) Puvis, *De l'emploi de la chaux.*
(2) *Annales de Roville*, vol. supplémentaire, p. 456 et suiv.

tion normande [1], où l'on affirme que la chaux qui produit d'excellents effets sur les terrains de transition et les calcaires ferrugineux est nuisible sur la grande oolithe. Mais quelle conclusion tirer de ces faits, quand on nous laisse ignorer les circonstances accessoires qui peuvent avoir une si grande influence sur le phénomène? Quel est l'état chimique et physique de ces terres? La chaux agit-elle également sur elles, soit qu'elles aient du terreau en abondance, soit qu'elles en manquent tout à fait? Quel est le genre des particules du sol? Quelles modifications leur fait éprouver le chaulage?

Il est certain, en effet, que si la chaux contenue dans le sol n'était pas de la chaux carbonatée, si elle se trouvait faire partie de certains minéraux, comme le mica, la serpentine, etc., et à l'état insoluble, on s'expliquerait très bien l'effet de la chaux calcinée ou de la marne appliquées à de pareils terrains; il est certain aussi que si le terrain contient du feldspath ou seulement de l'argile plastique riche en alcalis, l'application de la chaux à l'état caustique en provoque la décomposition et la mise en liberté de la soude et de la potasse. M. Liebig rapporte à ce sujet les expériences de M. Fuchs, de Munich : il mêle un lait de chaux avec de l'argile plastique, le mélange s'épaissit instantanément, et s'il est abandonné à lui-même pendant plusieurs mois, il se prend en gelée quand on y ajoute un acide; ce qui annonce la désagrégation des silicates qui abandonnent leurs alcalis à la végétation [2]. Ainsi sur tous les terrains, même sur ceux qui renferment de la chaux carbonatée, les effets de l'application de la chaux caustique peuvent être expliqués, si l'on prouve qu'ils contiennent aussi des silicates alcalins.

Le problème restera indéterminé tant que nous n'en posséderons pas toutes les conditions.

(1) *Annuaire de l'Association normande* pour 1843, p. 707.
(2) Liebig, *Lettres sur la chimie*, p. 249.

On a remarqué que le blé venu sur un fonds chaulé est plus rond, plus fin, et donne moins de son et plus de farine que celui qui est venu sur des sols calcaires ou marnés ; les blés y sont moins sujets à verser que dans ceux-ci. D'ailleurs, les qualités physiques du terrain sont aussi modifiées, la terre légère acquiert de la consistance, la terre forte s'adoucit ; la chaleur fait fendre la surface du sol en petites particules et détermine un ameublissement naturel. Tous ces faits doivent être revus et contrôlés avec soin avant de chercher à expliquer complétement l'action de la chaux. Elle n'est incontestable que dans les terrains qui manquent de l'élément calcaire ou qui surabondent en acide carbonique, et ce sont les cas les plus nombreux. S'il s'agit de remédier à ce défaut, on emploie une quantité un peu plus forte de chaux. En Angleterre, l'on chaule à la dose de 100 à 600 hectolitres par hectare, et les plus fortes proportions sont pour les terres tourbeuses. En France, où il s'agit le plus souvent de fournir l'élément calcaire, la dose est beaucoup moins forte ; dans la Sarthe, on met 10 hectolitres tous les trois ans, ou $3^h,3$ par année moyenne ; dans la Mayenne, 24 hectolitres de chaux par hectare ; dans l'Ain, de 60 à 100 hectolitres tous les neuf ans, ou de 6 à 11 hectolitres par année moyenne ; en Flandre, 40 hectolitres par dix ans, ou 4 hectolitres par année moyenne. Or, le grain de froment renferme 0,0007 de chaux, la paille 0,0059, le trèfle 0,0192 de leur poids ; en supposant donc un assolement de blé et de trèfle, nous avons pour deux années (une année de céréale et une année de trèfle), avec une récolte de 20 hectolitres de froment et de 8,000 kilogr. de trèfle, la consommation de chaux suivante :

1560 kilogr. de grain.	1^k09
3120 kilogr. de paille.	10,41
8000 kilogr. de trèfle.	153.60
	173,10

Ce serait seulement 2^hect.,4 de chaux à donner pendant la durée de cet assolement, ou par année moyenne 1^hect.,2.

On donne donc en général une quantité de chaux qui paraît excéder les besoins des plantes ; mais on doit observer que la plupart des chaux sont loin d'être pures ; que presque toutes sont mélangées avec des argiles, de la silice, de la magnésie, des oxydes de fer, et qu'ensuite il est facile d'imaginer que toute la chaux ne passe pas immédiatement dans la végétation, mais qu'avant d'être atteinte par les racines une partie est changée en carbonate insoluble, qui reste plus ou moins longtemps en cet état dans le sol.

Pour se rendre compte de la quantité de chaux contenue dans la pierre que l'on emploie pour la fabrication de la chaux, on doit en faire l'analyse, qui est très simple, puisqu'il suffit de la traiter par l'acide acétique et de sécher le résidu dont on retranche le poids du poids primitif de la pierre ; la différence donne approximativement les carbonates de chaux et de magnésie. Si l'on veut opérer d'une manière plus exacte, il faut exécuter l'analyse prescrite aux pages 56 et 57 de ce volume. Celle-ci est surtout utile pour distinguer les différentes espèces de chaux, ce qui est loin d'être indifférent.

Ainsi la chaux hydraulique, celle qui abonde en silicate d'alumine, a paru être plus favorable à la croissance des fourrages et de la paille qu'à celle du grain. Elle nécessite d'ailleurs un traitement particulier ; on a remarqué que, quand cette chaux n'est pas bien éteinte et qu'on l'applique en dose un peu forte sur un terrain siliceux qui n'est pas pourvu abondamment de débris végétaux, elle forme avec celui-ci une espèce de mortier qui le rend très tenace. Dans des circonstances semblables, Arthur Young ne put, pendant plusieurs années, tirer du sol une récolte de céréales.

On reproche à la chaux magnésienne d'agir d'une manière trop active et d'épuiser le sol. Il faut croire qu'après de bonnes

récoltes, on n'a pas eu soin de rendre d'autres engrais aux terrains, oubliant que la chaux et la magnésie ne sont qu'un des éléments de la nutrition des plantes.

Il y a tout un travail à faire sur l'action des différentes espèces de chaux. Aujourd'hui que M. Vicat nous a appris à les distinguer, il serait bien utile de les expérimenter comparativement pour pouvoir juger de leurs effets en agriculture, comme il a si bien enseigné les moyens de le faire dans les constructions[1].

La chaux doit être employée en poudre et dans un temps sec, pour qu'elle ne forme pas pâte. Ordinairement on en fait sur le champ de petits tas également espacés et que l'on recouvre de terre; l'humidité atmosphérique et celle du sol ne tardent pas à la faire fuser, et alors on l'étend avec des pelles; d'autres fois on en fait des composts avec de la terre et du terreau, que l'on transporte ensuite sur le terrain que l'on veut fertiliser. En Allemagne, on se sert aussi avec grand avantage d'un mélange de chaux et de cendres.

Section II. — *De la marne.*

Nous avons traité trop au long de la marne, de ses propriétés, de ses espèces et de son application aux terrains non calcaires[2], pour qu'il nous reste beaucoup à dire ici; mais nous devons ajouter cependant que cette matière formant des couches qui ne se montrent pas toujours par des affleurements, on devra la chercher par le moyen de la sonde, quand le besoin de l'employer se fera sentir. Il ne s'agit pas ici de sondages profonds, car l'exploitation de la marne trop éloignée de la surface entraînerait des frais supérieurs aux bénéfices de l'opération; mais souvent un peu de profondeur compense beaucoup d'éloignement, et il vaudrait mieux tirer de la marne de 15 mètres que de l'aller chercher à 2 ou 3 myriamètres.

(1) Voir le *Mémoire sur les chaux*, de M. Vicat.
(2) Voir page 73.

M. Puvis pense que la dose de marne doit être suffisante pour fournir au sol 3 de carbonate de chaux p. 100 du poids de la terre mise en mouvement par le labour. Pour s'arrêter à ce chiffre, il considère d'abord la quantité de chaux qui, au jugement de Thaër, constitue une terre argileuse très riche; nous avons vu (page 332) qu'il avait suffi d'une addition de 2 p. 100 de carbonate de chaux pour faire monter une terre du prix de 65 à celui de 77; M. Puvis fait observer ensuite que les meilleurs sols de Flandre, ceux des environs de Lille, par exemple, analysés par M. Berthier, ne présentent que 1,5 de carbonate de chaux p. 100[1]; ceux du Tchernoyzen, en Russie, n'en ont pas davantage, et les sols si riches de la vallée de Tiviot, en Angleterre, en ont 4 p. 100; enfin il a résumé les marnages nombreux indiqués par Arthur Young, et de la combinaison de tous ces éléments il a déduit la proportion de 3 p. 100 comme celle que l'on doit donner aux terres. D'un autre côté, M. Puvis[2] a pensé que la marne étant mêlée au sol par les labours, sa dose devait être proportionnée à la masse de terre dont elle devait faire partie.

Nous croyons devoir modifier en quelques points ce raisonnement agricole, d'ailleurs si logique et si lumineux, et dont tout le défaut vient des bases sur lesquelles il est fondé. Nous voyons d'abord que 1,5 à 2,0 de carbonate de chaux suffisent parfaitement dans les cas d'analyse cités pour constituer les excellents sols; nous ferons observer ensuite que les marnages cités par Arthur Young ont été faits avec les marnes les plus diverses et de valeurs les plus différentes, et que s'il est vrai qu'avec une marne moyennement riche il suffise de donner 3 p. 100 de carbonate de chaux à la terre, si une partie de cette chaux se trouve formée des rognons de carbonate de chaux compacte, celle-ci, qui ne se mêlera pas au sol et ne contri-

(1) Cordier, *Agriculture de la Flandre.*
(2) *Essai sur la marne.*

buera pas à la végétation, devra être défalquée; et qu'ainsi il est probable que la moyenne d'Arthur Young ne représente qu'une quantité de chaux beaucoup inférieure. Nous voyons enfin que la pratique a enseigné, à Gaussan et à Leugny, qu'il fallait appliquer 20 mètres cubes de marne renfermant 0,675 de carbonate de chaux pulvérulent, et 19^{m},1 cubes de marne renfermant 0,774 de ce même carbonate. Le mètre cube de ces marnes, telles qu'on les transporte sur les champs, pesant environ 1,400 kilogr., c'est 28,000 kilogr. pour la première, et 26,740 kilogr. pour la seconde, contenant l'une et l'autre 18,900 kilogr. de carbonate de chaux qui constituent la dose fournie. Comparons maintenant le poids de la terre à celui du carbonate de chaux de la marne. Supposons que la terre à améliorer pèse 1,500 kilogr. le mètre cube : un labour à la profondeur de 0^{m},16 donne par hectare un poids de 2,400,000 kilogr. de terre. On voit que les 18,900 kilogr. de chaux ne représentent que 0,79 p. 100 du poids de la terre, au lieu des 3 p. 100 indiqués par M. Puvis.

Si nous considérons maintenant que, dans l'assolement indiqué dans la section précédente (blé en trèfle), la consommation de chaux est de 173 kilogr., on verra que les 18,900 kilogr. sont plus que surabondants, qu'ils pourvoiraient à la consommation de deux cent dix ans, s'il n'y avait pas perte de particules de chaux entraînées hors du terrain, mais qu'au moins on peut être pleinement rassuré sur l'efficacité d'un tel marnage pendant plusieurs années.

De tout ce qui précède résulte cette règle pratique que, pour s'assurer de la quantité de marne à répandre sur un terrain, il faut faire fuser la marne dans l'eau, et ensuite en opérer la lévigation, ainsi qu'il est prescrit page 172, en s'arrêtant au numéro 5 du détail de la méthode, ce qui donne les deux premiers lots réunis; rechercher la quantité de chaux contenue dans cette partie pulvérulente de la marne; avoir ensuite le

poids d'un mètre cube de terrain à améliorer dans son état naturel et non pressé, d'où l'on conclut celui de la terre remuée par les labours sur un hectare; on multiplie ce poids par 0,79 et on le divise par 100; le produit indiquera le poids du carbonate de chaux à donner, d'où il sera facile de conclure le poids de la marne et le nombre de mètres cubes. Ainsi, soit une marne qui contienne 0,175 de carbonate de chaux à l'état pulvérulent, à appliquer sur un terrain que l'on cultive à 0,16 de profondeur, et pesant 1,531 kil. le mètre cube; le poids de la terre remuée sur un hectare est exprimé par 10,000×0,16 ×1,531=2,450,000 kilogr., lesquels, multipliés par 0,79 et divisés par 100, donnent 18,865 kilogr. de carbonate de chaux. Maintenant, si la marne pèse 1,400 le mètre cube, chaque mètre ne contiendra que 245 kilogr. de carbonate de chaux; divisant 18,865 par 245, nous avons 77, nombre de mètres cubes à employer dans les conditions indiquées, et que nous avons déjà trouvé précédemment (*voir* page 79).

La nécessité de renouveler le marnage se manifeste par plusieurs signes, dont le plus sensible est la réapparition des plantes acides (les oxalis, les oseilles, etc.), qui annoncent l'épuisement de l'élément calcaire.

Les frais du marnage consistent dans l'extraction de la marne et surtout dans son charroi; pour les marnes peu riches, cette dernière dépense est très considérable. Il est important, pour les rendre moins onéreux, de faire les marnages dans les temps secs, entre la moisson et les semailles. Les transports exigent alors moins de peine, et la marne se trouve enterrée gratuitement par les labours nécessaires pour recouvrir les semences. Mais cela réduit tellement le temps pendant lequel on peut faire les charrois, que l'on préfère souvent les hâter, quoiqu'il en doive coûter plus de peine et de dépense.

CHAPITRE XII.

Valeur commerciale des engrais.

Nous avons pris un grand soin, en examinant les différents engrais dans les chapitres qui précèdent, d'indiquer leur valeur vénale, toutes les fois qu'il a été possible de la trouver. On pensera peut-être que les résultats que nous indiquons ne sont pas d'une grande utilité, car, pourra-t-on dire, les prix indiqués sont différents selon les pays, selon leur éloignement de la production, selon les difficultés de communications, selon les impôts de douanes, etc.

Ainsi, il y a de grandes différences de prix entre le guano transporté à Liverpool, à Londres et dans nos ports; ainsi, le nitrate de soude est affecté chez nous de droits qui changent les conditions de son emploi. Malgré la vérité de ces observations qui doivent prémunir l'agriculteur contre des erreurs dans lesquelles il tomberait s'il ne tenait pas compte de toutes ces circonstances, nous avons persisté à croire que l'évaluation des engrais faite par l'accord libre et spontané de ceux qui les emploient et qui les paient était un élément très important de leur théorie.

Nous y trouvons d'abord la confirmation de ce que nous avons dit en commençant, de la grande disproportion qu'il y a entre la valeur de l'azote propre à entrer dans la végétation et celle des autres éléments de l'alimentation végétale. En effet, si nous prenons pour exemple l'engrais le plus généralement employé, le fumier, et parmi les fumiers, celui dont le prix est le mieux établi par la proportion de l'offre à la demande et par l'équilibre constant de son taux au marché, celui des auberges de rouliers du midi, au prix de 1 fr. 30 c. les 100 kilogr.,

il nous procure l'azote à 1 fr. 64 c. Partons de cette base, et voyons le prix relatif des substances principales qui entrent dans un hectolitre de froment, nous aurons :

Azote.	3k86	6f33
Potasse et soude	1,60	1 60
		7 90

On voit dans ce total que l'azote entre pour les trois quarts, et les alcalis pour un quart seulement dans le prix de l'engrais. C'est donc à se procurer de l'azote au meilleur marché possible que doit viser le fabricant d'engrais.

La confiance que nous venons de témoigner pour l'évaluation des choses fixées par le libre commerce et l'équilibre des ventes et des achats semblerait devoir être singulièrement ébranlée par la grande divergence dans les prix auxquels on consent à payer l'azote des diverses origines, si un grand nombre de substances d'où il provient n'étaient pas employées à d'autres destinations. Notre investigation nous a donné les résultats suivants :

	Prix de 100 k. à l'état normal.	Quantité d'azote pour 100.	Prix du kil. d'azote.
Noir des raffineries.	15 f. »	1,20	12f. 50
Poudrette.	7 15	1,56	4 58
Nitrate de potasse, avec le droit d'entrée	65 »	13,78	4 71
Chlorhydrate d'ammoniaque.	100 »	25,93	3 85
Nitrate de potasse sans le droit. . . .	50 »	13,78	3 62
Tourteaux de coton	11 50	3,20	3 59
Nitrate de soude, avec le droit. . . .	64 70	16,28	2 97
— sans le droit.	48 20	16,28	3 91
Sulfate d'ammoniaque	60 »	21,21	2 83
Tourteaux de lin.	14 »	5,20	2 70
Roseaux (à Arles)	2 »	0,75	2 67
Tourteaux de colza.	11 50	4,92	2 34
Os	12 »	5,30	2 26
Tourteaux de madia	11 50	5,06	2 27
— de sésame.	11 50	6,79	1 69
Fumier normal.	» 66	0,40	1 65

	Prix de 100 k. à l'état normal.	Quantité d'azote pour cent.	Prix de l'azote
Fumier du midi.	1 30	0,79	1 64
Guano (à Rouen).	20 79	14,00	1 48
Sang desséché	20 »	14,87	1 34
Chair musculaire.	16 »	13,04	1 23
Colombine.	8 33	8,30	1 »
Chiffons.	5 60	12,28	» 46

Si tous les engrais produisaient des effets proportionnels à leur quantité d'azote, si plusieurs des substances que nous venons de nommer n'étaient pas employées par les arts à d'autres usages, l'azote de tous se paierait le même prix, qui devrait se rapprocher de celui obtenu du fumier de ferme (1 fr. 64 c.). Mais d'abord certains engrais présentent leur azote sous une forme si divisée et si propre à passer immédiatement dans la végétation, qu'ils procurent aux plantes un prompt développement et une vigueur qui leur permet de s'emparer des principes les plus cachés de la fertilité naturelle du sol : tels sont le noir des raffineries, la poudrette et le guano. Aussi le noir des raffineries employé dans les défrichements de l'ouest est-il monté à un prix tout à fait disproportionné à sa valeur réelle et a-t-il été repoussé de la culture régulière. La poudrette est de moins en moins recherchée, et le guano ne doit son bon marché qu'à sa nouveauté qui inspire encore de la défiance, et à la concurrence des importateurs qui cherchent à placer promptement leur marchandise.

Les sels ammoniacaux sont employés dans les arts et, comme les tourteaux, ils exigent peu de frais de transport relativement à leur valeur. Ainsi, supposons un fermier qui veut fumer une terre beaucoup plus largement que ne le permettrait le fumier ; cherchons à quelle distance il devrait aller chercher du tourteau de colza ou du fumier pour que l'un et l'autre fussent au même prix.

Le prix de transport de 100 kilogr. étant de $0^f,25$ par kilo-

mètre, et 100 kilogr. de fumier de ferme équivalant à 8,13 kilogr. de colza, si nous transportons le fumier et le tourteau à quatre kilomètres de distance seulement, nous aurons :

Prix du fumier..	▪f66	Prix des 8k,13 de tourteau	▪f94
Transport de 100 kilog. . .	1 ▪	Transport de 8k,13 . . .	▪ 08
	1 66		1 02

Excédant du prix du fumier, 64 c.

On comprend d'après cela comment, dès qu'il s'agit d'acheter des engrais, le moindre éloignement donne la supériorité aux engrais riches, et on expliquera par la concurrence des acheteurs leurs prix élevés en comparaison de ceux des fumiers.

Heureusement ces engrais fabriqués dans les fermes ne peuvent être mis aux enchères par les localités plus riches, ils ne peuvent se transporter qu'à de petites distances, et demeurent la propriété du sol qui les a produits.

C'est sur de pareils rapprochements que l'on pourra baser la convenance d'employer tel ou tel engrais quand on sera obligé d'en acheter.

Il y a aussi une autre considération qui doit avoir une grande influence sur la préférence à accorder à tel ou tel engrais ; c'est celle de la durée de la matière. Même après avoir pris soin de convertir en sels fixes les parties volatilisées d'un engrais, il reste entre eux une grande diversité dans la manière dont l'azote se trouve engagé dans des fibres ligneuses ou des pores qui ne le cèdent qu'après leur décomposition, ou par des efforts de la part de radicules, ou par des variations de température et d'humidité qui sont plus ou moins incertaines. Ainsi, toutes les expériences que nous avons citées nous montrent que le fumier de ferme, qui ne cède que 0,25 à 0,33 de son azote à la première récolte, peut bien avoir 3 ou 4 ans de durée, tandis que nous voyons le guano, les sels ammoniacaux en céder 0,40, les tourteaux 0,50 à 0,60, et avoir ainsi une durée

présumée de deux ans au plus. Or, deux ans de plus à attendre les résultats d'un déboursé représentent pour le fermier, qui est un véritable industriel, un quart de la valeur de cette avance. Ajoutons que quand un engrais doit avoir une longue durée, les intervalles de jachère ou d'inculture pendant lesquels il profite aux plantes adventices sont beaucoup plus longs, et qu'ainsi les plantes cultivées sont loin d'en recueillir tous les principes nutritifs. C'est ce qui explique très bien le prix plus élevé auquel on paie ces principes dans les engrais hâtifs.

Cette discussion, en prenant pour base les valeurs réelles indiquées aux cultivateurs par leur expérience journalière, réduit la théorie des engrais à ses véritables principes et en fait disparaître les anomalies qui paraissaient si difficiles à expliquer. Sans doute une matière dont l'évaporation marche plus vite que la végétation perd toute la valeur qui se dégage inutilement, mais dès que l'azote s'y trouve fixé de manière à se dégager dans le même temps que la plante met à croître, il est dans les conditions les plus favorables et les plus appréciées, d'autant plus qu'il se présente sous un volume moins grand et plus facile à transporter. A partir de ce point, plus le temps de la décomposition de la matière et du dégagement de l'azote est long, moins l'engrais est estimé, et il l'est d'autant moins que le volume est plus considérable, coûte plus de frais de transport, et par conséquent que le cercle de ses acheteurs est plus resserré.

CHAPITRE XIII.

Valeur des engrais relativement aux différents genres de culture et aux différentes circonstances du sol.

Les engrais appliqués aux différentes cultures et dans des circonstances diverses de sol et de climat sont loin de repro-

duire des résultats identiques pour les récoltes auxquelles on les applique. Cette matière neuve a été l'objet de recherches que nous devons rappeler[1].

Les expériences qui ont pour but d'établir ces résultats ont été faites sur deux espèces de terrains, des terrains arrosés et des terrains secs, et sur différentes sortes de végétaux. On s'est servi du fumier d'auberge décrit plus haut (page 600), et possédant 0,79 p. 100 d'azote à l'état normal, et 2,083 à l'état sec.

Ce n'est pas que quelques tentatives n'aient été faites par Thaër, de Wogbt, Crud, dans le but de parvenir à cette détermination; mais pour se convaincre qu'ils ne sont pas arrivés au résultat dont nous indiquerons l'importance, il suffit de connaître les différentes méthodes suivies dans la comptabilité agricole à l'égard des engrais.

Quelques-uns se bornent à leur assigner le prix de la litière, sans considérer que, s'il était vrai que la litière n'acquît rien par sa transformation en fumier, il serait plus convenable de l'enterrer immédiatement dans le sol, sans lui faire subir cette manipulation.

D'autres balancent le compte des animaux par la valeur des fumiers, c'est-à-dire qu'après avoir porté à leur débit les fourrages et la litière au prix du marché, les soins, le dépérissement, etc., ils placent en regard, à leur crédit, le prix des animaux vendus, celui de leur laine, de leurs agneaux ou de leurs veaux, etc.; et si ce second total est plus faible que le premier, ils rétablissent l'égalité en portant le complément pour valeur de l'engrais. Il résulte de cette méthode que cette valeur varie selon que l'on élève des races d'animaux plus ou moins profitables, et qu'on le fait avec plus ou moins d'art et de soin.

(1) Voir notre mémoire sur la valeur des engrais, *Mémoires de la Société centrale d'agriculture*, 1842.

D'autres encore donnent pour valeur à l'engrais le double de l'excédant du produit des parties fumées sur celles qui ne le sont pas, en supposant qu'une première récolte n'en consomme que la moitié. Mais outre la difficulté de faire exactement la part des récoltes des différentes terres d'un domaine, cette méthode est basée sur une hypothèse dont l'exactitude dépend des saisons qui ont plus ou moins favorisé la décomposition du fumier, son absorption par les plantes et la réussite finale de celles-ci.

Au milieu de ces hésitations de la pratique, des personnes de bonne foi, craignant plus les erreurs que les omissions, mais sans considérer que les omissions sont aussi des erreurs, proposent de supprimer le compte engrais de la comptabilité agricole.

Ainsi, dans l'état actuel de la science agricole, rien ne vient nous éclairer sur la véritable valeur des engrais. Si leur fabrication était toujours séparée des exploitations rurales, si l'éleveur de bestiaux avait ses intérêts à part de ceux de l'agriculteur, nous saurions à quoi nous en tenir ; il y aurait alors un marché d'engrais où les intérêts réciproques finiraient par s'équilibrer, et nous saurions la valeur réelle de ce précieux auxiliaire de toute bonne agriculture.

Ce marché existe auprès des grandes villes, mais nullement dans les conditions égales que nous pouvons rechercher. Là se trouve ordinairement surabondance de la marchandise, relativement au rayon dans lequel il est avantageux de la transporter; inégalité entre l'offre et la demande. On a fabriqué aussi un grand nombre d'engrais artificiels, mais il est resté du doute sur la valeur réelle de la plupart d'entre eux, et quant à ceux qui ont résisté à l'épreuve, ils pourront servir un jour de régulateur, quand leur valeur relative avec les engrais naturels sera bien connue, et surtout quand, le marché en étant saturé, l'équilibre sera bien établi entre eux.

Toutes ces causes nous ont laissé jusqu'ici dans une très grande incertitude sur la véritable valeur des fumiers. Sentant vivement l'importance de cette question, nous nous en sommes toujours occupé avec sollicitude, et nous avons réuni quelques éléments de sa solution, qui contribueront peut-être à appeler sur elle l'attention des cultivateurs et provoqueront les communications et les recherches qui peuvent la compléter.

Pour parvenir à résoudre ce difficile problème, il fallait réunir des circonstances agricoles telles que l'on pût apprécier avec exactitude le produit total que l'on peut retirer d'une quantité donnée de fumier. Il fallait donc se rendre aussi indépendant que possible de la nature du sol et du climat. En effet, dans les terrains maigres qui contiennent de l'argile, une partie de l'engrais est absorbée par elle, et ne reparaît pas immédiatement; et dans un terrain qui contient du carbonate de chaux, il y a formation de nitrates par l'action atmosphérique indépendante de la présence des engrais, comme nous l'avons aussi fait voir. C'est donc sur un terrain sablonneux que nous avons dû agir.

De plus, dans les pays et dans les années sèches, la végétation se ralentit dès le mois de mai, et jusqu'au milieu d'octobre, par l'effet du desséchement du sol, et elle s'arrête pour les plantes annuelles, précisément au moment où la chaleur favoriserait le plus leur développement, si elle était accompagnée d'humidité; mais l'irrigation rétablit la fraîcheur de la terre, et rend à la végétation toute son activité. C'est donc sur des terres pauvres d'engrais, sablonneuses et arrosées à volonté, que les résultats devaient être cherchés. Nous avons eu le bonheur d'obtenir une série de résultats accompagnés de toutes ces circonstances, recueillis sur un terrain sablonneux, peu chargé d'argile et de chaux, abandonné depuis longtemps, mais qui venait d'acquérir nouvellement les premiers bienfaits de l'arrosage.

Mais c'était peu encore d'examiner ce qui se passe dans ces conditions exceptionnelles; nous avons dû comparer nos résultats à ce qui a lieu dans les terres sèches et dans l'état général de la culture. Si les expériences faites sur les terrains arrosés nous donnent la valeur absolue de l'engrais, celles qui résultent de l'examen de la culture commune n'ont de valeur que pour le climat et les terrains où elles ont été recueillies, et, sous ce rapport, elles doivent être répétées en différents lieux avant de pouvoir devenir une règle générale.

Ainsi la première partie de cet examen, qui concerne les expériences faites sur les terres fraîches et arrosées, ayant pour objet d'écarter, autant qu'il est possible de le faire dans de pareilles expériences, les circonstances de climat et de sol, approcherait par cela même d'une détermination absolue, s'il était possible de faire abstraction d'une plus longue durée de la saison chaude dans nos climats du midi, durée qui permet de profiter, dans la même année, de presque toute la richesse du fumier, et prévient les pertes qu'un plus long séjour en terre peut lui faire éprouver. Quant à la valeur du fumier sur les terres sèches, elle est entièrement liée aux influences climatériques du pays où les observations ont été faites, et ne pourrait être admise ailleurs sans modification. C'est sous ces conditions préalables que nous présentons ce travail à l'examen des agriculteurs.

SECTION I. — *Valeur du fumier employé à diverses cultures dans les terres fraîches.*

Nous entendons ici, par valeur de l'engrais, celle de la récolte que l'on obtient en sus pour chaque quantité d'engrais ajoutée. Ainsi, supposons que le terrain cultivé sans fumier donne 2, et qu'avec 1 de fumier j'obtienne 3, la valeur du fumier sera celle de 1 fois la récolte; de même, si avec 1 de fu-

mier j'obtiens 3, et qu'avec 2 de fumier j'obtienne 4, cette valeur sera de 1 fois le végétal récolté : ainsi de suite pour chaque dose nouvelle d'engrais employé, jusqu'à une limite qui varie selon les plantes, et que nous essaierons d'indiquer en traitant des cultures. Nous nous dispenserons donc entièrement d'entrer dans la distinction du revenu net de chaque culture, et nous nous bornerons à rechercher ce que l'emploi de l'engrais apporte d'augmentation aux récoltes, en les comparant à ce que celles-ci eussent été si on n'eût pas employé d'engrais, ou si on en eût employé une quantité moindre. Ceci posé, passons aux résultats obtenus d'abord dans les terres arrosées, et puis dans les terres sèches.

§ I. — Froment.

Les terrains arrosés des bords de la Durance composent une zone agricole très remarquable par ses produits et pour l'industrie de ses habitants. Au milieu d'assolements très variés de différentes plantes horticoles, on y sème souvent du blé, en pratiquant à peu près la méthode suivante que nous avons retrouvée en Sicile.

La semaille a lieu au commencement de novembre; le grain est répandu sur le terrain bien préparé et fumé, ou suffisamment amendé par les cultures précédentes. La terre est divisée en planches de 1 à 2 mètres de largeur, et chaque planche est séparée de sa voisine par un intervalle de $0^m,25$, que l'on approfondit de $0^m,05$ à $0^m,06$ par un seul coup de houe, pour y faire passer les eaux destinées à l'irrigation. Au printemps, quand les vents ont desséché la terre, que la pluie manque et que la chaleur moyenne a dépassé $12^o,50$ centigrades, on fait circuler l'eau dans l'espace déprimé qui se trouve entre les planches, et on l'y arrête longtemps pour qu'elle pénètre entre deux terres par infiltration, mais en s'abstenant de toute submersion, qui tasserait le terrain et nuirait à la végétation. Cette

irrigation souterraine est répétée si l'on s'aperçoit que les plantes souffrent do la sécheresse, mais rarement a-t-elle lieu plus de deux fois, et souvent on se borne à une seule.

La beauté de la végétation ne laisse qu'une crainte au cultivateur, c'est le versement des blés; mais, malgré cet inconvénient, les récoltes sont si productives qu'on n'en est pas découragé.

Quand la moisson est faite, à la fin de juin, on inonde le terrain, et, après l'avoir laissé ressuyer deux ou trois jours, on le laboure et on y sème des haricots, des pommes de terre, du maïs quarantain, du millet, que l'on soigne par les mêmes procédés. Ces secondes récoltes, venues à la faveur d'un terrain frais et dans les mois les plus chauds de l'année (juillet, août et septembre), ont encore une grande valeur. Par ces productions successives aidées d'une chaleur humide, le terrain se trouve dans un état qui exige une fumure abondante pour les cultures de l'année suivante.

Ayant sous les yeux de si belles et de si nombreuses expériences, il semble qu'il aurait dû nous être facile de déterminer immédiatement le rapport de l'engrais à la récolte de blé; mais un grand obstacle s'opposait à cette appréciation. Cette culture est faite souvent sans engrais direct, en profitant de l'excès de fécondité, ou, comme disent les Allemands, de la *vieille force*, accumulée par les cultures antérieures. Quand on y met de l'engrais, ce n'est que comme supplément de celui que l'on suppose exister dans le terrain; cet engrais est très variable dans sa qualité, et ne consiste souvent qu'en balayures de ville. Une analyse exacte de ces différentes circonstances conduirait trop loin et laisserait des doutes légitimes sur les résultats, s'ils n'étaient pas éclairés par des expériences directes. Nous avons eu le bonheur d'obtenir depuis quelques années une série de faits indépendants de ces circonstances; ce sont des cultures de blé faites sur les terrains neufs que nous avons décrits plus haut, avec des quantités d'engrais déterminées et

de qualité connue. Ces terrains, situés sur les bords de la Durance, annonçaient leur pauvreté par celle de leur végétation naturelle; c'étaient des sables mal liés, transportés jadis par des courants et sans doute fortement lessivés; car il n'y avait que des traces de matières organiques charbonneuses, sans azote. Aucun cultivateur ne leur aurait confié la semence avec espoir de la reproduire une seule fois. Le tableau suivant donne les résultats de trois années de cette culture :

Années.	Quantité de fumier.		blé produit.	Valeur.	Deuxième récolte.	
1856.	10 ares	20 quintaux mét.	132 k.	36f 30	540 k. pommes de terre	20f 75
—	10	30 —	204	56 10	254 kil. haricots	42 »
—	10	40 —	248	68 20	3 hect. millet	35 20
1857.	10	10 —	68	18 70	70 kilogr. haricots. . . .	13 »
—	10	20 —	140	38 50	1 hect. 7 millet.	19 »
—	10	30 —	210	57 75	1 hect. millet	22 »
1858.	10	10 —	72	19 80	300 k. pommes de terre	15 »
—	10	20 —	136	37 40	100 kilogr. haricots. . .	30 »
—	10	30 —	220	60 50	1 hect. 7 millet	20 »
	90	210	1430	393 25		214 95

Ainsi 90 ares de terrain ont produit en première récolte 1,430 kilogr. de blé, après avoir été ensemencés de 144 kilogr.; or, comme on peut supposer que dans le sol le moins riche la semence se reproduira au moins une fois elle-même nous aurons, en retranchant le poids de la semence de celui de la récolte, 1,286 kilogr. de blé pour représenter l'action du fumier; mais il faut ajouter à ce produit la valeur de la paille.

Cette substance étant destinée à reproduire de nouveau fumier, nous ne pouvons lui attribuer, dans l'économie rurale, d'autre prix que celui qui résulte de son équivalent comme engrais; cet équivalent est, d'après MM. Boussingault et Payen[1], de 166,66 p. 100 d'engrais normal, et par conséquent pour le nôtre de 329. La quantité de paille étant, d'après nos formules locales, du double du grain ou de 2,572 kil., c'est la valeur de $\frac{2572 \times 100}{329} = 781$ kilogr. de fumier qu'il

(1) *Comptes rendus de l'Académie des sciences,* t. XIII, p. 331

faut ajouter à celle de la récolte, ou bien en retranchant du fumier fourni, celui-ci se réduit de 21,000 kil. à 20,219 kilogr.

Les 1,286 kilogr. de blé, restés nets après la déduction de la semence de la première récolte, valent 353 fr. 65 c.

La seconde récolte, qui a produit brut 214 fr. 95 c., se réduira aussi, à cause des semences, à la valeur nette de 193 fr. 29 c.; cette récolte a aussi fourni une quantité de pailles équivalente à 419 kilogr. de fumier, en supposant que la valeur de l'ensemble de ces pailles soit égale à celle du blé.

Le produit net total des deux récoltes sera donc de 546 fr. 94 c., qui représentent l'effet de 19,800 kilogr. de fumier. Le prix réel de 100 kilogr. de ce fumier serait donc 2 fr. 75 c., équivalant exactement à 10 kilogr. de blé [1].

Comparons ce résultat avec celui qui a été obtenu par divers agronomes. Thaër (§ 250,258) admet que 1,000 kilogr. d'engrais mettent le sol en état de produire 70 kilogr. de froment, et par conséquent, d'après ses formules, 140 kilogr. de paille, dont l'équivalent est 167, ayant la valeur de $\frac{140 \times 100}{167} = 84$ kilogr. de fumier. Ainsi c'est seulement la quantité de 916 kil. de fumier qui produit 70 kilogr. de blé, ce qui nous donne 7,6 kilogr. de blé pour 100 de fumier. Nous avons trouvé 10 kilogr. de blé pour 100 de fumier, ce qui ferait penser que notre engrais est à celui de Thaër comme 10 : 7,6.

(1) Dans la séance de la Société centrale, où notre Mémoire a été lu, on a objecté à ce résultat que si les travaux de préparation de la terre ne devaient pas être comptés quand il s'agissait de ~~la valeur~~ d'une quantité de fumier ajoutée à une culture déjà faite pour obtenir une récolte quelconque, il n'en était pas de même des frais de récolte, de battage, etc., qui, chez nous, s'élèvent à 2 fr. par hectolitre. Ainsi il y aurait eu à déduire, pour 10 kilogr., le huitième du prix trouvé, puisque l'hectolitre pèse 80 kilogr., et la valeur du fumier se réduirait à 2 fr. 50 c. au lieu de 2 fr. 75 c., et à 9k75 de blé au lieu de 10. Le genre et le prix des travaux varient tellement que nous préférons laisser dans toute sa généralité le chiffre que nous avons trouvé, sauf à chacun à faire des déductions selon les circonstances locales.

Burger attribue à 1000 kilogr. d'engrais la production de 75 kilogr. de froment et 150 de paille équivalant à 89 kilogr. de fumier ; ainsi 911 kilogr. de fumier produiraient 75 kil. de blé, et 100 kilogr. de fumier 8,2 de blé; ainsi notre fumier serait à celui de Burger comme 10 : 8,2

Kressig admet le produit de 85 kilogr. de blé, et par conséquent de 170 de paille par 1000 de fumier ; ce qui donne, toutes réductions faites, $9^{k},5$ de blé par 100 de fumier.

On voit combien ces différentes évaluations se rapprochent de celles que nous avons trouvées par l'observation directe. Le seul point qui puisse faire matière à contestation dans la méthode que nous avons employée, c'est notre manière d'évaluer la paille.

M. Puvis[1] attribue au poids de la paille doublé la même valeur qu'au fumier ; mais il est évident que la paille n'entre dans celui-ci que pour sa valeur propre, et que l'on ne peut lui attribuer en outre celle qu'elle acquiert par son mélange avec les urines et les excréments des bestiaux.

Dans les pays pauvres en fourrages et où la paille acquiert une assez grande valeur, nos calculs seraient modifiés ; mais si d'un côté la récolte de paille élevait le produit du fumier, d'un autre côté l'emploi de la paille pour litière élèverait aussi son prix de revient.

§ II. — Betterave.

Si l'on cultive la betterave sur des terres fraîches qui ne possèdent pas un fonds d'ancien engrais, on obtient 165 kilogr. de cette racine par 100 kilogr. de fumier. Des résultats plus élevés sont une pure illusion et ne proviennent que de la fertilité précédemment acquise par le champ.

Ce résultat est confirmé par les produits de la culture dans

(1) *Des engrais animaux*, 1841.

le nord. Les cultivateurs y récoltent 40,000 kilogr. sur des terres qui produisent 20 hectol. de blé ou 1600 kilogr. de blé résultant de 25,000 kilogr. de fumier; ce fumier, à raison de 165 kilogr. de betteraves par 100, produirait 41,000 kil.

M. Mathieu de Dombasle n'obtient que la moitié de cette récolte pour la même quantité d'engrais[1], mais c'est sur des terres sèches qui ne consomment pas tout leur fumier dans une première récolte.

M. Crud[2] fume ses betteraves avec 27,000 kilogr. de fumier; il en résulte 54,000 kilogr. de racines ou 200 de betteraves p. 100 de fumier; mais c'est sur ses riches terres du Boulonnais, où l'engrais est incorporé depuis longtemps avec la terre.

100 kil. de betteraves sont achetées, dans le département du Nord, au prix de 1 fr. 60 c. argent, et de 35 kilogr. de pulpe en nature. Mais cette pulpe a un quart de la valeur de la betterave; ainsi, 35 kilogr. valant 56 c., c'est 14 c. à ajouter à 1 fr. 60 c., ce qui donne 1 fr. 74 c. pour 100 kilogr. de betteraves, et la valeur du fumier sera de 2 fr. 87 c.; nous l'avons trouvée de 2 fr. 75 c. par la culture du blé dans les terrains arrosés; l'accord ne pouvait être plus parfait.

§ III. — Prairies.

Les prairies arrosées, forcées à pousser plusieurs fois par an, à cause des coupes successives qu'elles subissent, et ayant une végétation continue, même en hiver, paraissent être un moyen des plus sûrs pour découvrir la valeur des engrais, et cependant on ne peut l'employer qu'après avoir observé attentivement ce qui se passe dans la végétation des gazons. En faisant exception de quelques plantes qui y viennent contre l'intérêt et le gré des cultivateurs, celles qui les composent ont des racines traçantes qui se rapprochent sans cesse de la sur-

(1) *Annales de Roville*, t. VII, p. 255.
(2) *Économie de l'agriculture*, § 255.

face du terrain à mesure qu'elles sont recouvertes par les détritus de feuillage et par les engrais que l'on répand en couverture. Elles poussent de nouvelles radicules, toujours plus hautes que les précédentes, et les racines profondes finissent par mourir et se convertir en terreau; de sorte qu'après sa complète formation, quelque âge qu'ait le pré, son gazon (et nous entendons par là la partie du sol qui est enveloppée dans le tissu de ses racines) a toujours la même épaisseur, dont l'existence, dans une certaine épaisseur, paraît essentielle au bon état de la prairie. Cette couche est une richesse accumulée, mais placée à fonds perdu, qui ne rentre au profit du propriétaire que par le défrichement de sa prairie. Les herbes de pré ne parviennent à tout leur développement qu'autant que, par la succession des années, elles se sont formé au-dessus du sol minéral un milieu de terreau azoté pour leurs racines. Quand le gazon n'est pas complétement formé et que les racines des plantes reposent encore sur le sol minéral, si celui-ci n'a pas une richesse naturelle assez élevée, les récoltes des prairies sont encore peu abondantes ; elles n'arrivent à leur maximum qu'après plusieurs années de végétation et de nombreuses fumures, excepté dans les terrains riches et perméables dont nous avons parlé. Jusqu'à ce point maximum, le fumier distribué aux prairies ne produit pas tous ses effets, et ce n'est que quand elles y sont parvenues que l'on peut espérer de voir reproduire sa véritable valeur. Cette proposition deviendra claire par le détail de ce qui se passe quand on établit de nouvelles prairies. Les observations de ce genre ne manquent pas autour de nous.

On fume la surface du terrain avant de semer le grain de foin. Les herbes sortent isolées et la surface de la terre est dégarnie la première année; la seconde, les trèfles commencent à s'étendre et les graminées à taller; la troisième, le gazon paraît formé; mais il manque réellement de l'épaisseur et de la richesse qu'exige le pré, et il est si peu parvenu à son point

de perfection, que ce n'est qu'après un grand nombre d'années, quand on ne fume pas, et si l'on fume, qu'après avoir reçu une dose de fumier que l'on peut estimer à 500,000 kilogr. par hectare, que le pré parvient à son état stationnaire, dans lequel chaque dose nouvelle de fumier produit son maximum d'effet. D'après ces expériences, on peut donc affirmer que, soit que l'on calcule le nombre d'années de faible produit dans le cas où l'on ne fume pas, soit que l'on compte l'avance totale de fumier faite avant d'arriver à ce point, il y aura par hectare l'équivalent d'une quantité de 250,000 kilogr. de fumier en avance, en supposant que l'on ait eu pendant la première époque des récoltes de foin équivalentes à la moitié du fumier.

Pour estimer la valeur de l'engrais appliqué aux prairies, il faut donc ajouter à l'engrais qu'on leur applique annuellement le vingtième de 250,000 kilogr. ou 12,500 kilogr. qui représentent l'intérêt de la valeur de l'engrais amorti.

Généralement, on fume les prés tous les trois ans dans le département de Vaucluse, où ils sont bien soignés. Leur durée y est éternelle. La nature et la qualité de l'herbage vont toujours en s'améliorant, et on n'y est pas obligé, comme en Lombardie, d'alterner les prés avec d'autres cultures, à cause de la détérioration de leur qualité. Les prairies que l'on défriche, en Italie, sont principalement garnies de trèfle, mais les graminées n'ont jamais le temps d'y prendre tout leur développement. Une prairie que nous avons portée graduellement à l'état maximum de produit en foin nous présente les résultats suivants. Fumée en hiver avec 50,490 kilogr. de fumier, ce qui fait 16,830 kilogr. par an, elle produit :

1re année	17,000 kil. de foin.
2e année	15,300
3e année	13,600
Total . . .	45,900
ou par an	15,300

Le prix du foin étant de 6 fr. les 100 kilogr., c'est une valeur de 918 fr. qui résulte de 16,830 kilogr. de fumier ajouté et 12,500 kilogr. de fumier avancé, ou de 29,330 kilogr. de fumier. Les 100 kilogr. de fumier produisent donc 52 kilogr. de foin, ayant une valeur de 3 fr 12 c.; nous avons trouvé que le fumier appliqué au blé et à la betterave valait 2 fr. 75 c. et 2 fr. 88 c. On voit combien se rapprochent ces trois évaluations, obtenues à travers tant de circonstances difficiles à apprécier.

§ IV. — Luzerne.

La luzerne est-elle un meilleur module que le foin pour apprécier la valeur du fumier? Nous allons voir combien il faut s'en défier et à quelles anomalies cette plante est sujette.

Sur une terre qui n'en a jamais porté et qui a du fonds, on obtient souvent de très belles luzernes sans engrais. Nous l'avons vu réussir admirablement près de Montélimart sur un sol graveleux, rouge, profond, que l'on ne croyait propre qu'à la vigne, et sans autre engrais que le plâtre.

Elle donne des résultats aussi riches dans les alluvions profondes de certaines rivières, si ces alluvions sont perméables et fraîches sans être humides.

Dans les terrains qui ont du fonds, elle prospérera même avec une fumure médiocre, s'ils n'ont pas encore porté de luzerne; dans ceux qui ont peu de fonds, elle donnera de grandes espérances à sa premièrе année, mais elle dépérira à mesure que ses racines atteindront le sous-sol.

Si le terrain a déjà porté une ou plusieurs fois de la luzerne, son dépérissement commence de bonne heure et sa durée est limitée à peu d'années, quoique la surface du terrain ait été abondamment fumée.

Ainsi, ce que cette plante paraît rechercher de préférence, c'est la richesse dans la profondeur, c'est de pouvoir approfon-

dir continuellement ses racines dans une terre qui renferme toujours des principes propres à sa nutrition. Tant que ces couches superposées de fertilité constante existent, la luzerne continue son développement et ne cesse de produire de nouvelles et abondantes récoltes. Nous avons pu observer sur le bord du Rhône et de l'Ardèche des racines de plus de 4 mètres de long. Trouvent-elles un courant d'eau imprégnée de principes fécondants, elles se subdivisent en radicules et continuent à vivre encore pendant longtemps; mais trouvent-elles une couche imperméable ou entretenue dans l'humidité par des eaux croupissantes, les progrès s'arrêtent, la plante dépérit, le champ se dégarnit; la limite de l'existence de fourrage est arrivée.

Quelle est la durée de cet épuisement des couches profondes, qui ne permet pas à la luzerne de reparaître avantageusement sur les terrains qui en ont déjà porté? Ce temps dépend du genre de culture qui aura suivi la luzerne. Il est plus court dans les terres arrosées; les travaux profonds l'abrégent aussi dans les terres sèches; plus le terrain est perméable et plus tôt la luzerne peut reparaître sur le même champ. Dans des terrains plus compactes, un ancien agriculteur nous assurait qu'après trente ans d'intervalle, il s'apercevait distinctement des places où avait existé la luzerne trente années auparavant par sa moindre vigueur, et surtout par sa moindre durée. Olivier de Serres donnait quinze ans de durée à un champ de luzerne; nous en avons vu qui sont arrivés à cet âge dans les terrains neufs; mais aujourd'hui ils atteignent à peine cinq ans, et il y en a beaucoup qu'il faut défricher à la quatrième année. Comme il faut nécessairement semer cette plante sur des sols profonds, toutes les terres d'un domaine n'y sont pas indistinctement propres, d'où résulte le retour trop fréquent de cette culture sur les mêmes espaces de terrain. Dans l'assolement de Nîmes, la luzerne revient douze ans après son dé-

foncement, et là aussi on s'aperçoit que ce temps est trop court.

En faisant la part du mal que lui causent des fauchaisons trop tardives et pratiquées quand la fleuraison de cette plante est achevée, on ne peut expliquer tous ces faits qu'au moyen de deux hypothèses. La première hypothèse repose, comme nous l'avons déjà dit, sur la nécessité pour la luzerne de trouver des couches meubles et contenant des sucs nutritifs à mesure que sa racine s'allonge ; on sait que dans les bons terrains cette racine présente peu de radicules latérales, ses bouches absorbantes sont donc placées à son extrémité. La seconde hypothèse consiste à supposer la persistance, pendant une longue suite d'années, d'excrétions malfaisantes produites par la luzerne qui a précédé et qui sont incompatibles avec la présence de cette plante pendant toute leur durée. Mais il faudrait que l'existence de ces excrétions fût bien démontrée pour qu'on pût admettre qu'exposées, pendant douze et trente ans, à la réaction de tous les corps environnants, elles eussent conservé toutes leurs propriétés nuisibles. Nous croyons que la théorie de l'épuisement explique tout aussi bien les faits que nous avons décrits, et sans qu'on puisse lui opposer les mêmes objections.

En partant de ces données, examinons ce qui se passe dans le midi, relativement à la culture de la luzerne.

Dans les terrains qui ne sont pas naturellement meubles, on prépare, par des labours profonds, une couche perméable aux racines de la luzerne. Cette profondeur fixe, pour ainsi dire, dans les terres compactes la durée de cette plante. En 4 ou 5 ans, ses pivots atteignent 30 centimètres environ de longueur, et si le sous sol se trouve tellement dur qu'il ne puisse être pénétré, la plante ne tarde pas à dépérir.

Il faut ensuite disposer d'une quantité de fumier suffisante pour que son mélange avec la terre ou l'infiltration de ses

sucs atteigne la couche que les racines doivent occuper ; cette condition est indispensable pour les terrains qui ont déjà porté de la luzerne et dont les couches profondes sont déjà épuisées. Or les sucs, filtrant à travers le sol et déposant successivement une partie des matières qu'ils tiennent en suspension, n'arrivent pas très profondément sans être complétement dépouillés de leurs principes fertilisants. C'est ce qui borne encore la durée de la luzerne quand il faut procéder par des engrais artificiels ; et cela est si vrai que le fumier accroît bien la récolte en proportion de son abondance, mais ne prolonge pas dans cette même proportion la durée de la plante ; d'ailleurs les cultivateurs répugnent à enterrer profondément le fumier, de crainte qu'il ne puisse être atteint ensuite par les céréales qui sont semées sur des labours moins profonds.

Ainsi tout le succès, dans les terres qui ne sont pas neuves pour la luzerne, dépend de ces deux choses : profondeur du labour, abondance d'engrais. La première prolonge la durée de la plante en offrant de l'espace pour l'allongement de ses racines et en facilitant l'infiltration des sucs des fumiers ; la deuxième fournit la meilleure nutrition.

La première année, la luzerne croît avec luxe sur une fumure abondante, elle y trouve cette large nourriture qu'il lui faut ; la seconde année, elle se trouve encore dans une zone de terrain bien fécondée par les sucs infiltrés, elle donne alors ses plus belles récoltes ; dès la troisième année, la diminution devient sensible ; elle s'affaiblit encore dans la quatrième et la cinquième. Cette décroissance est d'autant plus rapide que le terrain est moins perméable.

Mais de cette tendance de la luzerne à puiser sa nourriture par l'extrémité de ses racines résulte aussi que l'engrais déposé près de la surface de la terre reste presque intact, et qu'après le défrichement le sol se trouve dans un état de richesse qui prouve à quel point cette plante s'approprie les éléments atmo-

sphériques. Les récoltes de blé qui succèdent se comportent exactement comme si le fumier accordé à la luzerne était demeuré tout entier à la disposition des récoltes qui vont la suivre.

Voici quelques résultats pratiques qui éclairciront ce point délicat :

Pendant cinq années une luzerne a produit 64,000 kilogr. de fourrage sec ; elle a été fumée avec 103,000 kilogr. de fumier. On a fait trois récoltes successives de blé, et l'on ne s'est arrêté qu'à cause de l'abondance des mauvaises herbes ; le terrain est resté en très bon état, et on a pu, après une jachère complète, en tirer encore deux récoltes de céréales. En totalité, on a obtenu 102 hectolitres de blé, ou 8,160 kilogr. qui représentent l'effet de 81,600 kilogr. de fumier.

Il y a donc eu une perte de 21,400 kilogr. de fumier seulement, pour représenter 64,000 kilogr. de fourrage. Ces récoltes ont eu lieu dans des terres naturellement fraîches ; la perte en engrais est beaucoup plus considérable dans les terres arrosées, qui dissolvent davantage les sucs des engrais et favorisent leur décomposition.

La luzerne a donc coûté en fumier 21,400 kilogr.., plus l'intérêt de l'avance de la totalité de l'engrais pendant six ans, terme moyen des rentrées (cinq années de luzerne et deux de céréales). Voici le compte de cette culture pour un hectare :

Labours profonds	120 f.	» c.
36 kilogr. de graine à 120 fr. les 100 kil	43	20
Cinq fauchages par an, à raison de 8 fr. 50 c., pendant quatre ans	170	»
Faner l'herbe et la rentrer.	90	»
Loyer du terrain pendant cinq ans.	500	»
1,400 kil. de fumier à 1 fr. 30 c. les 100 kil.	278	20
Intérêt de 81,600 kil. de fumier, valeur 1,060 fr. 80 c., pendant six ans.	318	24
	1,519	64

prix de 64,000 kilogr. de luzerne, ou, par 100 kilogr. 2 fr.

37 c.; en vendant 6 fr. le quintal, on voit que cette opération présente un bénéfice de 2,320 fr. par hectare.

Si, au contraire, on avait eu des terres neuves pour la luzerne, on se serait borné à donner 60,000 kilogr. d'engrais pour favoriser la première croissance de la plante. Alors le compte changeant de face ne donne plus qu'un prix de 1157 fr. 20 c. pour 64,000 kilogr. de fourrage, ou 1 fr. 81 c. pour 100 kilogr. Dans les terrains où il n'aurait pas fallu employer d'engrais, et où le plâtre aurait suffi, le prix serait encore beaucoup moindre. Mais ces terrains, craignant la sécheresse en été, auraient donné de moins bonnes récoltes de foin.

Cette longue déduction était nécessaire pour montrer comment la luzerne se refuse à nous indiquer la valeur de l'engrais qui lui est consacré; c'est une plante vraiment merveilleuse, qui ne demande qu'une avance de fumier qu'elle restitue fidèlement. On peut la considérer comme un habile mineur qui va chercher dans la profondeur de la terre les filons de la richesse végétale qui y est enfouie; mais, quand la mine est épuisée, elle se refuse bientôt à fouiller inutilement la terre. C'est pour cela qu'après une période d'engouement on voit les cultivateurs se dégoûter d'une culture qui n'entre pas dans un cours régulier d'assolement d'un petit nombre d'années.

Nous ne pouvons aussi nous empêcher de réfléchir à l'impuissance de la lutte des contrées méridionales contre celles où l'herbe pousse spontanément, en fait de productions animales. On a affirmé que l'agriculture prussienne pouvait obtenir du foin à 90 c. les 100 kilogr.; et nous, avec les moyens les plus perfectionnés, nous arrivons seulement à le produire à 2 fr. 37 c., et il se vend 6 fr. prix moyen. Nos cultures spéciales peuvent seules rétablir l'équilibre entre deux pays si diversement dotés.

§ V. — Garance.

Chaque année, la culture de la garance prend une plus

grande extension dans le département de Vaucluse, et un grand nombre de terres sont livrées parcellairement à des cultivateurs qui cultivent cette plante sans engrais. Toutes les terres qui n'ont pas encore porté cette racine fournissent une récolte qui paie les frais de la culture. Si le sol est profond et riche, on en retire encore une seconde, et quelquefois une troisième récolte ; mais la plupart des terres témoignent de leur épuisement dès la seconde récolte, et alors la garance ne peut plus y être cultivée avantageusement sans fumier.

Cette plante a donc, comme la luzerne, la propriété d'épuiser la terre de sucs qu'elle affectionne, et qui, cependant, ne sont pas les mêmes que ceux qui conviennent à la luzerne, car la garance réussit merveilleusement sur les défrichés de luzerne. C'est, pour le problème de la nutrition des plantes, une nouvelle donnée qui ne saurait être négligée.

On est revenu si souvent à la garance dans les terrains paludiens fortement calcaires, où le défaut de ténacité rend l'arrachage peu coûteux, que ces terres ne produisent plus de garance sans engrais. Ce qui leur restait de fécondité naturelle pour cette plante, il y a vingt-cinq ans, nous avait fait illusion, et l'analyse des résultats obtenus nous avait fait croire que 100 kilogr. de racines provenaient de 1,300 kilogr. d'engrais ; nous sommes aujourd'hui beaucoup plus près de la vérité, puisqu'on peut penser que dorénavant toute la garance produite par les palus provient seulement de l'engrais. On y emploie 1,812 kilogr. de fumier du pays, équivalant à 1,450 d'engrais normal pour obtenir 100 de garance. Les bons cultivateurs fument 1 hectare avec 72,000 kilogr. de fumier équivalant à 57,600 kilogr. d'engrais normal, et récoltent 3,960 kilogr. de racines. A l'époque de nos anciennes observations, la terre contenait donc environ 150 de substances nutritives propres à la garance sur 1,300. Cette provision a été épuisée, et les racines emploient ainsi en fumier 3 vingt-sixièmes en

sus. Ainsi 100 de fumier produisent 6,8 kilogr. de racine de garance. En supposant cette racine au prix moyen de 75 fr. les 100 kilogr., celui du fumier employé est donc de 5 fr. 10 c.

La beauté de ce résultat explique bien pourquoi, malgré les avances considérables à faire, malgré l'incertitude du succès après de si grandes mises de fonds, on recherche soigneusement l'engrais dans les pays à garance; pourquoi on va le chercher au loin, pour l'employer à cette culture. On l'achète encore dans quelques villes des environs à 1 fr. le quintal métrique, et, employé à la garance, il acquiert une valeur de 5 fr.! Mais ce résultat n'a lieu que sur les terres fraîches, quoiqu'elles ne soient pas arrosées. Nous verrons, en parlant des terres sèches, qui sont les plus nombreuses, qu'il est fort différent.

§ VI. — Données sur la valeur du fumier employé à quelques autres cultures.

Ici se terminent les observations directes que nous avons faites sur la valeur des fumiers employés dans les terres fraîches. Il y aurait encore bien des faits à recueillir, mais ils ne peuvent être réunis qu'au moyen de recherches si longues et si réitérées, que nous n'espérons pas pouvoir les entreprendre et les terminer de longtemps. Nous nous bornerons donc à consigner ici quelques observations faites par d'autres sur le sujet qui nous occupe.

M. Crud a indiqué, dans sa dernière édition de l'*Économie de l'agriculture*, l'absorption d'engrais faite par diverses espèces de végétaux. Quoiqu'il n'ait pas assez distingué, selon nous, les effets produits par la richesse acquise antérieurement et par les engrais, il peut être utile de recueillir et de comparer ses observations.

Il estime qu'un hectolitre de graine de colza absorbe 933 kilogr. de fumier; M. de Woght porte cette quantité à 995.

Cette différence peut provenir de la différente qualité des engrais, mais elle n'est pas assez grande pour qu'une de ces assertions ne serve pas de vérification à l'autre. Prenant la moyenne de ces données, nous admettons que dans les terres fraîches du Boulonnais et du Holstein 100 kilogr. de fumier produisent 0,104 hectol. de graine, et, au prix de 20 fr. pour l'hectolitre de colza, nous aurons 2 fr. 08 c. pour la valeur d'un quintal métrique d'engrais employé à cette culture. Ce prix n'est probablement inférieur à celui de l'engrais destiné au blé que parce que sa qualité n'est pas égale à celle de l'engrais normal.

M. Crud (§ 228) attribue encore à 100 kilogr. de fumier la production de 250 kilogr. de pommes de terre. Cette donnée, qui porterait l'engrais à la valeur excessive de 7 fr. 70 c., nous paraît exagérée et dépendre de l'excellent état des terres que cultivait cet agronome. M. de Woght estime que 100 livres de blé absorbent 1,19 de richesse, tandis que 100 livres de pommes de terre absorbent seulement 0,1. D'après cette observation, et en s'en rapportant à la consommation de l'engrais par le blé, 100 livres de blé exigent 1249,5 livres de fumier, ce qui représente la valeur de 1,19 de richesse de M. de Woght; par conséquent 0,1 de richesse équivalent à 105 livres de fumier qui produisent 100 livres de pommes de terre : ainsi, 95 kilogr. de pommes de terre pour 100 kilogr. de fumier. L'hectolitre de pommes de terre pesant 65 kilogr. et valant moyennement 2 fr. 50 c., nous aurions donc 3 fr. 65 c. pour valeur de 100 kilogr. de fumier. Thaër arrive absolument au même résultat. Il admet (§ 1255) 44 hectolitres pesant 2,860 kilogr. pour le produit de trois chariots, ou 3,000 kil. de fumier, ce qui donnerait aussi 95 de pommes de terre p. 100 de fumier. Ce résultat nous paraît encore excessif; il semblerait indiquer que la pomme de terre absorbe, outre le fumier, une grande quantité de sucs à l'atmosphère, dont il faut bien tenir

compte dans certains climats; et ce qui semble le prouver, c'est que, cultivée avec des doses différentes de fumier, son produit n'est presque jamais relatif à ces doses, et qu'elle donne quelquefois un plus fort produit sur un gazon rompu que sur un terrain bien fumé. Il s'ensuivrait donc que cette plante est tout à fait impropre à nous indiquer la valeur de l'engrais, et que l'on ne peut compter sur les résultats que nous avons indiqués.

M. Crud attribue aussi à 1,500 kilogr. de fumier la faculté de produire 100 kilogr. de filasse de chanvre, et par conséquent à 100 kilogr. de fumier une production de 6,6 kilogr., ce qui, à 1 fr. le kilogr. de chanvre, donnerait 6 fr. 60 c. pour la valeur de l'engrais consacré au chanvre. L'excellent état des chènevières du Boulonnais et le vieux engrais qu'elles renferment doivent nous rendre très réservés relativement à cette assertion. M. O. Leclerc-Thouin, à qui nous devons de judicieuses observations sur la culture de l'Anjou, nous apprend qu'on y fume, avec 2 mètres cubes ou 1,500 kilogr. d'engrais, un terrain produisant 65 kilogr. de filasse, ou 4,03 kilogr. de filasse par 100 d'engrais, ce qui ferait revenir celui-ci au prix de 3 fr. 71 c. Il se vend dans le pays 75 c. les 100 kilogr.

Section II. — *Valeur de l'engrais dans les terres sèches.*

Sous le nom de terres sèches, nous comprenons celles qui, au mois d'août, après huit jours de sécheresse, à $0^m,33$ de profondeur, renferment au plus 10 centièmes de leur poids d'eau. C'est l'état de la plus grande partie des terres de la région sud-est de la France. Ici l'engrais ne passe pas immédiatement dans la végétation, car celle-ci se trouve interrompue une partie de l'année. Il reste donc à nu, exposé aux influences de l'atmosphère, se décomposant en pure perte, et cette déperdition amène forcément une grande diminution

dans la valeur du fumier qui y est employé. Elle est nécessairement variable selon les climats; aussi rien n'est moins absolu que les déterminations qui vont suivre et qui résultent d'observations faites dans le département des Bouches-du-Rhône.

§ I. — Froment.

La première base sur laquelle nous avons assis nos recherches sur la valeur de l'engrais appliqué au froment dans les terres sèches, c'est le dépouillement des livres de l'exploitation du château de Pomerols, près Tarascon, dirigée par nous-même pendant plusieurs années.

Mais ces données ne pouvaient suffire et offraient des résultats trop divergents. Telle terre produisait une récolte moindre l'année où elle avait été bien fumée que celle où elle n'avait pas reçu d'engrais; quelquefois, dans la même année, si l'hiver et le printemps avaient été secs, il se manifestait une disposition générale à avoir plus de blé sur les terres non fumées que sur celles qui l'avaient été. Cependant un fait restait évident, c'est que les parcelles qui recevaient une dose réglée de fumier portaient des récoltes dont la moyenne était supérieure d'une certaine quantité à celle des terres non fumées. Il ne pouvait y avoir de doute sur la marche à suivre dans les recherches qui nous occupaient. Il fallait réunir un grand nombre de résultats de l'une et de l'autre classe, et les comparer entre eux, sans s'occuper des anomalies fréquentes qu'une multitude de causes météorologiques et agricoles venaient introduire dans les données partielles dont ils se composaient. Pour une nature de terrain dont le plus grand défaut est cette incertitude dans les produits, il n'y avait que l'observation en grand qui pût faire disparaître les anomalies. En procédant ainsi, l'ordre s'est introduit dans nos recherches, et, en prenant en masse la quantité de fumier que nous avions employée

pendant dix ans et la quantité excédante du blé produit par son influence leur rapport s'est trouvé d'accord avec ce que nous indiquaient les chiffres positifs pris sur un grand nombre d'autres propriétés exploitées selon divers modes de culture.

Nous avons divisé en deux classes les domaines observés : ceux de la première classe fument leurs terres tous les quatre ans avec une quantité moyenne de 23,000 kilogr. par hectare ; ils font, pendant ce temps, deux récoltes de blé suivies chacune d'une année de jachère, et produisent par ces deux récoltes de 28 à 30 hectolitres de blé.

Ceux de la seconde classe n'appliquent pas de fumier à leurs terres ; il est réservé pour les prés et les légumes nécessaires à la ferme, et est insuffisant pour les terres à blé, ou au moins elles en reçoivent si rarement et en si petite dose, que la quantité n'en est pas appréciable. Prises dans les mêmes qualités de sol que les précédentes, ces terres produisent en deux récoltes, faites en quatre ans, de 18 à 20 hectolitres de blé par hectare. Si quelquefois les récoltes s'élèvent à 24 hectolitres, elles baissent souvent aussi à 16, et l'on peut tenir les deux chiffres ci-dessus comme un produit moyen assez constant dans les terres où la jachère est bien conduite.

C'est donc la différence ou un produit de 10 hectolitres ou 800 kilogr. de blé qui résulte de 23,000 kilogr. de fumier, ou environ $3^{k},4$ de blé par 100 de fumier, et l'hectolitre étant toujours supposé au prix moyen de 22 fr., nous obtenons 0 fr. 955 pour prix de 100 kilogr. de fumier normal. Je me borne à faire observer pour le moment que ce prix est inférieur au prix vénal de cet engrais.

§ II. — Betterave.

Quand on a assuré la sortie de la betterave et que les pluies n'arrivent pas trop tard à la fin de l'été, cette récolte est une

de celles qui réussissent le mieux dans les terres sèches. Mais ces chances, et l'interruption de la végétation en été, réduisent le produit moyen à la moitié environ de ce qu'il est dans les terres fraîches, avec la même dose d'engrais. Nous avons vu que dans les terres fraîches et arrosées l'engrais avait une valeur de 2 fr. 87, employé à la culture des betteraves dans les terres sèches; sa valeur sera donc de 1 fr. 44, et nous remarquerons ainsi que sur cette nature de terre il a une plus grande valeur par cet emploi que lorsqu'il est destiné directement à la culture des céréales.

§ III. — Garance.

Le produit moyen de la garance, traitée avec 57,600 kilogr. d'engrais normal dans les terrains secs, n'est plus que de 1,700 kilogr. ou 1,275 fr. Ainsi nous avons pour 100 de fumier $2^{k},96$ de garance, et le fumier a le prix de 2 fr. 21 c. Cette valeur élevée est encore une forte prime pour son emploi dans cette culture. Aussi, dans les pays où il n'y a plus de terrain neuf pour la garance, l'engrais est-il soigneusement recherché et amené de fort loin.

§ IV. — Oliviers.

C'est dans son emploi à des cultures qui, par leur durée, compensent l'irrégularité des saisons, que le midi trouve le moyen de rendre aux engrais cette haute valeur que leur refuse souvent la sécheresse de ses terres et de son climat. Dans notre mémoire sur la culture des oliviers, nous avons porté, d'après les résultats d'une longue suite d'observations, le produit de 100 kilogr. de fumier à 3 kilogr. d'huile. En partant de cette base, nous trouvons que le kilogr. d'huile étant au prix moyen de 1 fr. 60 c., celui de 100 kilogr. de fumier est de 4 fr. 80 c. L'engrais que l'on consacre à cet arbre est le plus souvent d'une valeur bien inférieure à celle de notre engrais nor-

mal ; mais les expériences ont été faites avec l'engrais normal lui-même.

Cet emploi serait une source de richesses s'il n'était nécessairement borné par le peu d'étendue des vergers d'oliviers et par le petit nombre des plantations nouvelles qui se font.

§ V. — Vigne.

Nous ne pouvons donner encore que des approximations pour la valeur de l'engrais appliqué à la vigne. Aucun des cultivateurs soigneux auxquels nous nous sommes adressé n'avait observé comparativement le produit des vignes fumées et non fumées en tenant note des résultats. Ils n'ont pu nous donner que des estimations basées sur leur tact agricole, et plus ou moins arbitraires. Ce n'est que par la comparaison de plusieurs de ces réponses que nous nous sommes formé une idée du pouvoir que l'on attribue au fumier dans le département du Gard, pays où les vignobles sont traités en grand.

Une vigne produisant du vin de chaudière y donne une récolte de 3 cinquièmes en sus quand elle est fumée. La récolte moyenne des vignes non fumées étant estimée à 60 hectolitres par hectare, elle produit 96 hectolitres avec l'aide de l'engrais.

Cet engrais est composé de 21,000 kilogr. d'un mélange de roseaux secs et de 1 quart de fumier d'écurie, ce qui se réduit, par les équivalents, à 150 d'engrais normal. Cette fumure est renouvelée tous les trois ans, pendant lesquels la vigne ayant produit en plus 108 hectolitres de vin, chaque centaine de kilogrammes de fumier produirait 0,72 hectol. de vin d'une valeur moyenne de 5 fr., ou 3 fr. 60 c. pour 100 kilogr. de fumier.

Nous regrettons de ne pouvoir citer encore aucun résultat certain qui nous apprenne la valeur de l'engrais appliqué aux

mûriers, mais nous ne tarderons pas à les avoir, et tout nous porte à croire qu'elle n'est pas moins considérable que dans ses applications à la vigne. Malheureusement les pays qui sont le mieux pourvus de ces deux cultures sont aussi ceux où l'emploi de l'engrais sera borné par sa rareté.

SECTION III. — *Examen des résultats.*

Les résultats que nous avons obtenus pour la valeur de l'engrais normal sont donc les suivants :

	Terres fraîches et arrosées.	Terres sèches.
Froment.	2 f. 75 c.	» f. 96 c.
Betteraves.	2 87	1 44
Prairies.	3 12	» »
Garance	5 10	2 21
Colza.	2 08	» »
Pommes de terre?		
Chanvre.	3 71	» »
Oliviers	» »	4 80
Vignes.	» »	3 60

Le prix vénal moyen du fumier est de 1 fr. 30 c., mais il est difficile d'en trouver à acheter, excepté dans les villes, et alors les frais de transport viennent s'ajouter au prix d'achat.

Nous voyons, par ce tableau : 1° que les terres fraîches obtiennent plus du double de produit de la même quantité d'engrais, ce qui tient à la continuité de la végétation dans ces terres ; 2° que plus une culture exige de capital de première mise, plus les rentrées sont éloignées et plus la valeur de l'engrais qu'on leur consacre est considérable ; 3° que les cultures arbustives qui vont chercher dans la profondeur de la terre la fraîcheur nécessaire à la végétation et lui donnent le moyen de se prolonger dans la saison chaude, rétablissent l'équilibre entre les terres sèches et les terres fraîches, pour le prix du fumier ; 4° que la culture des plantes qui paient richement le

fumier donne le véritable moyen d'en faire produire, et est le plus grand encouragement qu'un pays puisse recevoir pour la multiplication des bestiaux. Ainsi, dans un pays où l'engrais normal se vend 1 fr. 30 c., il est produit par les consommations suivantes :

Avoine.	5 kil.	» f. 90 c.
Foin	10	» 60
Paille.	5	» 07
	20	1 57

Le cheval produisant 40 kilogr. de fumier qui valent de prix vénal 52 c., sa ration ne coûte donc plus que 1 fr. 5 c.; le prix en est réduit d'un tiers.

Les chevaux du pays, nourris avec l'excellent foin qu'on y récolte, et ne recevant pas habituellement d'avoine comme ceux des rouliers, reçoivent également 20 kilogr. de nourriture, savoir :

Foin.	15 kil.	» f. 90 c.
Paille	5	» 07
	20	97

En retranchant 52 c., prix vénal des 40 kilogr. de fumier produit, du prix de cette ration (97 c.), il reste 45 c. pour le prix de la nourriture d'un cheval par jour.

Si nous comparons la valeur réelle des fumiers obtenus par ces deux nourritures d'après la quantité d'azote qui y est renfermée, nous avons pour la première :

Avoine	5 kil.	0,087
Foin.	10	0,115
Paille.	5	0,013
		0,215

Pour la seconde :

Foin.	10	0,172
Paille	5	0,013
		0,185

La différence est de 0,030 d'azote, ce qui fait une diminution de 14 p. 100 seulement sur la valeur des 40 kilogr de fumier produits.

Ces faits n'ont besoin que d'être bien connus pour que l'éducation des bestiaux reçoive une forte impulsion. En effet, n'entendons-nous pas dire sans cesse que le bétail est un mal nécessaire, que ses comptes se soldent toujours en perte? Cela n'a rien d'étonnant quand nous voyons la plupart de ces comptes n'être pas débités de la valeur des fumiers; d'autres (Roville), où ils ne sont passés qu'à 30 c. les 100 kilogr., c'est-à-dire à peine au tiers de ce qu'ils rendent au propriétaire par l'emploi le moins avantageux ; ailleurs (Grignon) de 2 fr. par 375 kilogr. de fumier ou 53 c. les 100 kilogr., environ la moitié de leur valeur réelle. Mais que les faits que nous avons cherché à établir soient mis une fois en lumière, que les cultivateurs distinguent enfin la portion de leur récolte qu'ils doivent à la fertilité naturelle de la terre de celle qu'elle acquiert par l'addition des engrais, et dès lors, comprenant leurs véritables intérêts, ils chercheront à produire cette précieuse matière dont chaque kilogramme représentera pour eux ce poids donné de récolte avec d'autant plus de certitude qu'ils cultiveront mieux et que leurs cultures seront mieux adaptées au sol et au climat.

CHAPITRE XIV.

Prix de production de l'engrais.

Les différents engrais que nous avons décrits ne sont, à proprement parler, que des auxiliaires des fumiers ; ceux-ci, fabriqués partout avec plus ou moins d'avantages, sont le fondement de l'alimentation végétale, et ce n'est qu'à leur défaut

que l'on recherche les autres substances. Cette insuffisance est presque générale, et on ne trouve guère de pays et de situation agricole arrivée au point de craindre l'excès de richesse de ses terres. Nous venons de voir cependant que le fumier bien employé peut donner de riches résultats, et que le défaut d'intelligence agricole est la principale cause de cette disette volontaire où l'on se trouve de tous côtés. Par cela même que l'usage du fumier est général, il doit devenir le régulateur du prix des autres engrais, et sa valeur doit dépendre de son prix de revient.

Cette valeur ne serait l'objet d'aucun doute, si la production du fumier était une branche d'industrie séparée de l'agriculture; mais les nourrisseurs qui ne sont pas cultivateurs ne se trouvent qu'aux portes des grandes villes, et le haut prix qu'ils obtiennent des autres produits animaux ne leur permet pas d'assigner aux engrais une part bien distincte dans leurs recettes. La confusion qui règne dans la comptabilité des fermiers, et que nous avons cherché à signaler dans le chapitre précédent, leur fait attribuer à une vertu occulte de la terre et à leurs propres travaux les résultats de l'application des engrais. Essayons cependant de dégager la vérité des erreurs qui la cachent, et de déterminer, s'il est possible, le prix de revient des engrais dans des situations agricoles différentes. Les observations qui suivent ont été faites dans le midi de la France, pays où la nature du climat rend cette production plus coûteuse; nous les faisons connaître ici, au risque d'entrer sur le domaine de la zootechnie.

Le prix que coûtent les fumiers à celui qui les produit se compose de plusieurs éléments; à leur crédit nous trouvons : 1° leur prix de vente, ou celui de la récolte réalisée par leur application à la culture; 2° la valeur du travail des animaux qui l'ont fourni, ou celle des produits divers qu'ils ont donnés, tels que lait, laine, chair, etc., ou leur prix de revient. A leur

débit : 1° le prix du fourrage consommé ; 2° celui des litières ; 3° celui des soins donnés aux animaux producteurs ; 4° la détérioration annuelle des animaux et l'intérêt de leur prix d'achat ; 5° l'entretien et l'intérêt de la valeur capitale des bâtiments qui les abritent.

Dans les parties du département de Vaucluse, où se trouvent des landes ou garigues, pâturages fort pauvres, un troupeau de 100 moutons a donné les résultats suivants :

DOIT.		*AVOIR.*	
Dépaissance de chaume. . . .	200f	100 toisons de 2 kilogr. . . .	200f
5,000 kilogr. de paille. . . .	140	Vente de moutons	80
50 kilogr. sel.	13		280
Entretien du mobilier.	6	Reste pour la val. de 45,000 k.	
Tondage.	6	de fumier	555
Jeune berger (nourriture). . .	190		835
Intérêt de la valeur de la bergerie et entretien.	120		
Entretien du cheptel.	100		
Intérêt de la valeur du cheptel	60		
	835		

Le fumier coûte donc ici 1 fr. 23 c. les 100 kilogr. Le crottin de mouton contenant 1k,11 d'azote p. 100, on obtient ici l'azote à 1 fr. 10 c. le kilogr.

IIe SITUATION. — *Troupeau de* 1,000 *brebis aux environs d'Arles* (comptes de 1823).

DOIT.		*AVOIR.*	
5 bergers nourris et gagés. .	2,500f	700 agneaux.	5,600f
Pâturages sur le Crau ou en Camargue, à 3 fr. par tête, pour l'hiver.	3,000	1,000 toisons et agnelins (2k,5 par toison ; 130 fr. les 100 kilogr.).	3,250
Pâturage d'été à la montagne et frais de route.	2,000	Fromages, pour mémoire ; ils sont généralement consommés par les bergers.	
Perte, 1/10.	1,000		8,850
Intérêt du cheptel.	600	Fumier, 30,000 k., revient à	400
Tondage et menus frais . . .	150		9,250
	9,250		

Il se fait peu de fumier dans cette industrie errante. Il re-

vient à 1 fr. 33 c. les 100 kil., et le kil. d'azote à 1 fr. 20 c.

III^e^ SITUATION. — 200 *brebis de forte taille, vente d'agneaux de lait, à Tarascon (Bouches-du-Rhône).*

DOIT.		*AVOIR.*	
Un berger et son aide	780f	160 agneaux de lait	1,204f
34,400 kil. luzerne pour 160 brebis mères, à 4 fr. . . .	1,576	28 brebis de réforme.	148
4,200 kil. foin grossier pour les brebis non mères. . . .	126	200 toisons à 3 fr.	600
Paille de litière, 30,000 kil., à 2 fr. 70 c.	810	Laine de 28 agneaux, à 75 c.	21
Pâturage de chaume à 32 fr. par hectare(8 brebis par h.)	800	Lait du troupeau, à 2 fr. par tête (excédant de l'allaitement).	400
Regains de luzernes; dépaissances d'orges à 38 fr. l'hectare, 4 hectares. . . .	132		2,373
Mobilier, menus frais, tondage	40	200,000 kil. de fumier. . . .	2,661
Intérêt du capital circulant. .	406		5,034
Intérêt du capital du cheptel et entretien.	364		
	5,034		

ou pour 100 kilogr. de fumier 1 fr. 33 c.; l'azote coûte 1 fr. 20 c. le kilogr.

Avant d'aller plus loin, remarquons que ces trois industries, les plus répandues dans le pays, produisent le fumier à environ 1 fr. 20 c., ce qui est à peu près son prix vénal sur le marché.

IV^e^ SITUATION. — *Cent moutons à l'engrais.*

DOIT.		*AVOIR.*	
Frais de garde pendant 5 mois.	210f	Prix de l'engraissement. . . .	1,000f
Pâturage d'automne	200	45,000 kil. fumier.	210
200 kil. de fourrage par tête de mouton, à 4 fr.	800		1,210
	1,210		

Le fumier revient ici à 47 c. les 100 kilogr., et le kilogr. d'azote à 42 c. Il est à remarquer que c'est l'engraissement, c'est-à-dire la tenue du troupeau pendant un temps limité, où tout ce qu'il mange profite à ses maîtres, qui donne les résultats les plus avantageux.

Ve SITUATION.

M. le comte d'Angeville a rendu compte des résultats obtenus avec 35 vaches nourries à l'étable, à Lompnés (Ain); nous en tirerons le prix du fumier de ces animaux.

Chaque vache.

DOIT.			*AVOIR.*	
Fourrage, 2,300 kil., à 4 fr. les 100.	92f »	915 litres lait produisent	89 kil. gruyère 1re qualité.	85f 44
Paille, 50 kil.	2 »		22 kil. gruyère 2e qualité.	6 60
Intérêt du prix de la vache.	5 »		Valeur de la cuite.	1 »
Intérêt des bâtiments et frais divers	10 »		Veaux vendus à 8 jours. . .	5 »
Taureau (1 taureau pour 50 vaches).	3 »		Travail : 175 heures à 10 c.	17 53
Vacher (2 pour 35 vaches). .	5 71			115 57
Nourriture.	11 26		5,070 kil. fumier.	29 30
Fabrication de fromage. . .	8 90			144 87
Logement des vachers. . . .	5 71			
Intérêt du mobilier	1 29			
	144 87			

Le fumier coûte 58 c. les 100 kilogr.; l'azote 1 fr. 41 c.

VIe SITUATION. — *Engraissement de bœufs à Aulas (Gard), 1827.*

DOIT.		*AVOIR.*	
Achat d'un bœuf.	132f »	350 kil. chair à 80 c.	280f
1,800 kil. foin à 6 fr., ou l'équivalent en herbage.	108 »		
3 mois d'un homme pour 12 bœufs.	7 50		
	247 50		
Bénéfice. . . .	32 50		
	280 »		

Ici le fumier est obtenu gratuitement, on réalise même un bénéfice. Pour arriver à ce résultat, il faut des hommes experts, sachant distribuer convenablement la nourriture et choisir les bœufs propres à la graisse. Les foins des montagnes des Cévennes paraissent d'ailleurs une nourriture excellente par la variété et la bonne qualité des plantes qui les forment. Ils sem-

blent démentir le principe qu'admet M. de Dombasle[1], que l'on ne peut bien engraisser au foin seul. Mais on s'exposerait à des mécomptes en voulant imiter ailleurs ce que permet ici une situation peu commune.

VII[e] SITUATION. — *Engraissement de porcs à Orange.*

DOIT.		*AVOIR.*	
117 kil. pommes de terre. . .	7f 50	102k,13 viande, à 89 f. 75. .	91f 56
6 décalitres fèves.	8 90		
6 décalitres glands.	6 »		
3 décalitres maïs.	6 85		
1k,75 de son par jour pendant une partie de l'engraissement	11 40		
Achat du porc.	30 »		
	70 65		
Bénéfice. . . .	20 91		
	91 56		

On obtient ainsi gratuitement 1,500 kilogr. de fumier.

VIII[e] SITUATION. — *Deux chevaux employés au labour de Tarascon (Bouches-du-Rhône).*

DOIT.		*AVOIR.*	
Intérêt de la valeur et dépréciation.	55f »	194 jours de travail à 1 fr. 50 c.	291f »
Ferrure.	12 »	30,000 kil. fumier.	112 30
Tonte (au printemps). . . .	1 »		403 30
Vétérinaire.	4 »		
8 hectol. avoine à 6 fr. . . .	48 »		
1,166 kil. luzerne à 5 fr. . .	58 30		
6,600 kil. foin grossier[2]. . .	132 »		
5,000 kil. paille.	73 »		
2,000 k. roseaux pour litière.	20 »		
	403 30		

Ainsi, en portant sur la comptabilité de la ferme les journées employées à 1 fr. 50 c., nous obtenons du fumier à 37 c. les 100 kilogr.; il contient 060 p. 100 d'azote, et celui-ci ne coûte

(1) *Annales de Roville*, t. VI, p. 88.

(2) Les chevaux choisissent la bonne partie des roseaux; le reste, ainsi que la paille, passe à la litière.

donc que 61 c. environ le kilogr. Mais si nous comptons le fumier au prix du pays, ou 1 fr. pour le fumier de ferme, nous trouvons 300 fr. pour le fumier et seulement 103 fr. 30 c. à répartir en 194 journées, ce qui ne les porterait qu'à 53 c. la journée. Ainsi, ou le fumier ou le travail à bon marché, voilà ce qui résulte de ce compte.

De ces différents exemples, nous tirons la conclusion : 1° qu'il est faux de dire que la production du fumier soit une charge pesante pour les cultivateurs, puisqu'au contraire ils l'obtiennent, dans les conditions les plus ordinaires, à un prix égal ou inférieur à celui auquel ils peuvent le réaliser, soit par la vente, soit par la culture, et que la meilleure preuve que l'on en puisse donner, c'est l'état de détresse des fermes où l'on a peu de bétail, comparé à la prospérité de celles où l'on en élève beaucoup. Il serait singulier qu'en multipliant les pertes on arrivât à des bénéfices.

2° Que l'engraissement des animaux paraît fournir le fumier au prix le plus bas, parce que cet engraissement se faisant généralement à l'étable, il n'y a aucune partie de la nourriture qui soit perdue ; elle tourne toute au profit de la graisse, qui se paie, ou elle fait du fumier, tandis que dans l'élève des bestiaux une partie sert au développement des organes et des parties qui se paient moins bien, et une autre partie produit du fumier perdu sur les pâturages.

3° Que les bêtes de travail produisent le fumier à un prix moindre que les troupeaux de brebis et même que les vaches, si on parvient à les occuper d'une manière constante.

4° Qu'il dépend de tout bon agriculteur qui a une étendue suffisante de terrain d'obtenir toujours des engrais azotés, de manière à ce que l'azote ne lui revienne pas à plus de 1 fr. 20 c. le kilogr., et souvent bien au-dessous ; qu'il en obtiendra même gratuitement, s'il consacre à l'engraissement des bestiaux ses soins et ses ressources alimentaires

5° Que, dans les comptes agricoles, il y a des relations nécessaires entre tous les articles. Que, par exemple, le prix des journées de travail des animaux, celui du fourrage, celui de l'engrais sont dépendants les uns des autres; que, dans une position isolée où il n'y aurait ni moyens de louer le travail, ni d'acheter et vendre le fumier, on pourrait arbitrairement élever ou abaisser la valeur des uns et des autres, de manière à établir la balance; mais que là où existe un marché pour quelques-unes de ces valeurs, toutes les autres en sont dépendantes. Qu'ainsi il ne serait pas loisible de dire que l'on a le fourrage à 80 c. les 100 kilogr., là où l'avoine se vendrait 5 fr. 67 c. l'hectol., attendu qu'elle représente au plus, par la nutrition, le double de son poids du foin. Or, l'hectolitre d'avoine pesant en moyenne $43^{k},91$, on trouverait toujours le moyen d'obtenir de $87^{k},80$ de foin les mêmes produits, soit par la vente, soit par la consommation, et qu'ainsi, dans ce cas, les 100 kilogr. de foin vaudraient 6 fr. 4 c., et qu'alors, par contre-coup, la nourriture du cheval vaudrait au moins 1 fr. 20 c.; son entretien total, 438 francs par an; ses journées, là où l'on pourrait l'occuper pendant 200 jours, vaudraient 2 fr. 17 c., et qu'à ce prix on aurait gratuitement son fumier; que si au contraire c'était le fumier qui eût une valeur vénale, elle réagirait de la même manière sur toutes les autres, et que s'il se vendait à 1 fr. 30 c., on obtiendrait le travail de 200 jours pour 65 fr. ou à 32 c. la journée, la nourriture restant la même.

6° Enfin, la conclusion de tout ceci, c'est que, tant que les choses seront en France et en Europe sur le pied actuel, il convient au cultivateur d'être en même temps producteur d'engrais, et qu'il n'est permis d'acheter des engrais étrangers qu'à ceux qui ont des terrains trop précieux, trop spécialement destinés à de riches cultures pour produire avantageusement des fourrages.

TABLE DES ENGRAIS[1]

DANS L'ORDRE DE LEUR RICHESSE A L'ÉTAT SEC.

Désignation de la substance.	Eau dans la matière analysée.	Azote dans 100 parties de matière sèche.	Azote dans 100 parties de matière non desséchée.	Equivalent de la matière sèche.	Equivalent de la matière non desséchée.
Engrais normal des fermes.	80	2	0,40	100	100
1. Urine.	96,889	23,108	0,715	8,5	42,13
2. Chiffons de laine	11,28	20,26	17,978	9,8	2,22
3. Urine desséchée à l'étuve. .	9,57	17,556	16,853	8,8	2,50
4. Plumes.	12,90	17,61	15,34	11,4	2,60
5. Sang coagulé et pressé . . .	73,45	17,0	4,514	11,7	8,86
6. —— sec insoluble.	12,50	17,0	14,878	11,7	2,69
7. Râpure de cornes	9,0	15,72	14,86	12,7	2,78
8. Guano (première importation d'Angleterre)	11,28	15,732	13,950	12,7	3,07
9. Sang sec soluble.	21,43	15,803	12,18	12,8	3,28
10. —— liquide	81,1	15,503	2,948	12,8	13,3
11. Bourre de poil de vache . .	8,9	15,02	13,78	13,2	2,9
12. Chair musculaire.	8,5	14,25	13,04	14,3	3,6
13. Hannetons.	77,0	13,931	3,204	14,3	12,7
14. Pain de creton.	8,18	12,934	11,875	13,6	3,36
15. Urine de cheval	79,1	12,5	2,61	16,0	13,35
16. Harengs frais.	76,62	11,707	2,738	17,1	14,6
17. Guano d'Afrique (du Havre)	16,0	11,45	8,403	17,4	4,7
18. Morue salée	38,0	10.862	6,700	18,4	8,97
19. Guano d'Afriq. (de Marseille)	9,1	10,72	9,74	18,6	4,1
20. Colombine.	9,6	9,02	8,30	22,1	4,8
21. Chrysalides de vers à soie.	78,5	8,987	1,942	22,2	20,61
22. Tourteaux d'arachides. . .	6,6	8,89	8,23	22,47	4,8
23. Suc de pommes de terre. .	95,4	8,28	0,376	24,2	106,38
24. Eaux des féculeries	99,15	8,28	0,070	24,2	571,42
25. Noir anglais	13,13	8,022	6,956	21,9	5,75
26. Os fondus	7,49	7,58	7,016	26,4	5,7
27. Tourteaux de sésame . . .	9,97	7,47	6,79	26,8	5,89
28. Guano d'Angleterre	19,56	6,201	4,988	32,2	8,0
29. Feuilles du mûrier blanc, jeunes feuilles (15 juillet).	»	6,066	»	32,9	»
30. Tourteaux de lin.	8,6	6,0	5,20	33,3	7,7
31. —— de cameline . .	6,5	5,93	5,515	33,7	7,25
32. —— de madia. . . .	11,2	5,70	5,06	35,1	7,9
33. —— de pavot. . . .	6,0	5,70	5,36	35,1	7,46
34. —— de noix.	6,0	5,59	5,24	35,7	7,69
35. —— de colza	10,5	5,50	4,92	36,4	8,13
36. Feuilles de mûrier (15 juill.). Ensemb. des feuilles d'un rameau	»	4,938	»	40,5	»
37. Touraillons	6.0	4,90	0,51	40,8	8,8

(1) Les espèces semblables, dont l'analyse a été répétée et a donné des résultats différents, sont marquées d'un astérisque (*).

Désignation de la substance.	Eau dans la matière analysée.	Azote dans 100 parties de matière sèche.	Azote dans 100 parties de matière non desséchée.	Equivalent de la matière sèche.	Equivalent de la matière non desséchée.
38. Tourteaux de chènevis . .	5,0	4,78	4,21	41,9	9,5
39. —— de coton. . . .	11,2	4,524	5,02	41,2	9,99
40. Fanes de betteraves. . . .	88,9	4,50	0,50	44,4	80,0
41. Graines de lupin.	10,5	4,38	3,49	45,9	11,4
42. Feuilles de mûrier (23 août)	»	3,930	»	50,9	»
43. Excrém. mixtes de chèvres	46,0	3,93	2,10	50,9	18,5
44. Tourteaux d'épuration. . .	10,0	3,92	3,54	51,0	11,3
45. Urine de vache	88,3	3,80	0,44	52,6	90,9
46. Litière de vers à soie . . .	11,39	3,709	3,290	53,9	12,19
47. Marc de raisin.	48,2	3,56	1,85	56,2	21,85
48. Tourteau de faines.	6,2	3,53	3,31	56,6	12,08
49. Litière de vers à soie. . . .	11,29	3,483	3,285	57,4	12,17
50. Excréments de porcs . . .	81,4	3,37	0,63	59,3	65,4
51. Marc de raisin.	48,2	3,31	1,71	60,4	23,50
52. Excrém. mixtes de cheval.	75,4	3,02	0,74	66,2	54,0
53. —— —— de mouton	65,0	2,99	1 11	66,9	36,0
54. Noir animalisé récent . . .	42,0	2,958	1,212	67,6	32,2
55. Fanes de carottes	70,9	2,94	0,85	68,0	47,0
56. Buis (rameaux et feuilles).	59,26	2,89	1,17	68,5	51,18
57. Résidus de la fabric. du bleu	53,4	2,803	1,30	71,5	30,69
58. Poudrette de Montfaucon.	41,4	2,67	1,56	74,8	25,6
59. Excrém. mixtes de vache.	84,3	2,59	0,41	77,2	97,5
60. Engrais hollandais.	44,12	2,478	1,36	80,7	29,4
61. Fanes de pommes de terre	76,0	2,30	0,55	89,6	72,72
62. Excréments de vache . . .	85,9	2,30	0,32	86,9	125,0
63. Fucus saccharinus (goëmon)	40,0	2,20	1,38	87,3	28,9
64. Marc de houblon.	75,5	2,228	0,60	89,8	66,65
65. Excréments de cheval. . .	75,3	2,21	0,55	90,5	72,7
66. Fum. des auberges du midi	60,58	2,083	0,79	96,0	50,6
67. Noir animal des raffineries de Paris.	47,7	2,04	1,06	98,0	37,7
68. Engr. normal (fum. de ferme)	80,0	2,0	0,40	100,0	100,0
69. Paille de pois	8,5	1,95	1,79	102,5	22,3
70. Pulpe de pommes de terre.	73,0	1,93	0,40	102,6	100,0
71. Feuilles de hêtre.	59,3	1,906	1,177	104,5	33,98
72. —— de bruyère	7,0	1,90	1,74	105,2	27,91
73. Noir des raffineries	27,65	1,901	1,375	105,2	27,91
74. Lupin blanc (tiges et fleurs)	8,8	1,87	1,65	106,7	24,2
75. Dépôt des eaux de féculerie	80,0	1,81	0,56	110,0	111,1
76. Racines de trèfle.	9,7	1,77	1,61	113,0	24,8
77. Tranches de better. épuis.	94,5	1,758	0,009	113,7	113 ,8
78. Suie de houille.	15,6	1,59	1,35	125,7	29,62
79. Fucus digitatus (goëmon) .	40,0	1,58	0,98	126,6	42,1
80. Ecume des défécations . .	67,0	1,579	0,535	126,6	74,65
81. Fumier de couche épuisé. .	31,34	1,577	1,08	127,0	36,0
82. Feuilles de chêne d'automne	24,99	1,565	1,175	127,8	34,0
83. —— d'acacia d'automne	53,6	1,557	0,721	128,5	55,4
84. Eaux de fumier	99,6	1,54	0,059	129,8	678,0
85. Madia en fleur.	70,35	1,534	0,45	130,4	88,8
86 Feuilles de poirier d'aut. .	14,5	1,53	1,36	130,7	29,4
87. Paille de blé, partie supér.	9,4	1,42	1,35	140,8	30,0

Désignation de la substance.	Eau dans la matière analysée.	Azote dans 100 parties de matière sèche.	Azote dans 100 parties de matière non desséchée.	Equivalent de la matière sèche.	Equivalent de la matière non desséchée.
88.* Fucus digitatus (goëmon)..	39,2	1,41	0,86	141,9	46,5
89. Noir animal fin, neuf. . . .	»	1,40	»	142,9	»
90. Genêt (tige feuillée)	10,4	1,37	1,22	145,9	32,78
91. Suie de bois	5,6	1,31	1,15	152,7	34,78
92. Pulpe de betterave.	70,0	1,26	0,378	158,6	105,8
93. Feuilles de peuplier d'aut.	51,1	1,166	0,558	171,5	74,3
94. Paille de lentilles.	9,2	1,12	1,01	178,5	39,6
95. Roseaux coupés en fleur (arundo phragmit.) . . .	20,0	1,068	0,75	188,0	53,3
96. Paille de millet.	19,0	0,96	0,78	208,3	51,28
97. Balle de froment.	7,6	0,94	0,85	212,8	47,0
98. Résidu de colle d'os	42,0	0,912	0,528	218,0	75,75
99. Marc d'olives.	»	0,769	»	260,1	»
100. Sciure de bois de chêne . .	26,0	0,72	0,54	277,7	74,0
101. Cendres de Picardie. . . .	9,2	0,71	0,65	281,7	61,5
102. Fanes de madia.	14,3	0,66	0,57	303,0	70,1
103. Marc de pommes à cidre. .	6,4	0,63	0,59	317,5	67,79
104. Tourteau d'épurat. d'huile	7,67	0,58	0,54	345,0	116,0
105. Paille de sarrasin	11,6	0,54	0,48	370,4	83,33
106.* —— de froment des environs de Paris	5,3	0,53	0,49	377,0	81,6
107.* —— de blé, partie infér.	5,3	0,43	0,41	465,1	97,5
108. Tiges sèches de topinamb.	12,9	0,43	0,37	465,1	108,1
109. Merl.	1,038	0,42	0,40	476,0	100,0
110. Coquilles d'huitre	17,9	0,40	0,32	500,0	125,0
111. Goëmon brûlé	3,8	0,40	0,38	500,0	105,26
112. Sciure de bois d'acacia. . .	25,0	0,38	0,29	526,3	137,9
113. Paille d'avoine	21,0	0,36	0,28	555,5	142,85
114. Sciure de bois de sapin . .	24,0	0,31	0,23	665,1	175,9
115.* Paille de froment de Bechelbronn.	19,3	0,30	0,24	666,6	166,6
116. Paille d'orge.	11,0	0,26	0,23	769,0	175,9
117. —— de seigle.	12,2	0,20	0,17	1000,0	235,2
118. Trez de Roscoff	0,5	0,14	0,13	1428,0	307,09
119. Coquillages de mer séchés.	»	0,052	0,052	3840,0	769,23

Ces tables, extraites de celles publiées par MM. Boussingault et Payen, présentent les résultats obtenus sur un assez grand nombre de substances que l'on a analysées, dans le but de déterminer la proportion d'azote qu'elles contenaient. Les matières soumises à cette appréciation n'avaient pas toutes, tant s'en faut, le degré d'humidité qu'elles ont dans leur état normal, dans celui où elles sont employées ou vendues. Or, ce degré d'humidité est un des principaux éléments de la valeur réelle de l'engrais. Prenons, par exemple, le fumier des auberges du midi et celui des fermes d'Alsace, que les auteurs

avaient pris pour type et désigné par le nom d'*engrais normal;* si leur matière sèche se trouve composée de parties de la même richesse, qu'elle présente 2 p. 100 d'azote, 100 kilogr. du premier engrais, qui n'a que 0,60 d'eau, auront 0,80 d'azote; et 100 kilogr. du second, qui a 0,80 d'eau, en auront 0,40 ; leur proportion différente d'eau amène une différence de moitié dans leur valeur, et si le premier se vend 1 fr. 30 c., le second ne vaudra que 65 c. Ainsi la quantité d'eau indiquée pour les substances dans la troisième colonne, et la quantité d'azote exprimée dans la cinqième qui y est relative, ne doivent être considérées que comme des moyens de vérification de l'analyse et comme des indications approximatives; mais il n'y a de sérieux dans l'appréciation des engrais que la quatrième colonne, contenant l'indication de la quantité d'azote contenue dans la matière sèche, et c'est seulement dans cet état que les engrais peuvent être comparés entre eux.

Cette quantité elle-même est variable selon une foule de circonstances; nous en signalerons seulement deux ici : le n° 106 présente une paille de froment qui a 0,53 d'azote; le n° 115, une autre paille de froment qui n'en a que 0,30. Ce qui cause une si grande différence, c'est que la première a été récoltée sur des terrains biens fumés des environs de Paris, la seconde sur des terrains qui le sont très peu à Bechelbronn en Alsace. Voilà pour les circonstances locales. Si l'on porte les yeux ensuite sur le guano analysé sous le n° 8, qui dose 15,732, et sur celui qui porte le n° 28, qui dose 6,201, on verra la différence qui peut exister entre deux substances qui portent le même nom, mais dont l'une, importée en France pour le compte du ministère, est un échantillon de choix, tandis que l'autre, vendue par le commerce en Angleterre, est déjà épuisée ou falsifiée.

Ces observations doivent mettre en garde contre l'abus que l'on peut faire de ces tables, et prouvent la nécessité de procé-

der à une analyse pour chaque engrais nouveau dont on veut déterminer la valeur. Cette analyse est devenue facile au moyen de la simplification que nous y avons introduite (*voy.* page 49). Après avoir constaté la quantité d'azote contenue dans la substance soumise à l'expérience, on pourra aisément la comparer à l'engrais normal pour en déterminer la valeur.

Celle-ci dépend encore du prix de cet engrais normal dans le pays que l'on habite, et il faut d'abord le déterminer une fois pour toutes, en analysant à l'état sec l'engrais qui a un prix connu, que l'on peut acheter couramment, et fixer ainsi le prix d'un kilogramme de l'azote qu'il contient. Il sera facile ensuite d'appliquer ce prix à toute autre substance, aussi à l'état sec, dont on aura déterminé l'azote. Nous entendons par là l'état sec absolu, obtenu dans le vide sec ou au moins au bain d'huile, à une température de 140 degrés, ce qui se rapproche assez de l'état sec absolu pour ne pas entraîner de grandes erreurs.

Il fallait aussi choisir pour engrais normal un type convenu et qui se rapprochât le plus possible des engrais de ferme. Nous voyons, par les analyses des fumiers du midi et de ceux d'Alsace, que la moyenne, prise entre eux à l'état sec, est de 2,0 p. 100 d'azote environ, et en admettant 0,80 d'eau, nous retrouvons 0,40 p. 100 pour cet engrais humide comme dans l'engrais normal. Cette convention, qui rend d'ailleurs les calculs plus faciles, n'introduira donc que de légers changements dans les tables, et seulement dans la colonne qui représente les équivalents à l'état sec.

Ainsi, la première colonne désigne le numéro d'ordre; la deuxième le nom de l'engrais; la troisième la quantité d'eau que contenait la matière soumise à l'analyse, qui, quelquefois, était dans son état normal, mais d'autres fois, ayant subi des transports et des manipulations, s'en éloignait beaucoup; la quatrième, l'azote contenu dans 100 parties de matière sèche;

la cinqième, celui trouvé dans 100 parties de matière dans l'état d'humidité porté dans la troisième; la sixième, l'équivalent de la matière sèche, c'est-à-dire la quantité de cette matière qui contient la même quantité d'azote que 100 parties de l'engrais normal; et enfin la septième, l'équivalent de la substance à l'état d'humidité où elle était lors de l'analyse, c'est-à-dire la quantité de cette substance, dans cet état d'humidité, qui contient autant d'azote que cent parties de l'engrais normal ayant 0,80 d'humidité.

FIN DU TOME PREMIER.

TABLE

DES MATIÈRES CONTENUES DANS LE TOME I.

Pages.

INTRODUCTION. — *De l'étendue et des limites de la science de l'agriculture* 1
Tableau des études agricoles 25

COURS D'AGRICUTURE.

AGROLOGIE.—*Généralités.* 27
PREMIÈRE PARTIE. — *Des parties constituantes des terrains agricoles.* 37
INTRODUCTION . . . . . *id.*
CHAPITRE I.—Analyse des terres 39
SECTION 1.—Choix des échantillons de terres à analyser . . . . *id.*
2.— Procédés d'analyse 43
§ 1.—Dosage de l'azote 45
2.—Analyse des substances solubles dans l'eau. 51
3.—Analyse de la partie insoluble dans l'eau 55
4.—Résumé des résultats de l'analyse. 59
CHAPITRE II.— Histoire des éléments des terrains agricoles 60
SECTION 1.—De la silice . . . . . *id*
2.—Du feldspath 62
3.—De l'argile 63
4.—Du carbonate de chaux 66
5.—De la marne. 73
6.—De la magnésie 81
7.—Du sulfate de chaux (gypse, plâtre) 82
8.—De l'oxyde de fer 91
9.—Du sulfate de fer.. 94
10.—Du manganèse 95
11.—Des phosphates. 96
12.—De la potasse. 99
13.—De la soude 105
14.—Du carbone et du terreau 107
§ 1.—Des terreaux . . . . . *id.*
2.—Du terreau doux. 115
3.—Du terreau à tannin (terre de bruyère, de bois) . . *id.*
4.—Du terreau formé sous l'eau (tourbe). 116

Pages.

SECTION 15.—De l'oxygène, de l'hydrogène et de l'eau 118
16.—De l'azote, de l'ammoniaque et des nitrates. . . . 121

DEUXIÈME PARTIE.—*Des propriétés physiques des terres* . . . 135

INTRODUCTION . . . . . *id.*

CHAPITRE I.—Pesanteur spécifique et poids des terres. 137

SECTION 1.—Méthode de recherche. . . . . *id.*
2.—Résultats obtenus. 138
3.—Poids d'une masse de terre 139

CHAPITRE II.—Ténacité des terres. 141

SECTION 1.—Ténacité normale des terres . . . . . *id.*
2.—Cohésion des terres humides 146
3.—Ténacité variable des terres 147

CHAPITRE III.—Hygroscopicité des terres. 149

SECTION 1.—Moyens de reconnaître l'hygroscopicité d'une terre. *id.*
2.—Fraîcheur de la terre 151

CHAPITRE IV.—Aptitude des terres à attirer l'humidité de l'atmosphère. 153

V.—Aptitude des terres à se sécher 154

VI. — Diminution du volume des terres par la dessiccation. 157

VII.—Absorption de l'oxygène par les terres 159

VIII.—Conductibilité du calorique. 161

IX.—Échauffement des terres par la chaleur lumineuse . . 162

SECTION 1.—Couleur de la surface du sol . . . . . *id.*
2.—Effet de la composition minérale des terrains sur l'échauffement 165
3.—Humidité 166

CHAPITRE V.—De l'électricité. 167

TROISIÈME PARTIE.—*Circonstances qui modifient les propriétés physiques des terres* 171

INTRODUCTION . . . . . *id.*

CHAPITRE I.—Examen de l'état des particules du sol . . . . . *id.*

SECTION 1.—Méthode de lévigation 172
2.—Forme des particules 173
3.—Dimension des particules 176

§ 1.—Influence de la dimension des particules sur la pesanteur spécifique . . . . . *id.*
2.—Influence de la dimension des particules sur l'hygroscopicité. 177
3.—Influence de la dimension des particules sur la ténacité 179

SECTION 4.—Diminution de la cohésion par la gelée 181
5.—Diminution de la cohésion par la calcination de la terre 183

CHAPITRE II.—Effets de l'inclinaison du sol 185

Pages.

SECTION 1. — Influence de l'inclinaison du sol et de son azimuth sur son échauffement 185
2. — Influence de l'inclinaison du sol sur la culture et la stabilité des terres cultivées. 194
CHAPITRE III. — Des abris 195
IV. — Observations générales sur les propriétés physiques des terres 197

QUATRIÈME PARTIE. — *De la formation des terrains agricoles.* — *Géologie agricole* 199
INTRODUCTION . . . . . *id.*
CHAPITRE I. — Des différentes formations des terres arables 202
SECTION 1. — Terrains formés en place. . . . . *id.*
2. — Terrains diluviens 213
3. — Terrains d'alluvion 212
4. — Terrains d'attérissement. 217
5. — Terrains paludiens 219
6. — Dunes 220
7. — Terrains volcaniques 224
CHAPITRE II. — Disposition des couches des terrains agricoles 226
SECTION 1. — Du sol actif 227
2. — Du sol inerte 228
3. — Du sous-sol. 229
4. — De la couche imperméable et du réservoir des eaux. 232
5. — Défauts de parallélisme (*non* concordance) des couches de terrains. 234
CHAPITRE III. — De la végétation naturelle du sol. 238

CINQUIÈME PARTIE. — *Classification des terrains agricoles.* 245
INTRODUCTION . . . . . *id.*
CHAPITRE I. — Examen des divers systèmes de classification. 246
SECTION 1. — Classifications fondées sur la composition minérale du sol 247
2. — Classifications fondées sur les propriétés physiques du sol . . . . . *id.*
3. — Classifications fondées sur les genres de culture convenables aux terres. 254
4. — Classifications mixtes 260
CHAPITRE II. — Principes de la classification des terres 262
SECTION 1. — Caractères des terres relativement à l'agriculture . 264
2. — Valeur des caractères 266
3. — Subordination des caractères 267
CHAPITRE III. — Classification primordiale des terrains 270
SECTION 1. — Terres calcaires ou magnésiennes 273
§ 1. — Limons 274

Pages.

§ 2.— Terres argilo-calcaires 279
A. Terres argilo-calcaires, argileuses 280
B. Terres argilo-calcaires, calcaires. . . . . *id.*
3.—Craies. 281
4.—Sables calcaires (terrains sablonneux). 284
Section 2.—Terres non calcaires 285
§ 1.—Terres siliceuses . . . . . *id.*
2.—Glaises (varènes, puisayes, bolbènes, terres blanches) 287
3.—Argile 290
Section 3.—Terres à bases organiques (terreau, humus) . . . *id.*
§ 1.—Terreaux doux . . . . . *id.*
2.—Terreaux acides 291
Chapitre IV.—Des caractères spécifiques 294
Section 1.—Fraîcheur de la terre . . . . . *id.*
2.—Terres caillouteuses, graveleuses, etc. 295
3.—Terres ocreuses, ferrugineuses 296
4.—Terres salifères. . . . . *id.*
Chapitre V.—Description des terrains. 299

SIXIÈME PARTIE.— *Tentatives faites pour apprécier la valeur des terrains* 305

Introduction . . . . . *id.*
Chapitre I.—Caractères de la valeur des terres tirés de la nature de certains produits. 313
II. —Caractères de la valeur des terres tirés des produits annuels. Système de Thaër. 322
III.—Continuation du même sujet. Système de M. de Voght. 326
IV.—Caractères tirés de la comparaison de la terre. Système de Thaër. 331
V.—Méthode historique 334
Section 1.—Estimation en bloc. 335
2.—Estimation parcellaire 339
3.—Estimation détaillée par les récoltes et les frais. . . 341
§ 1.—Évaluation des récoltes par les semences. 342
2.—Estimation des récoltes moyennes par les produits d'une ou de plusieurs récoltes de la ferme 343
3.—Estimation des récoltes moyennes par des résultats positifs de plusieurs années. 344
4.—Du loyer des bâtiments. 345
Section 4.—Continuation de l'estimation par les produits et les frais. 347
§ 1.—De la valeur du travail fait sur une ferme. 349
A. Cultures sarclées de végétaux de commerce. . . . 351
B. Assolements avec prairies artificielles 354
C. Cultures avec jachères 355

Pages.

D. Fermes en pâturages 356
E. Conséquences 357
2.—De l'intérêt du capital d'exploitation. 359
3.—Profit du fermier. 364
SECTION 5.—Évaluation du fermage. 366
§ 1.—Fermes à cultures industrielles. . . . . *id.*
2.—Estimation d'une ferme soumise à la jachère à Provins (Seine-et-Marne). 368

SEPTIEME PARTIE.—*Détermination de la valeur relative des terrains.* 373

INTRODUCTION. . . . . *id.*
CHAPITRE I.—Type idéal d'une terre parfaite. 374
II.—Qualités des terres arrosées. 375
SECTION 1.—Caractères qui font la perfection des terres arrosées. 377
2.—Des effets de la composition du terrain sur la valeur des terres arrosées. 379
3.—Consommation des engrais dans les terres arrosées. 381
CHAPITRE III.—Des terres fraîches 383
IV.—Des terrains secs. 388
SECTION 1.—Faculté de conserver l'engrais 390
2.—Durée de l'état de sécheresse de la terre. 392
3.—Composition des terres relativement aux engrais. . 393
4.—Facilité et difficulté des travaux. 396
5.—Des terres sèches dans le midi 398
CHAPITRE V.—Des terres sèches en été et humides en hiver. 399
VI.—Des terres humides. 401
VII.—Valeur comparée des terres selon leur degré d'humidité 402
VIII.—Valeur des sols selon la profondeur 404
IX.—Compensation des divers éléments d'appréciation. . . 405
SECTION 1.—Terres dans la période céréale . . . . . *id.*
2.—Terres dans les périodes commerciale et jardinière. 410
CHAPITRE X.—Des circonstances qui affectent la valeur des terres . . 413
SECTION 1.—Activité de la culture. 415
2.—Richesse locale 417
3.—Richesse de la population agricole. 419
4.—Influence de la population. 424
5.—Distance des marchés; état des communications. . 427
CHAPITRE XI.—Des circonstances qui affectent les produits de la valeur des terres 429

HUITIÈME PARTIE.—*Des amendements* 435

INTRODUCTION. . . . . *id.*
CHAPITRE I.—Moyens d'augmenter l'humidité du sol. 435

Pages.

CHAPITRE II.—Des irrigations. 436
SECTION 1.—Qualité des eaux . . . . . *id.*
2.—De l'irrigation 439
3.—Quantité d'eau nécessaire pour l'irrigation 443
4.—Moyens d'élever de l'eau. 445
§ 1.—Canaux . . . . . *id.*
2.—Réservoirs artificiels 447
3.—Puits en étages. 450
4.—Puits forés 452
5.—Machines à élever l'eau. 454
SECTION 3.—Du prix de revient de l'eau 455
6.—Valeur de l'amélioration comparée au prix de l'eau. 458
CHAPITRE III.—Communication du sol avec le réservoir inférieur des eaux. 460
IV.—Moyen de dessécher les terrains humides 462
V.—Neutralisation des matières nuisibles au sol 468
VI.—Soustraction de matériaux nuisibles au sol. 469
VII.—Moyens de modifier la ténacité du sol. 470
VIII.—Moyens de modifier la chaleur du soleil. 475

NEUVIÈME PARTIE.—*Alimentation végétale* (*engrais, amendements, stimulants*). 477

INTRODUCTION . . . . . *id.*
CHAPITRE I.—Aliments nécessaires à tous les végétaux 479
II.—Aliments spéciaux des plantes. 482
III.—Recherches des aliments convenables aux diverses plantes. 491
IV.—Méthode à suivre dans le choix des aliments des plantes. 496
V.—Considérations générales sur les matières alimentaires des plantes (engrais). 499
VI.—De l'état dans lequel les aliments doivent être fournis aux plantes. 502
VII.—Aliments des végétaux considérés comme contenant de l'azote. 506
SECTION.—Sels 507
§ 1.—Nitrates . . . . . *id.*
—Sels ammoniacaux. 512
3.—Emploi des sels azotés. 517
SECTION 2.—Débris d'animaux. 519
§ 1.—Chair musculaire . . . . . *id.*
2.—Poissons. . . . . *id.*
3.—Sang. 520
4.—Noir de raffinerie. 521

Pages.

§ .—Os. 525
6.—Pain de créton. 530
7.—Suint. 531
8.—Chiffons. . . . . *id.*

SECTION 3.—Matières excrétées. 533
§ 1.—Urine . . . . . *id.*
2.—Excréments en général 534
3.—Engrais désinfectés 540
4.—Excréments des bêtes à laine 541
5.—Guano. 543
6.—Colombine. 551
7.—Excréments de poissons. 552
8.—Excréments des insectes. . . . . *id.*

SECTION 4.—Substances végétales 553
§ 1.—Végétaux transportés pour être enfouis. . . . . *id.*
A. Jeunes pousses de pin 554
B. Buis. 555
C. Roseaux. . . . . *id.*
D. Sarments 556
E. Goëmon. 557
F. Fourrages 558
2.—Engrais verts cultivés sur place. . . . . *id.*
A. Prairies. . . . . *id.*
B. Lupin. 560
C. Autres végétaux cultivés pour engrais 562
D. Réflexions sur les engrais verts. 567
3.—Débris végétaux. 570
A. Terreau. . . . . *id.*
B. Tourbe . . . . . *id.*
C. Marcs. 572
4.—Produits de la combustion des végétaux. 580
5.—De l'écobuage. 582
6.—Substances minérales propres à fournir aux plantes des aliments azotés 585

SECTION 5.—Engrais composés. 588
§ 1.—Engrais solides ; préparation. 590
2.—Fermentation. 592
3.—Qualité et valeur des fumiers. 597
4.—Engrais liquides. 600
5.—Engrais flamand 602
6.—Engrais Jauffret. 604

CHAPITRE VIII.—Aliments des végétaux considérés comme contenant du carbone. 606

Pages.

CHAPITRE IX.—Aliments des végétaux considérés comme contenant des alcalis minéraux. 609
SECTION 1.—De la potasse. 610
§ 1.—Potasse du commerce . . . . . *id.*
2.—Cendres 611
SECTION 2.—De la soude 611
3.—Moyen de mettre à la disposition des plantes les alcalis des silicates. 622
CHAPITRE X.—Aliments des végétaux considérés comme contenant des sulfates 624
SECTION 1.—Du sulfate de chaux 626
2.—Cendres pyriteuses 629
3.—Sulfate de fer. 632
CHAPITRE XI.—Aliments des végétaux contenant de la chaux 634
SECTION 1.—De la chaux . . . . . *id.*
2.—De la marne 638
CHAPITRE XII.—Valeur commerciale des engrais. 642
XIII.—Valeur des engrais relativement aux différents genres de culture et aux différentes circonstances du sol. . . 646
SECTION 1.—Valeur du fumier employé à diverses cultures dans les terres fraiches. 650
§ 1.—Froment 651
2.—Betterave 655
3.—Prairies 656
4.—Luzerne 659
5.—Garance 664
6.—Données sur la valeur du fumier employé à quelques autres cultures. 666
SECTION 2.—Valeur de l'engrais dans les terres sèches. 668
§ 1.—Froment 669
2.—Betterave 670
3.—Garance 671
4.—Oliviers . . . . . *id.*
5.—Vigne 672
SECTION 3.—Examen des résultats 673
CHAPITRE XIV.—Prix de production de l'engrais. 678
Table des équivalents des engrais 683

FIN DE LA TABLE DU TOME PREMIER.

Paris.—Imprimerie d'E. DONNAUD, rue de Verneuil, n° 4.

BIBLIOTHÈQUE PUBLIQUE

JOURNAL D'AGRICULTURE PRATIQUE,

Publié sous la direction de M. J. A. BARRAL, avec la collaboration d'un grand nombre d'agriculteurs français et étrangers : MM. DE GASPARIN, BOUSSINGAULT, MOLL, PAYEN, VILLEROY, etc., etc. — Nombreuses gravures; chroniques agricole, forestière, horticole, vétérinaire, etc. — Deux numéros, de 48 à 64 pages, le 5 et 20 de chaque mois. Prix, par an..... 15 fr.

On s'abonne en envoyant, *franco*, au Directeur de la Librairie agricole, rue Jacob, 26, le prix de l'abonnement en un bon de poste dont on conserve la souche, qui sert de quittance.

ON NE REÇOIT QUE LES LETTRES AFFRANCHIES.

EXTRAIT DU CATALOGUE DE LA LIBRAIRIE AGRICOLE.

Agriculture (Cours d'), par DE GASPARIN, cinq volumes in-8° et 233 gravures.....	37	50
Agriculture *de l'ouest de la France*, par Jules RIEFFEL, cinq volumes in-8°.....	25	«
Algérie (colonisation et agriculture), par MOLL, 2 vol. in-8° et 100 gravures.....	7	50
Amendements (Traité des), par PUVIS, 1 vol. in-12 de 520 pages.....	5	«
Animaux domestiques, par David LOW, texte et planches coloriées grand in-4°.	60	«
Animaux (Statique chimique des), emploi agricole du SEL, par BARRAL 1 vol. in-12.	5	«
Bière (Traité de la fabrication de la), par ROHART, 2 vol. in-8° et 162 gravures.....	15	«
Bon jardinier (Le) pour 1856, par VILMORIN, etc., 1,658 pages in-12.....	7	«
Cactées (Monographie et Culture des), par LABOURET, 1 vol. in-12 de 720 pages....	7	50
Camellia (Monographie du), par l'abbé BERLÈSE, 340 pages in-8° et 7 planches...	5	«
Camellias (Iconographie des), par l'abbé BERLÈSE, 3 vol. in-fol., et 300 pl. color..	375	«
Chevaline (De l'espèce) *en France*, par le général LAMORICIÈRE, in-4°, 3 cartes col.	3	50
Chimie agricole, par Isidore PIERRE, 1 vol. de 662 pages in-12 et 22 gravures...	4	«
Chimie agricole, par le Dr SACC, 1 vol. in-12 de 450 pages et 3 gravures.....	3	50
Comptabilité agricole (Traité de), par DE GRANGE, 320 pages in-8° et tableaux..	5	«
Conseils aux Agriculteurs, par DEZEIMERIS, 3e édition, 1 vol. de 651 pages in-12.	3	50
Cuisine française (Dictionnaire de), 1 volume de 640 pages in-8°.....	6	»
Dictionnaire d'agriculture pratique, par JOIGNEAUX et MOREAU, 2 vol. in-8°.	18	«
Drainage (Manuel du), par BARRAL, 800 pages in-12, 230 gravures et 7 planches..	6	»
Drainage (Traité pratique du), par Leclerc, 364 pages in-8° et 127 gravures.....	6	«
Flore des jardins et des champs, par LE MAOUT et DECAISNE, 2 vol. in-12....	9	»
Herbier général de l'Amateur, description, histoire, etc., des végétaux utiles et agréables, par Ch. LEMAIRE, 5 beaux vol. in-4°, contenant 373 planches coloriées.	200	»
Horticulteur universel, par MM. CAMUZET, JACQUES, NEUMANN, PÉPIN, POITEAU, LEMAIRE, 7 vol. grand in-8° et 300 planches coloriées.....	150	»
Horticulture, par John LINDLEY, 1 vol. grand in-8° de 450 pages et 37 gravures..	7	50
Irrigateur (Manuel de l') et **Code**, par VILLEROY, 1 vol. in-8° de 384 p. et 121 grav.	5	»
Jardinage (Manuel du), par COURTOIS-GÉRARD, 450 pages in-12 et 39 gravures.....	3	50
Journal d'Agriculture pratique, sous la direction de M. BARRAL, par MM. de GASPARIN, LEFOUR, MOLL, NIVIÈRE, RIEFFEL, VILLEROY, VILMORIN, YVART, etc. Un N° de 48 à 64 pages in-4°, avec nombreuses gravures, le 5 et 20 du mois. Un an.	15	»
Maison rustique des Dames, par Mme MILLET-ROBINET, 2 vol in-12 et 128 grav.	7	50
Maison rustique du 19e siècle, cinq volumes in-4° et 2,500 gravures.....	39	50
Le tome V (*Encyclopédie d'horticulture*), 512 pages in-4° et 500 gravures.....	9	»
Plantes, Arbres et Arbustes (Manuel général des). Description et culture de 55,000 plantes indigènes d'Europe ou cultivées dans les serres. Tomes I à III.....	30	»
Pomone française, par Le LIEUR, 3e édit., 1 vol. in-8° de 600 pag. et 15 planches.	7	50
Revue horticole, par MM. DECAISNE, NAUDIN, NEUMANN, PÉPIN, VILMORIN, paraît le 1er et le 16 du mois. Un an (franco), avec 24 gravures coloriées. Une par N°....	9	»
Roses (Choix des plus belles), 30 liv. de 2 planches coloriées et texte. Chacune.....	3	
Statistique agricole de la France, par ROYER, 1 vol. de 472 pages et atlas...	12	»
Vers à soie (Manuel de l'Éducateur de), par ROBINET, 332 p. in-8° et 51 gravures..	5	»

Bibliothèque du Cultivateur, *publiée avec le concours du Ministre de l'Agriculture.*

En vente : Treize volumes à 1 fr. 25 cent. le volume in-12, savoir :

L'Éleveur de Bêtes à cornes, par VILLEROY, 3e édition, 438 pages et 60 gravures.
Oiseaux de basse-cour et Lapins, par Mme MILLET-ROBINET, 3e édit. 180 pag. et 11 grav.
Fermage (Estimation, Plans d'amélioration, Bail), par DE GASPARIN, 3e édition, 384 pages.
Métayage (Contrat, Effets, Améliorations), par DE GASPARIN, 2e édition, 166 pages.
Conservation des fruits, par Mme MILLET-ROBINET, 144 pages.
Houblon, par ERATH, traduit de l'Allemand par Napoléon NICKLÈS, 127 pages et 22 gravures.
Le Pêcheur à la Mouche artificielle et à toutes Lignes, par DE MASSAS, 204 pag. et 27 grav.
Économie domestique, par Mme MILLET-ROBINET, 234 pages et 21 gravures.
Arithmétique et Comptabilité agricoles, par LEFOUR, 224 pages et 12 gravures.
Géométrie agricole (Dessin linéaire, métrage, etc.), par LEFOUR, 216 pages et 150 gravures.
Sol et Engrais, par LEFOUR, inspecteur général de l'agriculture, 204 pages et 36 gravures.
Animaux domestiques, Zootechnie, hygiène, etc., par LEFOUR, 180 pages et 55 gravures.
Animaux domestiques, Entretien, élevage, etc., par LEFOUR, 220 pages et 80 gravures.

Bibliothèque du Jardinier, *publiée sous la direction de* MM. DECAISNE et VILMORIN.

En vente : Cinq volumes à 1 fr. 25 cent. le volume in-12, savoir :

Asperge (Culture naturelle et artificielle), par LOISEL, 2e édition, 108 pages et 6 gravures.
Melon (Culture sous cloche, sur butte et sur couche), par LOISEL, 4e édition, 112 pages et 3 gr.
Chimie et Physique horticoles, par DELHERAIN, 120 pages et 11 gravures.
Pépinières, par CARRIÈRE, 144 pages et 16 gravures.
Pelargonium, par THIBAULT, 108 pages et 10 gravures.

COURS

D'AGRICULTURE

PAR

LE Cte DE GASPARIN

ANCIEN MINISTRE DE L'AGRICULTURE ET DE L'INTÉRIEUR

Membre de l'Académie des sciences, de la Société centrale d'agriculture, etc.

SECONDE ÉDITION.

TOME SECOND

PARIS,

LIBRAIRIE AGRICOLE DE LA MAISON RUSTIQUE

RUE JACOB, 26,

Et chez tous les Libraires de la France et de l'Étranger.

COURS

D'AGRICULTURE

II.

BIBLIOTHÈQUE
DE M. A. BIXIO.
PARIS.

PARIS. — TYPOGRAPHIE DE J. BEST,

RUE SAINT-MAUR-SAINT-GERMAIN, 15.

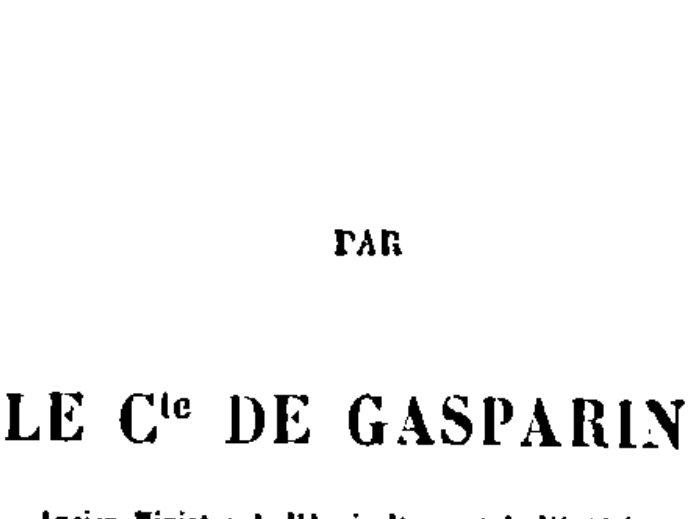
COURS

D'AGRICULTURE

PAR

LE Cte DE GASPARIN,

Ancien Ministre de l'Agriculture et de l'Intérieur ;
Membre de l'Académie des Sciences, de la Société centrale d'Agriculture, etc



TOME DEUXIÈME.

BIBLIOTHEQUE NATIONALE
CENTRE DE PRÊT
Réf. Postale 1101
78011 VERSAILLES CEDEX

PARIS

LIBRAIRIE AGRICOLE DE LA MAISON RUSTIQUE,

RUE JACOB, N° 26.

8° 70672 (2)

INTRODUCTION

AU SECOND VOLUME

Ce volume contient la suite des connaissances accessoires à l'agriculture que nous avons résolu de traiter dans ce cours. Nous les compléterons dans le volume suivant, et nous donnerons ensuite les premières parties de l'agriculture proprement dite. Nous n'avons pas cru devoir étendre davantage le cercle de nos études préliminaires; nous avons craint de nous jeter dans des travaux qui auraient retardé l'achèvement de cet ouvrage qui nous présente déjà tant de difficultés à surmonter, et nous avons dû choisir celles des sciences accessoires qui se liaient le plus intimement au sujet principal, et celles qui jusqu'ici avaient été le plus négligées. Ainsi, après avoir traité de l'agrologie dont nos devanciers, excepté Thaër, se bornaient à exposer dédaigneusement quelques généralités; après avoir traité des amendements et des engrais en nous appuyant sur des travaux récents et justement estimés; après avoir épuisé ainsi tout ce qui concerne l'état naturel du sol et les modifications qu'il faut lui faire subir, nous arrivons à l'atmosphère, qui est, comme le sol, un des milieux dans lequel vivent les plantes, et qui doit aussi être étudiée plus complétement qu'elle ne l'a été jusqu'ici. Notre propre pratique, les efforts que nous avons été obligé de

faire pour nous procurer les notions qui nous manquaient, quand nous avons entrepris l'exploitation agricole, nous avaient appris l'importance de ces deux sciences, l'agrologie et la météorologie, sans lesquelles il est impossible de se rendre compte du moindre des phénomènes agricoles. Déjà dans plusieurs mémoires que nous avons publiés, nous avons montré l'usage que l'on peut en faire, et à quel point elles éclairent toute recherche. Dans celui qui traite de la culture de la garance, l'agrologie est la base d'où partent toutes nos déductions. Nous avons rattaché à la météorologie ce que nous avons écrit sur la culture de l'olivier, sur celle du mûrier et sur les assolements du Midi; nous le demandons à ceux qui voudront relire ces mémoires, serions-nous arrivé aux résultats qu'ils présentent, si nous avions été privé du secours que nous ont offert l'agrologie et la météorologie? Il était temps de mettre ces deux instruments de recherche entre les mains de tout le monde, pour épargner aux agriculteurs qui aiment à se rendre compte de leurs opérations les travaux que leur acquisition nous a coûtés.

L'architecture rurale est un corollaire de la météorologie que nous aurions écarté, si d'un côté nous n'avions trouvé bien incomplets et bien fautifs les ouvrages que l'on a publiés sur cette matière importante, et si de l'autre nous n'avions trouvé en M. Paul de Gasparin, ingénieur des ponts et chaussées, un collaborateur au niveau des connaissances actuelles, et disposé à adopter pour son travail la forme et les limites que nous nous sommes prescrites dans le reste de l'ouvrage.

Enfin, la mécanique agricole était le préliminaire in-

dispensable de la culture, et sans elle nous ne pourrions rien établir de certain sur ses résultats économiques: c'est par là que nous terminons ce travail préliminaire.

Quelques mots maintenant sur les parties que nous n'avons pas cru devoir traiter en ce moment. Nous voulons parler de la zootechnie, de l'économie politique et de la législation agricole. Nos études à l'école vétérinaire de Lyon, les ouvrages que nous avons publiés sur plusieurs branches de la zootechnie, et notre longue pratique agricole, nous donnaient le droit de penser que nous aurions pu entreprendre de développer l'état actuel de cette science; mais nous avons cru que cette étude importante ne devait pas être traitée par occasion, et abrégée comme elle l'aurait été nécessairement dans un ouvrage où elle ne figurerait que comme accessoire. L'art d'élever et de soigner les animaux est une branche d'industrie qui peut marcher séparément de l'agriculture, et qui exige un enseignement aussi spécial et aussi complet qu'elle. Il ne fallait donc pas effleurer une matière qui doit recevoir tout le développement qu'elle mérite.

L'économie politique est sans contredit une des bases les plus essentielles de l'agriculture; mais les ouvrages qui en traitent sont nombreux, familiers à nos lecteurs; et depuis quelque temps ils sont rédigés sous un point de vue beaucoup moins mercantile et beaucoup plus agricole que par le passé. D'ailleurs, nous avons eu soin de donner toute l'étendue qui leur convient aux notions économiques qui nous importent le plus, à mesure que les sujets auxquels elles sont mêlées se présentaient à nous, et de donner ainsi, dans des chapitres spéciaux,

un supplément et un commentaire des ouvrages qui traitent l'ensemble de la science. On a dejà pu s'apercevoir de cette marche dans plusieurs chapitres de la sixième et de la septième partie de l'agrologie où nous traitons de l'appréciation des terrains. C'est ainsi que, profitant de toutes les occasions favorables, nous mettrons sous les yeux de nos lecteurs les modifications et les additions que le point de vue agricole apporte dans les questions économiques, sans nous astreindre à les disposer dans un ensemble méthodique.

Quant à la législation agricole, nous laisserons les légistes de profession s'acquitter de cette tâche qui a son importance et sa difficulté, surtout si l'on ne se borne pas à la législation positive, mais que l'on remonte aux principes du droit pour introduire des améliorations si nécessaires dans nos codes.

Nous ne devons pas finir sans dire quelques mots sur la manière dont nous avons conçu que devaient être présentées les doctrines agricoles pour répondre aux besoins d'instruction de notre époque. Aujourd'hui que des études scientifiques assez étendues pénètrent dans toutes les classes, que les fils des propriétaires, après avoir suivi les cours des facultés, en sortent avec des connaissances assez avancées dans les sciences mathématiques et naturelles, il leur est impossible de se contenter des ouvrages qui étaient destinés à leurs pères dont l'éducation était presque entièrement littéraire. A ceux-ci, il fallait des livres où la science fût mise à la portée de tout le monde, comme Voltaire croyait y avoir mis Newton, comme avant lui Fontenelle leur avait enseigné l'astro-

nomie. Buffon ne s'était fait lire que pour son style, et l'on se gardait d'ouvrir les volumes où Daubenton approfondissait la science dont Buffon ne montrait que les fleurs. Un autre temps est venu. Pour nos aïeux, le style de Buffon était l'essentiel, le fond n'était que l'accessoire; on voyait en lui le littérateur avant d'y voir le savant; mais Laplace et Cuvier ont su écrire des choses savantes en beau style; et de nos jours c'est le savoir que l'on cherche en eux avant d'y remarquer le beau langage. On veut d'abord être instruit, on aime à recevoir l'instruction dans un style élégant; mais la forme sans le fond est dédaignée. Les ouvrages d'agriculture jusqu'à Arthur Young et Thaër n'étaient que trop empreints de cette facture vide, superficielle, d'autant plus dangereuse qu'elle séduit et entraîne les hommes vers un but indéfini. Après avoir lu les poëtes agricoles, les anciennes Maisons rustiques, Rozier, Olivier de Serres lui-même, on se sentait du goût pour une occupation dont ils faisaient entrevoir les charmes, dont ils esquissaient certains détails, mais dont on ne pouvait comprendre ni l'ensemble, ni la liaison des parties, ni les chances heureuses et funestes. On en était pour l'agriculture au point où en sont les lecteurs de romans maritimes pour la marine. Elle apparaissait belle, séduisante; l'agriculture était là dégagée de soins importuns comme les bergers des *Bucoliques;* mais à peine nos marins inexpérimentés avaient-ils quitté le rivage, à peine nos agriculteurs novices avaient-ils embrassé leur nouvelle profession, que chaque pas, chaque heure venaient leur découvrir des désagréments, des accidents, des dangers auxquels rien

ne les avait préparés. Le revers de la médaille était d'autant plus hideux qu'on ne l'avait pas fait entrevoir, les difficultés d'autant plus insolubles que l'on n'en connaissait pas l'origine, et que l'on était dépourvu des principes qui auraient pu les faire éviter, et qui pouvaient les faire surmonter. C'était une déception complète.

Les hommes d'aujourd'hui ont appris à apprendre. On les a accoutumés à la rigueur des démonstrations; ils ne se contentent pas de simples allégations; ils veulent remonter aux causes, ils veulent calculer les probabilités de leurs entreprises, et pour calculer il faut avoir des données exactes. Nous avons fait de grands pas vers le positif. Dans cette disposition d'esprit, quand nos jeunes gens, à peine sortis des bancs de l'école, jettent les yeux sur la bibliothèque agricole de leurs pères, quand ils entr'ouvrent les livres que ceux-ci leur recommandent pour s'instruire de leurs nouveaux devoirs dans la science qui dirige leur fortune et d'où dépend leur existence, ils ne tardent pas à être saisis de dégoût en s'apercevant du vide qu'ils y trouvent, et ils en viennent à mépriser la science agricole, en pensant qu'elle n'est et ne peut être que ce qu'ils trouvent dans ces ouvrages.

Cette expérience, que nous avons vu faire trop souvent sous nos yeux, l'étonnement de ceux à qui nous montrions tout ce que l'agriculture a de réel et de solide, le zèle qui remplaçait l'indifférence quand ils avaient compris qu'on pouvait se rendre compte d'une opération de culture comme d'une expérience de physique, nous avaient démontré qu'il était temps de procéder d'une autre façon dans l'enseignement agricole. Il fallait que

les élèves trouvassent dans les livres à leur usage les formes, le mode de démonstration des sciences qu'ils venaient d'étudier; il fallait rattacher l'enseignement à leurs souvenirs récents, à leurs travaux antérieurs, et leur donner la satisfaction de penser que toutes leurs études classiques n'étaient pas perdues pour les usages de la vie. C'est à cette classe de lecteurs que ce livre est particulièrement adressé. Les jeunes gens qui viennent de terminer leurs études scientifiques, les hommes qui ont des notions suffisantes des sciences, trouveront ici un aliment préparé pour eux; en possession des principes raisonnés de l'agriculture, ils n'avanceront dans la pratique qu'armés de toutes pièces, prêts à faire face aux chances, à pourvoir aux nécessités, préparés aux mécomptes, préparés aussi à les éviter et à rendre leur culture aussi profitable que possible, parce qu'ils sauront l'adapter au *terrain*, au *climat* et au *marché*.

On nous répondra sans doute ici par les tristes exemples qu'ont souvent offerts les théoriciens quand ils voulaient se mêler de pratique. Ces exemples, nous les connaissons; ils sont nombreux, et ils ont rendu pendant longtemps les agriculteurs de cabinet la fable du pays et l'effroi de leurs familles qu'ils ne tardaient pas à ruiner. Mais qu'appelait-on alors de ce nom de théoriciens? c'étaient des hommes qui avaient dévoré tout ce fatras de basse littérature agricole, toutes ces productions de cerveaux systématiques, où l'on trouve le panégyrique des méthodes les plus étranges, isolé des circonstances particulières qui les ont fait réussir, où l'on obtient des millions en ajoutant des zéros aux chiffres qui représentent

les prétendus produits nets de quelques mètres de terre, Ces théoriciens étaient aussi de bonnes gens, opiniâtres par nature, enthousiastes de leur état où ils avaient prospéré, et s'imaginant qu'il suffisait de les imiter pour réussir également, sans s'inquiéter si les conditions des terrains, des climats, du prix de revient, des marchés, étaient les mêmes partout ; c'étaient enfin des écrivains bâtissant des hypothèses qu'ils donnaient pour des théories, faisant produire la terre au moyen d'huiles, de sels, de savon, qui n'existaient que dans leur imagination ; attribuant au sol une vertu attractive pour les éléments de l'atmosphère, qui surpassait tout ce que nous indique l'expérience, et concluant de ce point de vue, que la terre, suffisamment divisée et subdivisée, pouvait se passer de toute addition d'engrais et porter indéfiniment de riches récoltes. C'est de ces écrivains que Voltaire a fait la critique dans un de ses meilleurs contes, *l'Homme aux quarante écus*, où les principes les plus sévères de l'économie politique s'allient si spirituellement à la satire la plus amusante. Ainsi on appelait ces hommes des théoriciens, et ils ne possédaient que des systèmes vagues ou contradictoires sur les bases de la science, des rêveries sur l'histoire des cultures, et le vide sur les rapports économiques de l'entreprise agricole. Nous en avons vu pourtant réussir quelques-uns, mais c'étaient ceux qui, dociles aux leçons de l'expérience, se hâtaient d'oublier ce qu'ils avaient lu, et rectifiaient par la pratique les notions fausses ou incomplètes des livres ; qui avaient le bon sens de laisser marcher la culture du pays, en l'améliorant lentement et progressivement sans la bouleverser.

Ces hommes sages et prudents finissaient par refaire ainsi leur éducation agricole, et nous les avons vus presque tous, tremblants encore du danger auquel ils avaient échappé, devenir les ennemis acharnés des livres d'agriculture et les détracteurs de toute préparation scientifique.

Une saine théorie produira des effets tout autres, par cela même qu'elle sera basée sur des principes sains, et que toute déduction qui en découlera portera avec elle la rigueur de la démonstration, ou ne sera plus donnée que comme douteuse; celui qui en sera imbu arrivera à la pratique avec la conviction qu'il doit étudier le terrain, le climat, le pays et ses habitants, ses usages, ses institutions, ses débouchés, ses ressources, avant de se mettre à l'œuvre; car ce n'est qu'avec toutes ces données qu'on lui aura appris à résoudre le problème du meilleur système de culture à adopter. Il ne se fera pas d'idées exagérées, il n'aura pas d'aveugle engouement, parce qu'il possédera les chiffres positifs qui sont propres à les réprimer; mais aussi cette sûreté d'appréciation lui permettra d'entreprendre avec hardiesse ce qu'il concevra avec prudence. Nous avons vu aussi de pareils théoriciens à l'œuvre, et nous ne craignons pas de dire qu'ils diffèrent autant de ceux auxquels on prostitue ce nom, que leurs résultats respectifs diffèrent entre eux. Pilâtre de Rozier se précipite du haut des airs avec son ballon, Gay-Lussac et Biot dirigent le leur et accomplissent heureusement leur voyage. Les uns et les autres n'avaient jamais monté d'aérostat, mais le premier était ignorant en physique, et les deux autres y étaient habiles. N'abordons aucune

pratique sans connaître les principes qui la dirigent, et si nous n'obtenons pas toujours le succès, nous saurons au moins dès le début la valeur des chances que nous nous exposons à subir.

Cet ouvrage aurait été moins imparfait sans doute si, écrit de longue main, nous eussions retardé sa publication. Chaque jour ajoute quelque fait à ceux que nous possédons déjà ; plusieurs savants distingués s'occupent en ce moment des rapports de la production au sol et aux engrais; nous aurions pu perfectionner notre travail en attendant, pour le publier, une époque plus éloignée. Mais on sait aujourd'hui comment il a été entrepris : à la suite d'un cours fait pour quelques jeunes gens et dont nous avions écrit la première leçon seulement, M. Bixio, qui a rendu de si grands services au développement de la publicité en matière d'agriculture, publia cette première leçon dans le *Journal d'agriculture pratique*, et nous pressa ensuite de rédiger le reste du cours. Nous nous laissâmes séduire à la perspective de réunir en un corps les études qui avaient été l'objet le plus constant de nos occupations. A mesure que nous avançons dans la carrière, nous sentons de plus en plus les difficultés et le poids de notre tâche, nous regrettons quelquefois qu'il ne soit pas possible de la mûrir davantage, mais d'un autre côté nous savons qu'il y a un moment où il faut borner les recherches, où il est plus avantageux de coordonner, de classer ce que nous avons acquis. Le livre appellera la critique et le secours: nous profiterons de l'une et de l'autre; l'ouvrage aurait moins gagné à rester en portefeuille.

On nous a souvent consulté sur les livres d'agriculture

qui, ayant un mérite réel, pouvaient être admis dans la bibliothèque des jeunes agriculteurs et dans celle des comices agricoles, sans crainte que l'inexpérience des uns, en ce qui touche à la culture, et celle des autres, en ce qui regarde les livres, pût les jeter dans l'erreur. Pour répondre à cette question, il faut d'abord faire une distinction. Le nombre de livres qui sont au niveau des connaissances actuelles est petit, mais il y en a quelques-uns d'excellents. Ceux-ci forment une classe à part. Il y a ensuite une classe beaucoup plus nombreuse de livres que l'on peut lire plus tard, quand la pratique et l'habitude de juger ce qu'on lit nous permet de profiter de ce qu'ils renferment de bon, et de nous défier de ce qu'ils ont de faux, de hasardeux ou d'exagéré : ceux-ci nous instruisent de l'histoire de la science, des degrés qu'elle a dû franchir pour parvenir à l'époque actuelle.

Dans la première classe, nous plaçons d'abord les œuvres d'Arthur Young, dictées par le bon sens pratique et par l'amour le plus pur de l'agriculture ; avec lui on risque peu de s'égarer parce qu'on voit ce qu'il cherche, qu'on suit la marche de ses investigations, et que, lorsqu'il s'est trompé, il a la bonne foi d'en convenir. Son enthousiasme est communicatif, mais il est régé, il s'arrête à temps. Ignorant dans les sciences physiques, il a surtout compris et exposé le point de vue économique. Ses voyages sont d'excellents modèles de la manière d'étudier un pays sous le point de vue agricole, et personne n'a encore égalé la sûreté et la rapidité de son coup d'œil. Ceux qu'il a faits dans diverses parties de l'Angleterre nous font mesurer le chemin que ce pays a fait dans le

progrès agricole ; nous y comprenons comment, sous l'influence des lois et malgré l'accroissement de l'industrie et de la population, le labourage, presque universel au moment où il écrivait, a fait graduellement place au pâturage et à l'élève des bestiaux. Son *Irlande* est un chef-d'œuvre où se trouve tout le passé et tout l'avenir de ce pays, et qui n'a laissé à ceux qui sont venus après lui que la tâche de le répéter. Son *Voyage en France* nous dépeint vivement sa situation agricole avant la révolution; on s'étonne de la vérité de telles descriptions recueillies sans s'arrêter, en traversant le pays sur une jument aveugle. C'est dans cet ouvrage qu'il a fixé les premières bases des climats agricoles. Ses expériences d'agriculture seront toujours un modèle pour ceux qui voudront suivre ses traces. Il a eu peu d'imitateurs sur une aussi grande échelle et avec la variété qu'il y a introduite, cependant ce n'était qu'un petit fermier ruiné ! Enfin ses *Annales*, son *Arithmétique politique* sont des preuves de l'activité et du rare bon sens de l'écrivain. Nous ne pouvons trop recommander ce livre à l'attention de nos jeunes lecteurs; si les faits ont vieilli, les méthodes de recherches, la marche des renseignements ne vieilliront pas et peuvent servir à former des successeurs à cet homme célèbre.

Après lui vient incontestablement Thaër, qui a jeté de si précieux germes en Allemagne, où ses leçons ont renouvelé l'agriculture. Celui-ci était savant en histoire naturelle, en physique et en chimie. Son ouvrage didactique est au niveau des connaissances de son temps, et si sous ce rapport il est maintenant un peu en arrière, il a

encore toute sa valeur sous le rapport agricole proprement dit : son principal mérite consiste dans la science de l'organisation des grandes exploitations; il en fait connaître le mécanisme, les rapports, l'équilibre. Il enseigne à proportionner les forces des hommes, des animaux, les engrais aux terrains et aux cultures. C'est cette partie de l'ouvrage de Thaër qui a fondé la réputation qui lui reste justement acquise. Il est à regretter qu'il n'ait pas cru devoir embrasser un champ plus vaste que celui de l'agriculture de l'Allemagne, et qu'il ait ainsi passé sous silence toutes les cultures méridionales. Nous devons sa traduction à M. Crud, de Genève, qui, dans son *Économie de l'agriculture*, qui sert de commentaire à l'ouvrage de Thaër, a étendu ses recherches aux climats du nord de l'Italie.

Schwerz a publié le livre par excellence du praticien, soit lorsqu'il décrit l'agriculture de l'Alsace, de la Belgique et du Palatinat, soit quand il réunit dans un traité les leçons de sa longue pratique et qu'il l'éclaire au flambeau d'une saine raison. Nous indiquerons ses ouvrages, dont une partie a été enfin traduite en français, comme la source d'une solide instruction, comme le complément de tout ce que nous dirons dans ce cours pour toutes les parties qu'il a traitées, car il s'est aussi renfermé dans l'agriculture de la région céréale. Schwerz ne remonte pas aux principes scientifiques, mais ses discussions prouvent qu'ils ne lui sont pas étrangers, et quand on les possédera, on liera entre elles ses déductions d'une manière très profitable.

Bürger a condensé les principes de l'agriculture dans

un court traité qui a été traduit. Sa direction est plus scientifique que celle de Schwerz; l'ordre d'exposition est satisfaisant; on sent, en lisant cet auteur, qu'il est familier avec la pratique. Son *Traité de la Culture du maïs*, qui est son premier ouvrage, est aussi celui qui nous paraît avoir le plus de mérite propre. C'est une excellente monographie, elle a fondé la réputation du Bürger, et sa lecture sera très profitable aux jeunes gens, même à ceux qui ne cultiveront jamais de maïs. Malheureusement cet ouvrage n'a été traduit que par extraits dans la bibliothèque britannique de Genève.

Nous avons voulu laisser pour le dernier un homme qui a prouvé que la France ne se laissait devancer dans aucune carrière intellectuelle. Je veux parler de M. Mathieu de Dombasle, correspondant de l'Institut. Ses premiers travaux sur le sucre de betterave l'avaient fait connaître comme un savant et habile technologiste. Il a fondé ensuite notre première école d'agriculture à Roville; elle est devenue une pépinière de jeunes gens instruits, qui ayant appris surtout sous leur illustre maître l'art de douter et d'observer sont devenus de bons praticiens. Cet enseignement a produit comme un heureux corollaire la publication des *Annales de Roville*, collection d'excellents mémoires sur différents points de la pratique agricole et de l'économie politique, remarquable surtout par les comptes-rendus des cultures, où règnent à la fois la science et la bonne foi. Quoi de plus instructif que le spectacle d'un homme aussi éminent dans son art, concevant *à priori* un système agricole; puis, à mesure qu'il avance dans son exécution, reconnaissant ses

erreurs, se corrigeant, se modifiant, docile aux leçons de l'expérience, et nous instruisant par son exemple ! Quel dommage que l'État n'ait pas mis un tel homme à la tête d'un établisement expérimental avec des ressources suffisantes, sans compter avec lui, en ne lui demandant pour tous résultats que ceux de ses expériences ! Quelque difficulté que présente l'organisation et l'administration d'une ferme, on peut dire que c'était trop peu pour sa capacité. Son énergie, son talent d'invention auraient été mieux employés à vaincre des obstacles d'une autre espèce, à lutter avec la nature pour lui arracher ses secrets. Il a été constamment tenu en lisière par la perspective du compte à rendre à ses actionnaires, et, quoiqu'il ait été soutenu par le gouvernement, il ne l'a pas été avec l'étendue et de la manière qui convenaient pour tirer tout le parti possible de ses facultés (1).

Yvart avait inséré dans le *Dictionnaire d'agriculture*, publé par le libraire Déterville, un excellent article sous le titre de *Succession de culture*. C'est un traité méthodique des assolements, et il vient d'être réimprimé à part. Cet ouvrage se distingue par la pureté et la sévérité de ses principes, et par son enchaînement logique. Peut-être l'auteur n'avait-il pas assez généralisé ses vues et s'était-il trop renfermé dans le cercle des doctrines abso-

(1) Depuis que ceci est écrit, nous avons appris la mort de cet illustre promoteur des progrès agricoles. La douleur publique et l'hommage que lui rendent les hommes les plus éminents de ce pays témoignent de la grandeur de la perte. Il laisse après lui un traité d'agriculture qui, quoique inachevé, nous conservera sans doute le fruit de son expérience et de ses méditations ; ce traité, annoncé d'abord comme devant paraître prochainement, n'est pas encore publié (octobre 1851).

lues puisées dans l'étude des assolements anglais et belges? Le principe qui exclut absolument la répétition de la même plante dans un assolement a été contredit par les faits; ses formules d'assolement comprennent un trop petit nombre de végétaux et ne s'étendent pas à ceux des régions agricoles du Midi. Yvart est un puritain de l'éeole anglaise; mais on le lit avec sécurité, parce que, s'il manque de hardiesse, il n'entraîne pas du moins dans des erreurs nuisibles. Son ouvrage restera parmi les livres les plus recommandables de notre littérature agricole.

Lullin de Châteauvieux est un esprit plus vaste, plus indépendant, parce qu'il avait beaucoup vu et que ses connaissances étaient bien plus étendues. L'homme qui trompa un moment le monde entier par le talent avec lequel il avait su prendre le style de Napoléon dans le *Manuscrit de Sainte-Hélène;* l'homme qui avait su apprécier si bien et de si haut la position de l'Angleterre dans ses *Lettres de Saint-James*, cet homme ne pouvait que porter de vives lumières sur l'agriculture, quand il s'en occupait. Aussi ses lettres sur l'agriculture de l'Italie resteront comme un modèle d'appréciation agricole d'un pays; sa description de l'État Romain et de sa culture nous paraît porter le cachet de la critique la plus exacte et la plus fine. Son dernier ouvrage sur l'agriculture française (1), quoique n'ayant pas reçu le dernier poli de la main de l'auteur, contient des parties supérieurement traitées; on distinguera surtout ce qui concerne l'agriculture de la Bourgogne, pays où l'auteur avait des propriétés. Nous

(1) *Voyages agronomiques en France;* 2 vol. in-8°.

recommandons les ouvrages de Lullin à nos jeunes voyageurs; ils y verront l'heureux emploi des connaissances économiques agricoles dirigées par un coup d'œil rapide et exercé (1).

Voilà, quant à présent, les livres que nous considérons comme nos livres classiques. Leurs auteurs sont nos maîtres; leurs erreurs sont celles de leur temps; mais leur doctrine générale est pure, elle inspirera bien ceux qui s'en pénétreront. Il y a ensuite un petit nombre de livres moins importants, mais écrits dans la même direction, et qui offrent une lecture solide. Nous nous écarterions trop de notre but si nous voulions les énumérer.

Quand plus tard on voudra connaître les ouvrages principaux qui ont marqué les différentes époques de la science agricole, on lira parmi les anciens : Varron, dont l'esprit synthétique coordonna de bonne heure la science ; Columelle, qui nous a transmis en bon langage les traditions des cultivateurs latins; Virgile, qui, né aux champs, n'a jamais oublié son origine, et a chanté l'art géorgique dans une poésie parfaite. Chez les modernes, nous trouvons Tarello, qui le premier donna l'idée des

(1) Nous avions cru ne pas devoir parler de nos contemporains dans la première édition de ce traité, pour ne pas paraître prononcer d'exclusions blessantes. Mais quand un ouvrage s'élève au-dessus de toute rivalité, une pareille crainte doit cesser. Que notre savant confrère, M. Boussingault, nous permette donc ici d'ajouter à la liste de nos livres classiques son *Economie rurale*, dont la deuxième édition vient de paraître. Ce livre réunit tous les beaux Mémoires qui ont fait sa réputation agricole. Le lecteur y trouvera les résultats les plus précieux sur les différents points de l'agriculture et de la zootechnie, qui jusqu'à lui manquaient de données expérimentales.

assolements et de leur théorie. Cet essai, tout informe qu'il est, se trouve dans un petit livre plein de bons enseignements. Puis, parmi nous, Olivier de Serres, le premier livre original d'agriculture écrit en français, et si longtemps le seul. Il y décrit la vie des manoirs des gentilshommes de son temps dans un style animé qui fait passer l'amour de la campagne, le goût du *mesnage des champs*, dans l'âme de ses lecteurs. Sa doctrine est saine, quoique rapide et incomplète ; son style, qui rappelle souvent Montaigne et Amyot, est beaucoup plus inculte que le leur: on aime à se retrouver quelquefois dans la compagnie des esprits vigoureux de ce siècle, heureux près de leur foyer champêtre, après avoir été éprouvés au feux des passions religieuses et des guerres civiles. Les agriculteurs du Midi trouveront de bons conseils dans ce livre, relativement à la culture de leur région ; ceux de tous les pays y profiteront de l'expérience de l'auteur dans leurs rapports avec les fermiers, leurs ouvriers, leurs domestiques, leurs voisins. C'était un temps où il fallait compter plus encore avec les hommes qu'avec les choses.

Les livres de Duhamel sont ceux d'un observateur patient, qui accumulait les faits, répétait les expériences des autres, et y ajoutait les siennes. Mais ils manquent de sève et de vues nouvelles. Il s'était pris de passion pour le système de Tull, et fit son Traité d'agriculture dans le dessein de le propager. Un esprit aussi méthodique et aussi exact ne tarda pas à s'apercevoir que les engrais étaient d'utiles auxiliaires de la culture ; il modifia progressivement ses premières vues en conséquence de ses

essais. Ses livres seront excellents pour celui qui possédera déjà, avec une saine théorie, les moyens de se rendre compte des résultats.

L'abbé Rozier, qui avait vécu quelque temps à la campagne, près Béziers, s'y était beaucoup occupé de vinification et de fermentation ; après avoir rédigé pendant plusieurs années le *Journal de Physique*, se trouvant à Lyon au contact de quelques hommes de mérite, de Bourgela, qui venait d'y fonder l'école vétérinaire, de Latourette, botaniste distingué, il entreprit de rédiger un cours d'agriculture en forme de dictionnaire. Sous le rapport des doctrines physiques et chimiques, Rozier a vieilli, ou plutôt il n'a jamais été au niveau de son temps; comme pratique d'agriculture, il a été un faible compilateur des idées des autres, hésitant entre les doctrines, les exposant sans oser les juger. Aussi la nouvelle édition qu'en donnèrent les membres de la section d'agriculture de l'Institut ne renferme-t-elle presque plus rien de l'ouvrage original. Ce livre avait cependant son genre de mérite; sous des formes qui affectaient d'être didactiques, on y trouvait cet amour de l'art qui est communicatif, un détachement sans arrière-pensée de toute idée de retour vers le monde et de dévouement aux intérêts agricoles. Il n'y a pas dans ce travail une ligne qui vous transporte en dehors de la vie champêtre et des occupations variées et attrayantes qu'elle peut présenter. Je crois que sous ce rapport on pourrait encore le lire avec profit, quand ce ne serait que pour respirer cet air pur que nous ne trouvons plus dans l'atmosphère agitée de notre pays, où les préocupations politiques, le mouvement rapide des

fortunes, les ambitions et les convoitises rivales, ne permettent à personne le repos et la quiétude d'esprit qui accompagne la modération des désirs et la soumission aux lois de la Providence.

Avant de terminer cette longue conversation avec nos lecteurs, nous reviendrons un moment sur une des parties qui font la matière de ce volume. Nous expliquerons les causes qui nous ont obligé à donner à la météorologie agricole un développement plus grand, sous certains rapports, que celui que nous avons consacré à l'agrologie. Pour celle-ci, nous avions des élèves déjà bien préparés par l'étude d'excellents traités de chimie, de physique, de minéralogie, de géologie et de physiologie végétale, ce qui nous dispensait de nous appesantir sur les principes de ces sciences. Nous ne sommes pas si heureux en météorologie. Si les écrits de MM. Biot, Pouillet, Kamtz nous permettent de passer légèrement sur la théorie de la plupart des phénomènes, il est malheureusement trop vrai qu'ils ont traité la science sous un point de vue totalement différent du nôtre. Ils étudiaient les météores dans le but de trouver les lois de la physique générale du globe; nous cherchons principalement leurs effets sur la végétation. Ce but plus spécial exigeait aussi plus de détails, et des détails directement applicables aux faits agricoles, mais qui avaient peu d'importance si on les considérait relativement à la théorie générale de la terre. C'est ici le cas de rappeler ce que nous avons dit dans l'introduction sur les différences qui existent entre la science pure et la science appliquée (pages 5 et 6 du 1er volume). Nous avons fait envisager la métallurgie comme

la science complémentaire de la minéralogie pour arriver au traitement pratique des métaux ; dans cette science, non content de considérer les propriétés générales du fer, nous avons voulu le connaître dans des états autres que ceux sous lesquels il se présente dans la nature. Nous avons étudié le mode de fusion de différents minerais, la nature de leurs fontes, la qualité de leur fer, leur élasticité, leur cassure à chaud et à froid, etc., toutes propriétés qui n'entraient pas dans le plan de la minéralogie, et qui étaient nécessaires pour arriver au but que se proposait la métallurgie. Ces considérations se reproduisent avec toute leur force quand on étudie la météorologie agricole après la météorologie. Ainsi préoccupé des grands problèmes de la physique générale du globe, le météorologiste néglige les détails qui sont les plus importants pour nous. Qu'il soit question, par exemple, des abaissements de température, nous devons consulter leurs effets sur le sol, sur les plantes, les époques où ils arrivent, leur coïncidence avec l'état de la végétation, qui les rendent plus ou moins pernicieux ou indifférents; les régions du globe qu'ils affectent, leurs limites qui indiquent les limites des différentes cultures, les probabilités de leur retour dans chaque lieu, ce qui mesure les chances de réussite de certains végétaux, etc. Toutes ces notions appartiennent bien à la météorologie mais elles importent peu aux physiciens, tandis qu'elles préoccupent vivement l'agriculteur, qui, de son côté, n'attache pas grande importance à l'équilibre de densité des couches d'air qui s'élèvent jusqu'aux limites de l'atmosphère, non plus qu'à l'état des différentes couches

solides qui descendent vers le centre de la terre. Les premiers insisteront sur les questions qui se rattachent à la température de l'espace, à la chaleur intérieure du globe, tandis que nous devons surtout étudier ce qui se passe dans le milieu où vivent nos plantes, la couche d'air en contact avec la terre, la couche de terre où plongent leurs racines.

On ne sera donc pas surpris qu'ayant à écrire pour la première fois un cours de météorologie appliquée à l'agriculture, nous ayons cru devoir exposer avec quelque détail celles des branches de la science sur lesquelles les physiciens avaient passé légèrement. Nous renvoyons à leurs livres pour celles qu'ils ont suffisamment développées, et la nouvelle traduction du petit traité de Kamtz, que vient de nous donner M. Martins, nous dispensera d'entrer dans beaucoup de détails ; mais nous n'avons pu négliger ceux qui y étaient omis. Nous aurions regardé comme impossible aujourd'hui de développer les théories agricoles en laissant une pareille lacune dans l'instruction des élèves ; si nous nous reprochons même un défaut, c'est celui de la brièveté que nous avons dû nous imposer.

En traitant de la mécanique, nous avons été plus à l'aise que pour la météorologie. La matière était mieux préparée, les principes généraux bien posés et développés par d'habiles écrivains. Dans ces derniers temps, la mécanique industrielle a pris une si grande part dans les progrès de la société, que ses problèmes ont été attaqués par tous les côtés. Prony, Navier, Coriolis, Poncelet, Morin, ont aplani le terrain sur lequel Coulomb avait

déjà imprimé ses traces. Nous pourrons donc nous renfermer plus exactement dans notre sujet, nous borner à caractériser les forces qui nous sont plus spécialement propres, leur mode d'application, leurs effets, et à donner les moyens de juger les machines qui se présentent dans la pratique au moyen d'un petit nombre d'exemples. On trouvera ensuite dans les recueils de Leblanc, dans l'ouvrage de Thaër sur les instruments d'agriculture, dans ceux de MM. Mathieu de Dombasle, de Valcour, etc., les descriptions et les figures d'une foule d'instruments auxquels on pourra appliquer les règles qui résulteront de la théorie. Chaque jour voit paraître de nouvelles inventions en ce genre, qui diffèrent souvent très-peu entre elles et de ce qui est déjà connu. Nous sommes loin de méconnaître ce que présentent d'ingénieux certaines dispositions nouvelles, mais nous croyons que les esprits inventifs usent trop d'efforts dans la plupart de ces recherches, et que ces perfectionnements microscopiques ont souvent trop absorbé l'attention des sociétés savantes, des comices et des agriculteurs. Combien de fois n'avons-nous pas répété une expérience curieuse, celle de faire changer de conducteurs et de chevaux les charrues qui avaient lutté dans un concours, et de constater que le vainqueur de la première lutte l'était encore dans la seconde, quoiqu'il eût changé d'instrument et pris celui de son concurrent malheureux! Sans aucun doute les perfectionnements obtenus dans nos charrues ont rendu de grands services à l'agriculture. On ne peut faire aucune comparaison entre les instruments imparfaits de nos pères, dont se servent encore toutes les con-

trées arriérées, et les excellentes charrues de Provence et de Dombasle ; mais il est un point où, une fois arrivés, les perfectionnements sont d'une faible importance. Il n'est aucune de ces charrues nouvelles qui puisse se vanter de diminuer les frais d'un dixième, et qui ne le cède comme instrument de produit à un engrais meilleur et plus abondant, qui, avec le même travail, peut doubler et tripler le produit. C'est toujours vers cette source de richesses que nous croyons devoir diriger l'attention de nos lecteurs; comme en mécanique nous leur montrerons que c'est principalement vers le but d'employer complétement les forces, bien plus que dans les perfectionnements qui diminuent une résistance déjà trop faible relativement à la puissance des moteurs, qu'ils doivent porter toute leur attention pour trouver l'économie qu'ils recherchent.

Quand nous passerons à la seconde partie de ce cours, à celle qui traite de l'agriculture proprement dite, nos lecteurs s'apercevront de la facilité que l'étude préliminaire des sciences accessoires nous donnera pour traiter notre sujet et abréger l'exposition de la science, sans pourtant rien omettre.

COURS

D'AGRICULTURE

MÉTÉOROLOGIE AGRICOLE

> Totæ autem res rusticæ ejus modi sunt, ut eas non ratio neque labor, sed res incertissimæ, venti tempestatesque moderentur.
>
> CICÉRON, *Verrines. De re frumentariâ*, § 98.

AVANT-PROPOS

Les plantes vivent dans la terre et dans l'air : nous venons d'étudier le premier de ces deux milieux ; nous avons recherché sa composition, les éléments qui le constituent, puis ses propriétés physiques, celles des différents sols relativement aux végétaux, et leur valeur relative; c'est maintenant à l'atmosphère que nous allons nous attacher pour reconnaître avec le même soin sa nature, ses modifications et leurs effets sur les plantes. Ce n'est que par l'étude sérieuse des climats que l'on peut parvenir à la connaissance approfondie de l'agriculture, à déterminer les végétaux propres aux différents pays, les assolements qui leur conviennent, et à éviter les fautes qu'a trop souvent causées une imitation servile. « Dans les avantages naturels d'un pays, dit Arthur Young (1), le

(1) *Voyage en France*, t. II. p. 188.

climat est aussi essentiel que le sol, et il est impossible de se former une idée nette de ses propriétés et de ses ressources, à moins de connaître clairement les avantages et les désavantages de ses différents territoires et de savoir les distinguer des effets accidentels de l'industrie et des richesses; » et, en effet, la même nature de terre qui, en Norwège, produit quelques sapins, porte d'abondantes récoltes de blé en Allemagne, se couvre de riches vignobles en France, et sous le Tropique devient le siége de ces belles cultures de végétaux précieux qui donnent le sucre et les épices. Qu'a-t-il fallu pour amener des effets si différents? Des modifications dans la chaleur, la lumière, l'humidité, qui tiennent elles-mêmes à d'innombrables diversités dans les latitudes, dans la situation respective des terres et des mers, la direction des vents, etc. La science qui traite de ces modifications prend le nom de *météorologie*; elle peut se diviser en trois branches principales : 1° la *météorologie* proprement dite, qui s'occupe des phénomènes divers qui se passent dans l'atmosphère, qui les étudie en eux-mêmes, sans chercher à comparer leurs effets dans les différentes parties du globe; 2° la *climatologie*, application de la météorologie pure à la surface de la terre, qui nous apprend la répartition et la succession de phénomènes atmosphériques sur les différents points de sa surface; 3° enfin la *météorognosie*, qui cherche à déduire les phénomènes futurs de l'observation des phénomènes passés et présents.

La météorologie agricole a sa tâche propre, qui consiste à reconnaître les effets de chacun des météores et de chacun des climats sur la végétation. Des tentatives ont été faites dans ce but par Adanson, Duhamel, de Humboldt, Boussingault, etc.; mais nous nous apercevons à chaque pas combien elles laissent encore à désirer. Nous verrons ici, comme dans l'agrologie, le nombre des problèmes surpasser de beaucoup celui des solutions. Est-ce à dire pourtant que nous devions nous abstenir de tracer le cadre qui doit à la fois nous mon-

trer et nos acquisitions encore si faibles et notre trop réelle indigence? Nous ne le pensons pas. Nous croyons qu'ici, comme dans l'agrologie, une exposition complète de l'état de la science appellera sur elle l'attention des hommes studieux, et ne pourra qu'être avantageuse à ses progrès.

Dans cette partie du cours comme dans la précédente, nous passerons rapidement sur l'exposition des principes que nous devons présumer être familiers à nos lecteurs. Nous n'en dirons que ce qui sera nécessaire pour les préparer aux applications agricoles, et si nous insistons davantage sur quelques notions générales, c'est qu'elles n'ont pas encore reçu les développements dont elles sont susceptibles ou qu'elles font partie de nos recherches particulières, et que leur importance pour la science agricole nous a fait un devoir de les détacher du reste de nos travaux scientifiques.

Nous suivrons dans notre exposition l'ordre que nous avons indiqué plus haut pour la division de la météorologie. Ainsi, nous commencerons à traiter des phénomènes pris en eux-mêmes, sans rapport avec leur distribution géographique; ensuite nous traiterons des climats agricoles et enfin de la météorognosie. La tâche que nous nous imposons est trop difficile et trop nouvelle pour que nous n'ayons pas besoin d'un redoublement d'indulgence de la part de nos lecteurs.

PREMIÈRE PARTIE

MÉTÉOROLOGIE PROPREMENT DITE.

La terre est entourée d'une atmosphère formée du mélange de plusieurs gaz et de vapeurs aqueuses, tenant en suspension des sels, des corpuscules organisés, des débris végétaux ou animaux plus ou moins décomposés, et des poussières minérales. C'est à travers l'atmosphère que nous arrivent le calorique, la lumière, l'électricité, fluides impondérés auxquels elle sert de récipient, de conducteur et d'obstacle selon l'état variable de ses mélanges. Avant de rechercher les réactions auxquelles donne lieu le rapprochement de tant d'éléments, nous allons en parcourir la série et les examiner séparément.

CHAPITRE I.

Éléments constants de l'air atmosphérique.

Les physiciens ne sont pas encore d'accord sur la constitution de l'air atmosphérique. Les uns, Proust, Dobereiner, Thompson, etc., entraînés par la constance des proportions des gaz qui s'y trouvent, la considèrent comme un véritable composé chimique formé de 1 volume d'oxygène et de 4 volumes d'azote; d'autres, tels que MM. Dalton, Babinet, etc., partant de considérations physiques, la regardent comme un simple mélange dont les proportions varient selon les hauteurs; la quantité d'oxygène diminuerait sans cesse à me-

sure que l'on s'élève. De nouvelles expériences de MM. Dumas, Boussingault et d'autres chimistes distingués tendent à renverser ces deux hypothèses(1); elles attaquent d'abord la théorie qui considère l'air uniquement comme une combinaison, puisque les volumes des composants ne s'y trouvent pas en rapport simple de 20 à 80 ou de 1 à 4, mais bien en proportion non définie qui est moyennement de 20,90 pour l'oxygène et de 79,10 pour l'azote. Le rapport moyen des poids est de 23,10 d'oxygène et de 76,90 d'azote. Quant à la seconde hypothèse, Dalton paraît avoir été induit en erreur par une analyse fautive de l'air pris au sommet du Faulhorn; des expériences plus exactes ont montré qu'à cette hauteur il avait la même composition qu'à la surface de la terre, et confirment ainsi les résultats de la célèbre expérience aérostatique de Gay-Lussac. L'air atmosphérique est donc un mélange d'azote et d'oxygène dans un rapport à peu près constant, si on considère la moyenne des observations; et c'est ce qui donne aux analyses ce caractère d'uniformité qui est si remarquable; cependant, selon les temps, les lieux, les saisons, on trouve quelquefois des différences que manifestent entre autres les analyses de l'air pris à la surface de la mer.

La physiologie nous a appris l'importance de l'oxgyène pour l'entretien de la vie végétale; la consommation qu'en font les plantes et les animaux a pu faire naître des craintes sur l'avenir. L'atmosphère ne s'épuise-t-elle pas de cet élément, et ne viendra-t-il pas une époque où elle s'en trouvera tellement appauvrie, qu'elle sera impropre à les alimenter? Ces craintes manquent de fondement; car M. Dumas a fait voir qu'en supposant que le total des hommes et des animaux vivant sur le globe représentât mille millions d'hommes, et en négligeant l'oxygène dégagé par les plantes, cette masse d'êtres animés n'absorberait en un siècle qu'une quantité

(1) *Comptes-rendus de l'Acad. des Sciences*, t. XII, p. 1005 et suiv.

d'oxygène du poids de 15 ou 16 cubes de cuivre de 1 kilomètre de côté, tandis que l'oxygène de l'atmosphère représente 134,000 de ces cubes. L'altération de l'air serait donc inappréciable à nos instruments pendant un grand nombre de siècles, en admettant d'ailleurs que la nature n'eût pas pourvu au moyen de rétablir l'équilibre, et que la décomposition seule de l'acide carbonique par les plantes ne suffît pas pour produire cet effet.

Quant à l'azote, nous avons vu dans l'agrologie toute l'importance de cet élément pour la vie organique. Il abonde dans notre atmosphère, et c'est probablement de ses combinaisons produites par les phénomènes électriques et calorifiques que résulte l'ammoniaque et l'acide nitrique mêlé à l'air; car nous savons que l'absorption de l'azote en nature par les végétaux, soupçonnée depuis longtemps, n'a pas été mise encore complétement hors de doute par les expériences de M. Boussingault, et que, même d'après ce savant chimiste, toutes les espèces de plantes ne seraient pas aptes à se l'approprier.

CHAPITRE II.

Éléments variables mélangés à l'air.

Outre l'oxygène et l'azote qui se trouvent dans l'air en proportions presque définies, nous y trouvons plusieurs autres éléments très-variables dans leur quantité: du gaz acide carbonique, de l'eau, des sels, des matières terreuses, des débris végétaux ou animaux modifiés et connus sous le nom de *miasmes*, de l'ammoniaque, de l'acide nitrique, et un principe hydrogéné dont la nature n'est pas encore bien déterminée. Si nous avons cru ne pas devoir insister beaucoup sur les gaz permanents de l'air, parce que la presque invariabilité de leurs proportions rend tout à fait suffisantes les analyses que nous en avons, il n'en est pas de même des

éléments variables. Ceux-ci exercent des actions spéciales sur les êtres vivants, et la végétation est puissamment modifiée par plusieurs d'entre eux : nous devons donc nous occuper sérieusement de leur existence, de leurs proportions et de leurs effets; c'est ce que nous allons faire dans ce chapitre.

SECTION I. — *De l'acide carbonique de l'air.*

Des analyses grossières avaient d'abord fait penser que le gaz acide carbonique se trouvait dans l'air dans la proportion de 1 à 2 centièmes; des procédés plus exacts ont prouvé qu'elle était comprise entre 4 et 6 dix-millièmes. M. Th. de Saussure, à qui les sciences doivent tant d'ingénieuses recherches, a démontré que la quantité de gaz acide carbonique contenue dans l'air libre était variable selon que le sol était humecté ou sec; que, dans le premier cas, il s'emparait de ce gaz, et le laissait échapper dans le second; que l'on observait pendant la nuit une plus grande proportion d'acide carbonique que pendant le jour, ainsi que dans les couches élevées plus riches de ce gaz que les couches inférieures de l'air. Il a observé que dans les villes et les lieux fermés, la variation du jour à la nuit était moins considérable que dans les lieux ouverts; que le vent augmentait la proportion de gaz dans les couches inférieures, mais faisait diparaître la variation de la nuit au jour; que la quantité en était plus grande en été qu'en hiver. Le maximum d'acide carbonique a lieu sur la fin de la nuit, le minimum au milieu du jour. La plus grande augmentation nocturne est du tiers de la quantité diurne. Le maximum à Genève dans une prairie s'est élevé à 5,72; le minimum est descendu à 3,06 sur dix mille parties d'air (1).

De nouvelles expériences montrent que la quantité d'acide carbonique s'accroît progressivement avec l'altitude; qu'elle

(1) *Bibl. univ.*, t. XLIV. p. 23 et suiv.

s'élève jusqu'à 8,7 parties pour 10,000, sur un sommet élevé de 3,364 mètres et que les variations de quantité ne se produisent pas sur les hauteurs comme dans la plaine (1).

On pourrait expliquer la différence d'acide carbonique que présentent le jour et la nuit, en remarquant que la végétation ne décompose ce gaz qu'à la lumière; mais de nombreuses exceptions à la règle ne permettent pas d'attribuer à la végétation la plus grande part dans les variations dont nous venons de parler. M. de Saussure a pensé que leur coïncidence ave celles que présentent les phénomènes électriques doit faire pressentir une liaison entre ces deux ordres de phénomènes.

Les variations si remarquables dans la quantité d'acide carbonique que M. de Saussure a observées à Genève selon les époques des jours et de l'année devront se manifester aussi selon les lieux et les climats divers. Des expériences semblables aux siennes, faites dans des localités éloignées, en donneraient sans doute la preuve et révéleraient une des causes de la fertilité de certaines contrées et de la stérilité de beaucoup d'autres. Rappelons-nous, en effet, que ce même savant a prouvé ailleurs (2) que la végétation était favorisée par un accroissement de l'acide carbonique de l'atmosphère, jusqu'à la proportion de 8 de ce gaz sur 100 d'air, quantité 160 fois environ plus forte que celle qui existe dans l'air que nous respirons aujourd'hui, cette dernière quantité étant comprise entre 4 et 6 dix-millièmes. Si une dose pareille de gaz acide carbonique était mêlée à l'air, les animaux à respiration aérienne cesseraient de pouvoir y vivre, mais les plantes y prendraient un développement considérable. M. A. Brongniart a basé sur cette considération une hypothèse pour expliquer la formation des houillères, en supposant une végétation très-développée de grandes fougères, de cycadées, de conifères, croissant dans un air surabondant

(1) *Annales de chimie et de physique*, 2e série, t. LXXVI, p. 442
(2) *Recherches sur la végétation*, p. 29 et suiv.

en acide carbonique, le dépouillant peu à peu de cette surabondance, solidifiant son carbone et le rendant graduellement propre à admettre la vie animale (1). L'acide carbonique serait ainsi descendu à la faible proportion que l'on trouve aujourd'hui. Peut-être des calculs mathématiques sur la masse présumée des houilles suffiraient-ils pour expliquer cette disparition, sans même avoir recours à la formation de ces innombrables roches carbonatées que l'on pourrait supposer avoir été produites par des éruptions de chaux alcaline et non saturée? En effet, M. Chevandier a montré (2) qu'un hectare de forêts produisait annuellement une quantité de 1,750 kilogrammes de carbone fixé dans son bois. M. Liebig porte cette quantité à 2,000 kil (3), et ce même auteur montre que toutes les autres cultures en fixent à peu près autant; ainsi : 5,000 kil. de foin, 40,000 kil. de betterave, 8,000 kil. de blé et la paille qui en résulte, fixent également près de 2,000 kil. de carbone. Or, le prisme d'air qui s'élève jusqu'aux limites de l'atmosphère, et qui a pour base un hectare, renferme, en admettant sur toute sa hauteur la même quantité d'acide carbonique, 16,900 kil. de carbone : d'où il résulte que la consommation annuelle d'une végétation vigoureuse enlève la 9e partie de tout le carbone de l'atmosphère superposée.

On pourrait donc craindre que la proportion venant à diminuer rapidement, les plantes ne finissent par manquer de cet aliment indispensable. « Mais, dit M. Boussingault (4), aussitôt que cesse l'action vitale, il se produit des phénomènes chimiques d'un ordre opposé à celui de l'assimilation; la décomposition commence, et les principes qui entrent comme éléments de l'être qui a cessé de vivre passent par une foule de transformations dont le résultat final est de

(1) *Annales des sciences naturelles*, 1828, t. XV, p. 225 et suiv.
(2) *Comptes-rendus*, t. XVIII, p. 143.
(3) *Chimie agricole*, 2e édit., p. 14.
(4) *Annales de chimie et de physique*, 3e série, t. LVII, p. 172.

restituer à l'atmosphère le carbone qui lui avait été enlevé. » Ainsi, pourvu qu'il n'arrive pas de ces catastrophes qui ensevelissent tout à coup la végétation du globe et la mettent à l'abri de décompositions ultérieures, comme cela est arrivé lors de la formation des houillières, on pourrait espérer que le carbone de l'atmosphère persistera dans sa proportion actuelle, s'il n'y avait pas une partie de terreau qui se convertît en charbon, et si les masses énormes de madrépores qui se forment chaque année au point d'encombrer certaines parties de la mer ne fixaient irrévocablement une grande quantité d'acide carbonique. Mais il faut considérer aussi qu'il y a des sources de cet acide qui tendent à restituer à l'air celui qu'il peut perdre, et, au premier rang, il faut mettre le dégagement des vapeurs des nombreuses bouches volcaniques dans lequel l'acide carbonique joue un grand rôle. L'avenir et des analyses exactes pourront seuls nous apprendre si ces causes de perte et de gain se balancent, ou si nous marchons vers un nouvel état plus favorable à la respiration animale, et moins favorable à l'absorption végétale, ou vers un autre état tout contraire. Ces analyses exigent un grand soin, des instruments exacts, et ne peuvent devenir populaires.

Nous avons traité assez en détail des fonctions de l'acide carbonique dans notre premier volume, pour que nous n'ayons pas besoin de répéter ici que non-seulement il est absorbé à l'état de gaz par les feuilles, mais aussi que l'eau de pluie en s'en emparant le transmet aux racines des plantes, le met en contact avec les carbonates terreux qu'il dissout, et avec différents autres composés minéraux qu'il modifie.

SECTION II.—*De différentes substances variables qui font accidentellement partie de l'air.*

Nous avons déjà traité (1) de ce qui concerne l'existence

(1) T. I, p. 121 et suiv., 2e et 3e édit

et la formation de l'ammoniaque et de l'acide nitrique, dont l'analyse de l'eau de pluie a constaté la présence dans l'atmosphère. De nouvelles recherches récemment publiées nous engagent à revenir sur ce sujet. Plusieurs chimistes ont cherché à déterminer, par des expériences directes, la quantité d'ammoniaque contenue dans l'air atmosphérique. Fresenius est celui qui a obtenu le résultat *minimum*; et quoiqu'il convienne qu'il faudrait opérer sur des masses d'air plus considérables qu'il ne l'a fait pour avoir une exactitude suffisante, cependant nous adopterons ses chiffres, parce que ses expériences nous paraissent avoir été conduites avec le plus de méthode et le plus de soin. Selon lui, un million de parties d'air renferme pendant le jour 0,098 parties d'ammoniaque, pendant la nuit 0,169, et en moyenne 0,133.

La surface de la terre étant de 5,094,000,000 hectares, et, selon Marchand, le poids total de l'atmosphère étant de 5,263,625,000,000,000,000 kilogrammes, une quantité d'air pesant 103,329,858 kilogr. repose sur chaque hectare de terrain, et contient, par conséquent, 137,429 kilogr. d'ammoniaque. Il n'y aurait donc rien d'étonnant à ce que la pluie et la rosée en ramenassent à la surface du sol par hectare 11 à 12 kilogrammes chaque année, comme semblent l'annoncer les résultats fertilisants de la jachère.

Bergmann, puis Liebig, avaient bien trouvé de l'ammoniaque et des nitrates dans l'eau de pluie, mais ils n'en avaient pas déterminé la quantité. Nous avons recueilli, pendant une année, l'eau de pluie tombée à Orange sur une surface de 10 décimètres carrés. Nous avions soin de l'aiguiser avec de l'acide sulfurique pour transformer les sels ammoniacaux en sulfates. De novembre 1845 à novembre 1846 (année très-pluvieuse), nous avons reçu 111,48 litres d'eau de pluie, qui nous ont donné un résidu pesant 309,6 gr., c'est-à-dire un peu plus de 27 de résidu pour 10,000 parties d'eau tombée.

La moitié de ce résidu, remis à M. Payen pour en doser l'azote, lui a donné 0,022 gr. d'azote, soit pour la totalité 0,044 gr.,et par conséquent 4,40 kilogrammes par hectare. Cette quantité d'azote n'est qu'environ le tiers de celle qui est accusée par la fertilisation de la jachère ; mais il est facile de concevoir que dans notre Midi, où les pluies sont rares en nombre et très-abondantes en quantité, les rosées doivent amener sur le sol une bien plus grande quantité d'ammoniaque que les pluies, surtout si on considère que ce corps est bien plus abondant la nuit que le jour dans les basses couches de l'air, d'après les expériences de Fresenius. Différents accidents ont empêché le renouvellement de cette expérience que nous refaisons en ce moment.

Outre ces substances, les vapeurs aqueuses, dont nous traiterons bientôt, entraînent aussi des sels qui existent dans les eaux qui les produisent : c'est un fait maintenant bien prouvé par les dépôts qui se font dans les salines, aux sources d'acide borique et au-dessus de toutes les chaudières où l'on fait évaporer des dissolutions de sels. Dalton trouva une partie de chlorure de sodium pour 1,000 parties d'eau de pluie à Manchester, dans le voisinage de la mer(1); en 1825, Brandes, ayant fait régulièrement l'analyse des eaux de pluie à Salzoffeln, trouva les résidus suivants :

	Par 10,000 parties.		Par 10,000 parties
Janvier.	65	Juillet.	16
Février.	35	Août	28
Mars	21	Septembre	21
Avril	14	Octobre.	31
Mai.	8	Novembre	27
Juin.	11	Décembre	35
		Moyenne.	26

(1) *Edinburg journal of science*, t. III, p. 176.

L'analyse lui donna de la résine, du mucus, du chlorhydrate de magnésie, du sulfate de magnésie, du carbonate de magnésie, du chlorure de potassium et de sodium, du sulfate de chaux, des oxydes de fer et de manganèse, et des sels ammoniacaux. La plupart de ces sels sont contenus dans l'eau de mer, et sont transportés avec l'eau vaporisée ; ils rendent à la terre ceux qui lui sont soustraits par la végétation et le lavage des eaux pluviales. Un hectare qui reçoit 750 mètres cubes d'eau de pluie par an, ou 750,000 kilogr. d'eau, reçoit donc en même temps 1,950 kilogr. de sels divers. Cette quantité, produit des pluies de toute l'année, est absolument inappréciable à nos instruments, qui n'analysent jamais qu'un petit volume d'air ; mais elle devient reconnaissable dans l'eau de pluie, dont on peut analyser un grand volume.

Dans l'énumération des sels trouvés dans l'eau de pluie, on n'a pas cité les phosphates ; il n'est pas douteux pourtant qu'ils ne s'y trouvent. En effet, dans la vaporisation incomplète de l'eau de mer qui transporte des chlorures sur le continent, il n'y a pas de raison pour que les phosphates, que l'on trouve aussi dans cette eau, ne soient aussi mécaniquement entraînés. Si on ne les a pas signalés, c'est à cause de la difficulté de les atteindre, alors qu'on n'en fait pas l'objet d'une recherche spéciale. Or, avant que l'analyse eût fait trouver l'acide phosphorique dans l'eau de mer, la formation des restes de mollusques et des parties osseuses des poissons était un indice certain de sa présence dans le milieu qu'ils habitent, comme celle de l'iode dans la cendre des vérules l'annonçait dans l'eau de la mer. Au reste, cette question sera résolue directement dès que nous aurons pu nous procurer une assez grande quantité d'eau de pluie, tombée en toute saison.

D'ailleurs on trouvera moins étonnant qu'on n'ait pas rencontré cet acide dans l'eau de pluie, si l'on considère que la terre d'Égypte, qui produit tant de blé et de légumes,

qui doivent se trouver bien pourvus de phosphates, puisqu'ils nourrissent des animaux dont les os en contiennent, n'a manifesté à l'analyse qu'une trace impondérable d'acide phosphorique.

C'est que, en effet, tout l'acide phosphorique nécessaire pour procurer cent récoltes de 1,500 kil. de grains de blé, ne s'élève qu'aux 0,0005 du poids de la couche arable d'un hectare de 25 centimètres de profondeur, quantité que ne peut saisir l'analyse de 2 à 5 grammes de terre. Les pertes annuelles sont réparées, soit par l'inondation, soit par les vapeurs marines, et perpétuent la culture sur ces terrains.

Cependant, l'effet de l'application des engrais qui contiennent des phosphates solubles prouve que l'acide phosphorique fourni par les pluies est insuffisant pour donner de pleines récoltes dans les terrains qui ne reçoivent pas d'alluvions, et qui ne contiennent pas originairement cet acide. Les terrains, au contraire, qui reçoivent les eaux découlant d'autres sols pourvus de phosphates, ceux de formation récente et qui sont tout imprégnés de matières animales, ceux encore qui avoisinent les terrains volcaniques dont les basaltes contiennent de l'acide phosphorique, etc., n'éprouvent aucun effet de l'application de ces engrais à phosphates solubles.

Les vents et la colonne ascendante d'air qui part de la terre pour se rendre dans les régions supérieures de l'atmosphère par l'effet du rayonnement de la chaleur et de l'électricité entraînent aussi une grande quantité de poussière terreuse; l'air en contient constamment. Si l'on ferme hermétiquement la chambre dont l'air paraîtra le plus pur, et si l'on y rentre après plusieurs mois, on trouvera le sol et les meubles couverts d'une poussière que l'air en repos a laissé déposer ; il est facile de l'apercevoir en tout temps, en regardant le trajet d'un rayon solaire pénétrant par un orifice de petit diamètre dans une chambre d'ailleurs obscure. Ces

matières terreuses, transportées par l'air, expliquent l'existence de certaines substances, de la chaux par exemple, que l'on trouve dans des plantes croissant sur des sols qui ne la contiennent pas.

Les plantes pendant la floraison remplissent aussi l'air de leurs odeurs, qui sont des principes hydrogénés. M. Boussingault a trouvé de l'hydrogène dans les analyses qu'il a faites de l'air des lieux malsains. L'existence constante dans l'air de matières volatiles, résineuses, produits de la végétation, ne permet pas de tirer de ces résultats les conclusions qu'il y cherchait et qu'il propose avec une sage réserve; mais ils attestent au moins que l'hydrogène entre aussi pour sa part dans la composition variable de l'air, soit qu'il tire sa source des émanations des marais, des exhalaisons des plantes, des bouches des volcans, ou qu'il ait toute autre origine.

Mais les miasmes que M. Boussingault cherche à saisir et à analyser ont une si grande influence sur l'agriculture, sont un si grand obstacle à ses progrès dans les pays naturellement les plus fertiles, que nous devons nous y arrêter un moment.

On sait généralement que les bords des marais, des étangs, des lieux où les eaux croupissent et se dessèchent, sont malsains à habiter; que les hommes y sont sujets aux fièvres intermittentes, pernicieuses; à la fièvre jaune, au choléra, à la peste. Des contrées entières sont connues par les maladies qui sévissent sur les habitants pendant une partie de l'année. Les côtes plates des mers nous en présentent de malheureusement célèbres, les étangs de Languedoc, les maremmes, les marais Pontins, les rivages d'Alexandrette, le delta du Nil, etc. Les désastres qui ont suivi les expéditions aux bouches du Niger et des autres fleuves de l'Afrique; l'insalubrité des îles qui se trouvent aux bouches du Gange et dans une foule d'autres points des côtes de l'Inde, sont présents à tous les souvenirs et rappellent les noms de leurs nombreuses victimes.

Des savants anglais ont conclu de faits recueillis récemment sur la côte d'Afrique où règne le *malaria*, que ces effets funestes étaient produits par l'arrivée d'eaux courantes, contenant des sulfates, dans des marais et des eaux stagnantes où elles provoqueraient la décomposition de matières végétales et le dégagement de gaz acide sulfhydrique (hydrogène sulfuré). En effet, ils avaient reconnu la présence de sulfates dans l'analyse des eaux du Niger et de celles de la mer de la côte d'Afrique.

On sait depuis longtemps que le mélange des eaux douces dans les flaques et les marécages salés développe le mauvais air, et que partout, comme sur la côte d'Afrique, on le supprime en faisant cesser ce mélange. On en cite des exemples frappants sur le littoral de la Méditerranée entre Pietrasanta et Pise. Mais cet assainissement tient-il à l'absence du gaz acide sulfhydrique, ou à celle d'autres produits ou ferments azotés qui, en se mêlant à l'air, sous le nom de miasmes, portent les germes des maladies dans les organes? Cette dernière hypothèse nous paraîtra la plus probable tant qu'on n'aura pas constaté expérimentalement que le gaz acide sulfhydrique, dont on connaît d'ailleurs les propriétés délétères à faible dose, est susceptible à doses plus faibles encore de produire les genres de maladies causées par le *malaria*, qu'il est séparé de l'air atmosphérique tamisant à travers des canevas et des arbres, et qu'il suit le cours des vents sans se mêler à l'air qui est hors de leur direction, toutes propriétés que l'on reconnaît à l'air des marais.

En effet, M. Rigaud, de Lille, a observé des positions, en Italie, où l'interposition d'un rideau d'arbres préservait tout ce qu'il abritait, tandis que les parties découvertes étaient sujettes aux fièvres. Les moines de Franquevaux, en se tenant constamment sous de doubles enveloppes de canevas, pouvaient prendre impunément la fraîcheur du soir et du matin, qui frappait de fièvres tous ceux qui avaient l'audace

de le respirer à découvert (1). Cette même pratique est encore suivie avec soin par toutes les personnes qui habitent la campagne pendant la saison dangereuse.

Les vents qui traversent les foyers miasmatiques étendent et propagent les germes de maladie jusque bien loin avant dans les terres. Les physiciens sont généralement d'avis que l'infection est produite par des miasmes développés par la putréfaction des animaux et surtout des végétaux aquatiques mis à sec. Des corpuscules entraînés par les vapeurs d'eau s'élèvent jusqu'à une certaine hauteur, en rapport avec leur gravité et leur force ascensionnelle. Autour des marais Pontins, ils ne dépassent pas la hauteur de 2 à 300 mètres. Au Mexique, M. de Humboldt assure qu'ils atteignent 900 mètres d'élévation (2).

Le miasme disséminé dans un air sec paraît y être en dose si minime, que non-seulement il est inaccessible jusqu'à présent aux investigations de la science, mais encore qu'il n'est pas susceptible d'affecter gravement les êtres vivants; il en est autrement quand l'air est refroidi par le rayonnement du soir et par celui de la nuit. Alors se précipite dans les couches basses de l'air une masse d'humidité qui transporte le miasme avec elle en le concentrant; et quand cette rosée vient à se vaporiser de nouveau aux premiers rayons de soleil, elle entraîne avec elle ces mêmes miasmes dans son mouvement ascensionnel. Englouti en assez grande quantité par la respiration, par la déglutition, absorbé par les pores, il manifeste ses effets délétères. Dans les pays de mauvais air on ne saurait trop se préserver contre ces alternatives de précipitation et de vaporisation de l'humidité atmosphérique.

Les terrains qui ont été longtemps sous les eaux conservent pendant une longue série d'années la propriété d'émettre des miasmes; les terres neuves soumises pour la première fois à

(1) Rigaud de Lille, *Recherches sur le mauvais air.*
(2) *Essai sur le Mexique*, t. IV, p. 524, in-8°.

la culture présentent à l'action de l'atmosphère une foule de corps organiques conservés à l'abri du contact de l'air, qui entrent alors en décomposition, et ont des effets délétères bien connus des pionniers américains et des nouveaux colons. En outre, M. A. d'Orbigny a observé en Amérique des vallées très-fiévreuses où passait une eau courante non sujette à se dessécher, et qui paraissait parfaitement pure. Dans les climats ardents de la zone équinoxiale, la nature entière est animée, et l'évaporation entraîne toujours avec elle les produits d'une masse en fermentation, là même où rien ne semble l'annoncer. Les terrains habituellement secs et sans végétation y sont les seuls où l'air soit parfaitement pur; si ce n'est quand, par leur élévation, les terrains humides rentrent dans une zone plus tempérée et où la lenteur des actions chimiques ne produit pas instantanément une quantité considérable de miasmes.

La difficulté de trouver la cause matérielle de ces désordres a fait aussi attribuer les fièvres endémiques aux grandes oscillations de température que l'on remarque dans ces climats entre la nuit et le jour. Mais il est nombre de lieux fort sains qui présentent ces oscillations, et sans changer de pays on trouve, à côté les unes des autres, des localités, soumises aux mêmes influences thermométriques, dont les unes sont salubres et les autres infectées. Sur la lisière des marais Pontins, les habitations construites sur le bord de la mer et sous le vent des marais n'éprouvent point de fièvres, tandis que celles qui sont dans les marais ou au-delà des marais sous l'influence des vents chauds et humides qui les traversent y sont très-exposées. A Rome même, le côté de la rue qui reçoit directement l'impression de ces vents est fiévreux, tandis que le côté opposé est salubre. Il y a donc dans l'air une influence particulière qui cause l'infection.

En vain on aurait recours à l'eudiomètre pour la signaler, les matières morbifiques sont en trop petite quantité pour pouvoir être distinguées dans un aussi petit volume. Moscati

s'est servi pour les condenser, dans les rizières du Piémont, d'un globe de verre rempli de glace, qui précipitait la vapeur aqueuse à sa surface; Rigaud de Lille a employé une espèce de toiture de verre à vitres, sur laquelle la rosée abondante des marais du Languedoc venait se déposer.

L'eau de rosée recueillie dans les lieux infectés est d'une couleur blanchâtre; on y voit flotter une multitude de filaments blancs dont elle ne se dépouille qu'après plusieurs filtrations; elle est inodore, légèrement alcaline; après quelque temps de repos l'eau de chaux et l'acétate de plomb y produisent un léger précipité floconneux. D'après les analyses de Vauquelin, elle contient de la matière animale, de l'ammoniaque, du chlorure de sodium et du carbonate de soude. Il serait à désirer que ces analyses fussent reprises avec toutes les ressources qu'offrent les progrès de la chimie. La matière organique enlevée par la vaporisation était sans odeur au moment où elle fut recueillie, et n'annonçait aucune putréfaction préalable; mais elle ne tarda pas à fermenter: on lui trouvait une odeur d'œufs pourris et il s'en dégageait de l'ammoniaque. M. Rigaud n'eut pas le temps de compléter les expériences qu'il avait entreprises sur les effets de la rosée des marais administrée aux animaux; mais on sait que dans ces contrées les moutons qui le matin broutent l'herbe humide sont exposés à la pourriture et au sang de rate. Il y a là un vaste champ de recherches à entreprendre pour nos jeunes savants du Midi, et dans leurs travaux ils ne manqueront pas de se guider sur les principes exposés par M. Chevreul dans son remarquable rapport sur le lait des vaches (1).

On constatera la présence de matières organiques dans l'air des lieux que l'on soupçonnera recéler des principes d'infection, en se servant du procédé indiqué par M. Boussingault (2). Peu après le coucher du soleil, il posait deux verres

(1) *Comptes-rendus de l'Académie*, t. VIII, p. 380 et suiv.
(2) *Annales de chimie*, octobre 1834.

de montre creux sur un support : dans l'un il versait de l'eau distillée chaude, afin d'en mouiller la surface et de lui communiquer une température supérieure à celle de l'air ambiant; l'autre restait dans son état naturel, mais, se refroidissant par l'effet du rayonnement nocturne, il ne tardait pas à se couvrir d'une rosée abondante que le verre chaud ne condensait pas. Alors, ajoutant une goutte d'acide sulfurique pur dans chaque verre et évaporant à sec, on voyait une trace de matière charbonneuse adhérente au verre où la rosée avait été déposée, si elle contenait des matières étrangères, tandis que le verre qui n'en avait point reçu était parfaitement net. Si un moustique tombait dans l'eau, on avait le temps de l'enlever avant de verser l'acide.

Il ne faut pas croire cependant que les matières organiques dont la présence est ainsi constatée aient toujours des propriétés délétères. L'enceinte des abattoirs, les voiries, les lieux où se font sentir les émanations des latrines, donneraient sans doute des traces charbonneuses très-marquées, et cependant, les fièvres ne résultent pas de la respiration de leur air; les bouchers jouissent d'une santé remarquable. On a lieu de croire que les miasmes nuisibles sont en général de nature végétale; ceux qu'avait recueillis M. Rigaud avaient une odeur de plante brûlée quand on les incinérait; les bords fiévreux des étangs sont couverts de plantes aquatiques en décomposition, et le nombre des animaux qui s'y trouvent mêlés est très-petit. Dans ses explorations des marais Pontins, M. Rigaud remarquait que l'odeur marécageuse n'annonçait pas toujours l'infection fiévreuse, et qu'elle était surtout à craindre dans des lieux dont l'air paraissait pur et inodore. Il semblerait donc que le miasme est un corps organisé, premier produit de la fermentation des végétaux aquatiques, mais doué encore de vie et n'ayant pas subi lui-même de décomposition; que son introduction dans la circulation des êtres vivants est une véritable inoculation, et que quand il est atteint lui-même par la mort et la putréfaction,

il produit des odeurs désagréables, de l'hydrogène carboné et de l'hydrogène sulfuré, de l'ammoniaque, mais qu'alors il cesse d'être délétère. Quoi qu'il en soit de cette hypothèse, la présence des matières charbonnées dans le verre qui a reçu la rosée n'implique l'existence des miasmes fiévreux qu'autant que la santé des hommes et des animaux est habituellement sujette aux maladies dans la contrée où se fait l'expérience.

L'absence d'une population condensée près de lieux infectés en fait le siége d'une grande agriculture, qui, par son importance, son étrangeté, son indépendance, la vie aisée et libre que l'on y mène, a un grand attrait pour les propriétaires. La difficulté de vendre de grands domaines ainsi placés les y attache par un nœud indissoluble; ils sentent le besoin d'exercer une surveillance immédiate dans ces déserts où les cultures et par conséquent les dépenses se font sur une si vaste échelle: aussi peu d'entre eux résistent à la tentation de les habiter souvent et longtemps, et l'on compte parmi eux de nombreuses victimes du mauvais air, dont le sort ne rebute pas leurs successeurs. Nous dirons donc pour eux, comme pour les ouvriers qu'ils occupent, qu'il est des précautions qui peuvent les garantir *jusqu'à un certain point* des dangers de l'infection. 1° Ne jamais sortir avant que la rosée soit dissipée, rentrer avant qu'elle tombe. C'est aux travaux du matin, confiés spécialement aux hommes, que l'on doit attribuer la plus grande mortalité de ce sexe. 2° Ne pas sortir le matin à jeun, et prendre avant de s'exposer à la fraîcheur une boisson excitante comme le café ou le thé, de préférence aux spiritueux. Elle communique un léger état fébrile qui préserve de l'invasion. L'état de stupeur qui succède au premier effet des spiritueux est au contraire propre à favoriser l'absorption des miasmes. 3° Entretenir les fonctions de la peau en portant des gilets de flanelle. 4° Quoique les propriétés désinfectantes des chlorures n'agissent probablement pas sur les miasmes comme sur les odeurs,

cependant, dans le doute, on ne doit pas les négliger et on peut se créer une atmosphère chlorurée en portant sur soi, à portée de la respiration, des substances qui exhalent de ces gaz, telles que le chlorure de chaux. Un vieux garde des marais Pontins faisait détonner chaque soir une pincée de poudre à canon dans sa cabane, et dégageait ainsi un gaz que la tradition lui faisait regarder comme salutaire. Cette pratique tendrait à indiquer l'utilité de l'acide sulfureux et du protoxyde d'azote comme préservatif *de l'infection* miasmatique. 5° Planter en avant des habitations d'épais rideaux d'arbres sur la direction des vents humides et chauds. 6° Garnir toutes les portes et fenêtres de châssis de canevas, pour que dans les temps chauds on puisse les ouvrir sans introduire de miasmes. 7° Boire des eaux de rivière filtrées préférablement à celles des puits, et si l'on n'a que de ces dernières, les aiguiser au moyen d'un filet de vinaigre ou d'acide citrique. 8° Le chef d'une de ces exploitations jetées loin des centres de population doit étudier attentivement les symptômes de début des fièvres pernicieuses et être pourvu de doses préparées de médicaments, afin de prévenir les dangers qui résultent de la répétition des accès avant l'arrivée du médecin.

CHAPITRE III

Du Calorique.

SECTION I. — *Chaleur intérieure de la terre.*

Nous interrompons ici l'étude des substances en suspension dans l'atmosphère. Avant de parler de l'eau et de sa vapeur, nous traiterons des fluides impondérables qui la modifient si fortement, et nous commencerons par le calorique. La surface de la terre et l'atmosphère qui la recouvre le reçoivent de trois sources.

1° La chaleur intérieure que possède le globe se propage du centre vers la périphérie; elle élève à peine de $\frac{1}{30}$ de degré la température de la surface, mais elle devient sensible à mesure que l'on pénètre dans son intérieur, à proportion du degré de conductibilité des couches de terrains. Nous savons par les observations faites au fond des mines et par les creusements de puits artésiens que cette chaleur augmente progressivement et d'environ 1 degré :

A Lille	par 25^{m},459	A Genève	par 32^{m},55
Au puits de Grenelle.	par 32, 3	A Saint-Ouen . . .	par 35, 65

En même temps que l'intérieur de la terre transmet à la surface son contingent de chaleur, celle-ci éprouve de la part des autres sources, de la radiation des étoiles et du soleil, des modifications importantes qui affectent les couches supérieures du sol jusqu'à des profondeurs variables, selon les latitudes et la conductibilité des terrains, modifications que nous étudierons plus tard.

2° La deuxième source du calorique, c'est la température de l'espace céleste, provenant de l'irradiation de cette multitude d'étoiles qui couvrent le firmament. La chaleur qui en provient étant très-faible et inférieure à celle du globe terrestre, devient négative pour lui, et dans les rayonnements réciproques, la terre perd plus qu'elle ne gagne. Fourrier admettait que la température de l'espace était de —52° environ; mais M. Pouillet la porte à —142°, tandis que Poisson veut qu'elle ne soit que de —13°.

3° L'irradiation du soleil est la troisième source de la chaleur du globe. Elle communiquerait à chaque point de la surface d'une sphère homogène et dépouillée d'atmosphère une température proportionnelle au sinus de l'angle d'incidence de ses rayons. De sorte que, sous les mêmes parallèles, on aurait des chaleurs égales aux mêmes époques de l'année. Mais bien des causes viennent modifier cette action ; d'abord l'existence d'une atmosphère qui absorbe une partie des rayons

calorifiques, d'autant plus grande que la couche d'air est plus épaisse, et par conséquent que le soleil est plus près de l'horizon.

Quand l'air n'est pas pur, mais est mêlé de beaucoup d'eau à l'état de vapeur ou à l'état vésiculaire, l'absorption du calorique partant du soleil est plus grande, et il en arrive moins encore à la surface de la terre. Quand il y est parvenu, il est conduit dans l'intérieur avec plus ou moins de vitesse, selon la nature et l'état des corps qui composent cette surface.

En l'absence de soleil, pendant la nuit, la terre rayonnant vers l'espace, plus froid qu'elle, tend à se mettre en équilibre avec lui et lui restitue la chaleur qu'elle a reçue. Cet équilibre serait promptement rétabli, et l'on passerait avec rapidité de la chaleur diurne à un froid intense, si l'air laissait passer avec autant de facilité la chaleur obscure renvoyée par la terre que la chaleur lumineuse qu'elle a reçue du soleil. Les vapeurs aqueuses opposent de plus grands obstacles encore à cette transmission : c'est ainsi que l'atmosphère et les nuages tendent à retarder le refroidissement de la surface du sol.

La surface de la terre n'est pas homogène ; elle est composée de plaines, de montagnes, de mers, de cultures diverses ou de déserts stériles. Toutes ces différences entraînent des modifications importantes dans la distribution de la chaleur. Les eaux absorbent moins de rayons solaires que les terres, mais les restituent aussi avec plus de lenteur : elles ont donc une température plus égale. Une surface sèche, sablonneuse, colorée, acquerra une température beaucoup plus élevée qu'une surface humide et blanchâtre ou couverte de végétaux.

Enfin l'atmosphère est loin d'être en repos ; l'air échauffé ne cesse de s'élever pour céder la place à l'air plus froid qui se meut pour le remplacer, ce qui produit les vents, et la direction de ces vents les rend humides ou secs, selon les surfaces qu'ils parcourent ; l'air est ainsi plus ou moins transparent, plus ou moins propre à transmettre la chaleur. Ce

sont toutes ces causes qui produisent les différences de climats dont nous parlerons dans la deuxième partie, mais qui produisent aussi les variations entre le jour et la nuit, entre les jours, entre les mois et entre les saisons.

La température influe sur les plantes de plusieurs manières : par son excès, par son défaut, par sa durée, par sa continuité : ainsi nous devrons rechercher les termes des *maxima* et des *minima* de température, soit dans l'air, soit dans la terre, c'est-à-dire dans les deux milieux où se passe la vie des plantes. Cette observation de chaque jour nous donnera les *maxima* et *minima* absolus qui nous indiqueront la possibilité de l'existence des différents végétaux dans le lieu de l'observation, selon leurs aptitudes relatives à supporter le froid et le chaud; elle nous indiquera la température moyenne des mois et des saisons qui nous font juger de la durée de température propre à mener les plantes à leur maturité; et enfin les oscillations de cette température qui, par son défaut de continuité, amène des accidents divers qui influent sur l'action de la végétation.

Pour déterminer la température d'un lieu au moment de l'observation, on se sert du thermomètre dont on connaît les propriétés. On devra toujours se pourvoir des meilleurs instruments sortis des ateliers des artistes les plus renommés. Néanmoins on devra les vérifier en les plongeant dans de l'eau où l'on aura mis à fondre une quantité suffisante de glace. Cette épreuve devra être répétée au moins tous les ans; car l'on sait que le zéro de l'échelle est sujet à se déplacer par les changements moléculaires qui surviennent dans le verre du tube et de la boule, et il faut tenir compte de ces déplacements dans les observations. Si l'échelle thermométrique s'élève jusqu'au degré de l'eau bouillante, il faudra aussi vérifier le terme supérieur, et plonger la boule dans la vapeur de l'eau en ébullition; sinon, il faudra le comparer à un bon thermomètre étalon, ou au moins à un thermomètre vérifié sur un étalon.

Le thermomètre destiné à observer la température de l'atmosphère doit être placé à l'ombre, isolé, autant que possible, des objets environnants, préservé du rayonnement du sol par une planchette, et de celui du ciel par un petit toit.

Le minimum de la température a lieu ordinairement un peu avant le lever du soleil; mais comme on risquerait souvent de manquer l'observation à cause des occupations astreignantes de la campagne, on pourra se servir d'un thermomètre à *minima*, dont la marche aura été soigneusement comparée à celle du thermomètre à mercure bien vérifié. On construit aussi des thermomètres à *maxima* qui peuvent suppléer à la présence de l'observateur vers deux heures et demie après midi, heure de la plus haute température atmosphérique. On ne l'emploiera aussi qu'après exacte vérification. En possession de ces deux instruments, on pourra régler les heures des observations ordinaires à neuf heures du matin, midi, trois heures, neuf heures du soir, comme les heures les plus convenables pour embrasser les phénomènes météorologiques les plusimportants.

Nous avons toujours ajouté à ces observations, dans un but d'utilité agricole, deux thermomètres à *minima* et à *maxima*, placés près du sol, et un autre dont la boule était recouverte d'un millimètre de sable blanc.

Le thermomètre à *minima*, dans cette position, nous indique des températures minima plus basses que celles du thermomètre placé dans l'air, et nous tient en éveil sur les risques des gelées blanches; et celui à *maxima*, entouré des rayonnements caloriques de la terre échauffée par le soleil, monte plus haut que le thermomètre placé dans l'air, et nous apprend les influences que les plantes reçoivent de la chaleur solaire. Le thermomètre placé sous le sable témoigne de l'échauffement de la couche supérieure du sol par les effets de soleil, et nous fait comprendre la différence qui existe entre les jours nébuleux et les jours clairs, comme entre les climats brumeux et ceux qui sont habituellement sereins.

Section II. — *Des maxima de température.*

Un certain degré de chaleur est nécessaire pour faire entrer la sève des plantes en mouvement; nous verrons que ce degré diffère dans chaque espèce de plantes. La végétation s'accélère et devient plus luxuriante, si, en continuant à fournir à la plante une humidité correspondant à l'accroissement de son évaporation, on augmente la chaleur ambiante. Dans ces conditions, les parties herbacées et la tige de la plante se développent largement, de nouveaux bourgeons ne cessent de se former et d'éclore; si quelques-uns fleurissent, ils forment peu de graines, la sève étant sans cesse appelée vers le haut par l'éclosion et l'élongation de ces nouveaux bourgeons. L'accroissement en hauteur ne se ralentit qu'à mesure que la chaleur restant la même ou devenant croissante, l'humidité diminue et cesse d'être surabondante : alors les bourgeons fleurissent plus complétement et finissent par fructifier.

Mais il est, pour chaque plante, un degré maximum de chaleur, qu'elle peut supporter, au-delà duquel elle se flétrit et meurt. Si certains cryptogames résistent à l'action de l'eau bouillante dans les sources thermales, la plupart des végétaux aériens que l'on a soumis à l'épreuve paraissent ne pas résister à une température de l'air de + 50°. Cette température ne se rencontre que passagèrement à la surface du sol pendant quelques heures du jour, mais elle ne descend pas jusqu'aux racines, et ne s'élève pas jusqu'aux feuilles caulinaires des plantes. Burckardt a bien observé des thermomètres à 47°,4, à Esné dans la Haute-Égypte, mais c'était pendant la durée du Chamsin, vent chaud du désert, et pendant un petit nombre d'heures; c'est aussi dans des circonstances extraordinaires analogues que l'on a eu : 45°,3 à Bassora; 44°,7 à Pondichéri; 40°,0 à Madras; 39°,7 à Palerme; 38°,4 à Paris. A 16 centimètres du sol, il nous est

arrivé à Orange d'observer le thermomètre à 44°,5, tandis qu'il n'était qu'à 39° à 2 mètres d'élévation. M. Sonnerat dit avoir vu, à Luçon, un petit lac dont l'eau prend la chaleur de 86°,2, et où vivent des poissons et végétaux, des *agnus castus* et des *aspathes* (1). Ces extrêmes, quand ils ne sont pas très-répétés, fatiguent momentanément les plantes, mais ne peuvent pas détruire la végétation. Ce qui est surtout important pour elles, c'est la température moyenne des *maxima* pendant l'époque de la végétation. Chaque végétal exige, pour parvenir à tout son développement et à sa maturité complète, une succession de chaleur qui n'est pas uniquement exprimée par les moyennes de jour; il lui faut, en outre, des moyennes de *maxima* proportionnées aux besoins de ses organes. En 1843, les olives n'ont pas bien mûri en Provence, elles ont rendu peu d'huile: la température moyenne, bien qu'un peu plus basse que dans les autres années, n'explique pas ce défaut de maturité. Elle a été complète dans des années qui n'avaient pas une chaleur moyenne supérieure; mais les *maxima* nous donnent plus de 3 degrés de moins que leur moyenne annuelle, et 7 degrés de moins que les années chaudes. Certaines plantes, les plantes alpines, par exemple, ne peuvent supporter sans souffrir des *maxima* élevés. L'observation des *maxima* de température et de leurs effets sur les plantes est donc très-essentielle, et devrait être étudiée en détail sur les différents végétaux, mieux qu'on ne l'a fait jusqu'ici.

Section III. — *Des minima de température. Effets du froid.*

L'influence du froid sur les plantes est tout autrement marquée que celle de la chaleur. Comme le climat que nous habitons nous présente fréquemment des abaissements de température au-dessous de la congélation de l'eau, tandis qu'il faut chercher sur des points spéciaux du globe, et dans des

(1) *Journal de physique*, 1774, p. 256.

circonstances extraordinaires, les coups de chaleur qui ont pu agir d'une manière fâcheuse sur la végétation, il s'ensuit que l'on n'a guère que quelques expériences sur les effets de la chaleur, tandis que les observations des effets du froid sont très-nombreuses, mais elles présentent une multitude de contradictions, venant, en général, de ce que ces effets ne peuvent être appréciés que par la comparaison de la température et de l'état de la végétation au moment où elle reçoit l'impression frigorifique, tandis que l'on n'a trop souvent considéré que la température et les résultats du froid. Les faits épars et disparates que nous possédons ne peuvent être ramenés à une doctrine générale qu'au moyen d'une analyse faite avec plus de soin.

Si nous examinons les cas dans lesquels les végétaux ont ressenti les atteintes du froid, nous parvenons à constater deux effets bien distincts.

1° Sur les jeunes pousses des arbres et des plantes, sur les bourgeons fraîchement éclos, dont le développement est encore herbacé et n'a pas encore pris une consistance ligneuse, ou au moins plus serrée et plus abondante en fibres ligneuses, comme sur les plantes à végétation continue, dont la sève est en mouvement tant que la chaleur et l'humidité ne leur manquent pas, telles que celles de la zone équatoriale, par exemple, l'impression d'un degré de froid assez vif pour arrêter l'impulsion de la sève engorge les canaux ou les vide, et produit la désorganisation des tissus, cause la mort des parties ligneuses, selon que la force et la durée frigorifique a été plus ou moins prolongée. L'abaissement de température nécessaire pour crisper les fibres et arrêter le mouvement de la sève varie selon la nature de la plante. Ainsi, nous voyons les jeunes pousses de chêne résister même à la température de la formation de la glace; celles de mûrier, de figuier, de luzerne, etc., périr à cette température; celles des plantes de serre se flétrir sans retour à celle de 4°,6 au-dessus de zéro.

2° La prolongation du froid à un haut degré d'intensité énètre aussi les parties ligneuses, et peut, selon la nature du végétal, faire périr même le tronc. Le degré absolu de froid que l'arbre peut supporter indique invariablement la limite de sa végétation. On est loin de connaître ce point extrême; peut-être même ne le connaît-on pas exactement pour une seule plante, car il ne suffit pas pour cela de connaître sa limite topographique. Elle peut s'y arrêter autant par la difficulté de fructifier et de se propager, autant par la décurtation constante de ses scions que par une température assez froide pour pénétrer jusqu'à la moelle de l'arbre et à ses racines et pour produire leur désorganisation. On sait seulement qu'un grand nombre de végétaux périssent entièrement désorganisés dans toutes leurs parties quand ils ont éprouvé un degré de froid relatif à leur nature. Mais, admettrons-nous que, dans tous les cas, le mûrier blanc périra comme dans l'Ain en 1838, quand il éprouvera une température de—25°; que celui des Philippines ne résistera jamais à celle de—15° qui l'emporte ordinairement auprès de Paris? Pour arriver à cette conclusion absolue, il faudrait pouvoir affirmer que, dans aucun cas, ces arbres n'ont résisté à une température plus basse, ce qui est loin d'être démontré.

Ainsi, aptitude propre de chaque espèce de végétal pour supporter un certain degré d'abaissement de température; aptitude décroissante de chaque partie du végétal à mesure qu'elle est plus imprégnée de sève, plus aqueuse, moins ligneuse, moins volumineuse; le bourgeon supportant un moindre degré de froid que le scion, le scion que le rameau, le rameau que la branche, la branche que le tronc, et enfin le tronc que les racines, car au volume de celles-ci, il faut ajouter celui de la terre qui les recouvre, et que le froid doit pénétrer avant de les atteindre. C'est cette dernière raison qui explique pourquoi on empaille les arbres sensibles au froid pour retarder l'atteinte qu'ils peuvent en recevoir.

Il ne suffirait donc pas de connaître l'abaissement extrême

de température que peut supporter chaque arbre pour expliquer sa mort, il faudrait encore connaître la durée de cette température extrême. Un moment suffit pour détruire le bourgeon baigné de rosée; il faut plus longtemps pour le rameau; le tronc ne périt qu'après une longue succession de froids; la racine résiste presque toujours.

Mais ce qui rend plus difficile la détermination de ce degré extrême, c'est que nous voyons les ravages du froid dépendre souvent beaucoup plus des circonstances du dégel que de l'intensité même du froid et de l'état des cultures.

Les gelées les plus fortes paraîtraient être de peu d'effet sur un grand nombre d'arbres et de plantes, si elles étaient suivies d'un dégel lent et graduel. C'est ainsi que; quand les hommes surpris par les grands froids ont un membre gelé, la gangrène se manifeste sur-le-champ si on approche ce membre du feu; tandis qu'il ne reste aucune trace du mal si, frotté d'abord avec de la neige, ou trempé dans l'eau à la température de la glace fondante, puis successivement amené par des frictions à une température plus élevée, le membre n'arrive que par degrés au point de chaleur qui lui est naturel. Cette même expérience peut se faire sur des végétaux; ainsi une racine de navet gelé exposée subitement au soleil se décompose aussitôt, tandis que, si on la plonge dans un vase plein d'eau à zéro, elle se dégèle et conserve toutes ses qualités. Flaugergues ayant placé en janvier des plantes de blé dans un vase plein d'eau, elles y furent exposées à plusieurs alternatives de gelée et de dégel; repiquées dans la terre le 2 mars, elles reprirent bien et donnèrent des épis longs et bien nourris (1). Les végétaux éprouvent dans le nord, et malgré leur manteau de neige, qui quelquefois est léger, des températures au moins aussi froides que celles de nos grands hivers du midi, et cependant on n'y signale jamais, pour les plantes de la culture ordinaire, les résultats

(1) *Journal de pyhsique*, 1780, t. XV, p. 486.

désastreux des hivers. Cela provient uniquement de ce que les dégels y sont plus humides et plus graduels; tandis que, en avançant vers le midi, il se manifeste de ces dégels subits, déterminés par l'influence d'un beau soleil et qui frappent de sphacèle toute la végétation, qui n'avait éprouvé cependant qu'un degré de froid médiocre. C'est par la même raison que les gelées sont d'autant plus meurtrières qu'elles arrivent plus tard et que sans parler de celles qui surviennent quand la sève est déjà en mouvement, celles des mois de février et de mars, si souvent suivies de dégels rapides, même dans les pays du nord, sont plus funestes aux plantes que les gelées bien plus intenses de décembre et de janvier.

L'étude particulière que nous avons faite des circonstances de la mortalité des oliviers est aussi applicable à d'autres végétaux, avec les modifications que comportent leur nature et leur situation en terre(1). Ainsi en 1709, du 9 au 11 janvier, on eut—14°,5 en Provence; le 12 le dégel arriva subitement, les feuilles des oliviers se flétrirent, le bois des branches sécha, l'écorce sphacelée se détacha du tronc. En 1789, les grands froids durèrent du 20 décembre 1788 au 8 janvier suivant: le thermomètre descendit à—15°,65 à Orange; le dégel eut lieu subitement par l'arrivée d'un vent de sud chaud qui remplaça le vent du nord, et l'on perdit la plus grande partie des oliviers. Le 11 janvier 1820, nous eûmes à Orange un froid de—13°, qui fut de—15° à Joyeuse, placé aussi à la limite de la région des oliviers; les vents du sud-ouest ayant amené le 15 un changement dans la température et par un beau soleil, une grande mortalité frappa les oliviers de la Provence, et d'autant plus qu'ils étaient en dehors de l'action du vent. Le même phénomène eut lieu en 1830; tandis qu'en 1745, 1748, 1766, 1802, par une température de—10°, le dégel, accompagné d'un grand vent du nord, ne fut pas suivi de mortalité dans tous les lieux non abrités et

(1) *Mémoires d'agriculture*, t. II. p. 365 et suiv.

qui se trouvaient dans le courant d'air. Cela s'explique facilement lorsqu'on sait que dans ces conditions le vent abaisse de 6 degrés au moins la température produite par la chaleur directe, et de beaucoup plus celle produite par la chaleur réfléchie des rayons du soleil, enlève l'humidité à mesure que la glace se fond et, en augmentant la rapidité de l'évaporation, produit du froid sur les organes des plantes.

De même en 1755, 1768, 1811, une gelée provoquée par une température de —12°,5 à —10° ne produisit aucun mauvais effet, parce que le dégel fut accompagné de pluie, et qu'il eut lieu graduellement et à une basse température. Les seuls endroits frappés en 1811 furent ceux où la pluie manqua.

Quand la sève est en mouvement et que les organes des plantes sont abreuvés de sucs, des froids beaucoup moindres peuvent avoir des effets aussi funestes si les circonstances du dégel ne sont pas favorables, et dans cette saison avancée, comme nous l'avons dit, il est bien plus ordinaire de voir succéder un soleil brillant et chaud aux gelées nocturnes. C'est ainsi qu'en 1838 un grand nombre de vignes périrent dans le Lyonnais et même dans le Languedoc, après avoir supporté une gelée de seulement —4 à —5 degrés ; tandis que des oliviers transplantés dans l'automne de 1829 après avoir eu la tête coupée, et par conséquent étant privés de tout mouvement de sève, résistèrent parfaitement au froid.

Ainsi la cause principale du mal produit par le froid peut être attribuée à la rapidité du dégel, et si l'on examine l'état des organes frappés de mort, on trouve les cellules rompues, leurs débris nageant dans le liquide, et, quelques jours après, les fibres ligneuses et les tissus noircis et comme brûlés. Duhamel explique ce fait par l'accroissement de volume de l'eau qui passe à l'état de glace. Alors, dit-il, tous les organes qui la contiennent sont violemment distendus ; si le dégel est subit, ces parties ne peuvent reprendre subitement leur premier état : de là vient l'altération de l'intérieur

du végétal. Cette explication mécanique est loin de nous satisfaire; nous la chercherions plutôt dans la soustraction rapide d'une grande quantité de calorique que la glace passant à l'état liquide enlève aux parties solides de la plante, modifiant ainsi profondément leur état moléculaire, et les privant de leur cohésion et de leur élasticité.

Les gros arbres, par cela même que leurs troncs et leurs branches font ombre sur une partie de leur pourtour, périssent plus rarement en entier que les petites plantes. La partie frappée par le soleil est seule nécrosée; d'où résulte dans la suite un défaut dans leur bois; la couche annuelle manque en cet endroit. Buffon et Duhamel, en comptant, en 1757, les couches complètes d'un arbre qu'on avait abattu, constatèrent que la couche de bois imparfaite qu'ils appelèrent *faux aubier*, remontait à l'année 1709, si tristement célèbre dans les fastes météorologiques. Les arbres résineux, par la nature même de leur sève, sont beaucoup moins exposés que les autres aux effets de la gélivure.

Quand la gelée a pénétré jusqu'à la racine des arbres et l'a désorganisée, on voit ces arbres néanmoins pousser avec assez de vigueur au printemps, mais ils se fanent et périssent au mois de mai suivant. La sève qui stagnait dans les vaisseaux du tronc a suffi pour alimenter cette première végétation, qui ne se renouvelle pas. C'est à la noirceur de la moelle qu'on reconnaît que les arbres ont souffert de la gelée.

Quelquefois les arbres sont plus fortement atteints dans les terrains humides, comme cela arriva l'an 1789 (1) en Beaujolais; les vignes plantées dans les terrains humides périrent, tandis qu'elles n'éprouvèrent pas de mal dans les terrains secs. D'autres fois, on remarque, au contraire, que les arbres sont préservés dans les terrains humides, et qu'ils sont plus frappés dans les terrains secs (2). On conçoit très-bien qu'il y a ici des effets qui tiennent aux circonstances du dégel, et

(1) *Journal de physique*, t. XXXV, p. 392.
(2) *Mémoires de l'auteur*, t. II, p. 378 (note).

d'autres à la profondeur à laquelle est parvenue la gelée. Sur un terrain humide, si le dégel est lent, l'eau à une basse température fait sur les racines l'effet de la neige sur les membres d'un homme gelé. D'un autre côté, si la gelée est très-profonde, si elle a enveloppé pendant longtemps les racines, elle peut les avoir frappées de mort avant même l'action du dégel.

L'état des cultures influe beaucoup aussi sur les effets que le froid produit sur les arbres. On a remarqué depuis longtemps qu'en rompant la liaison des particules du sol, en diminuant ainsi sa conductibilité, le travail fait avant l'hiver au pied des arbres, et l'amoncellement de la terre autour de leur tronc et sur leurs grosses racines, ce que l'on appelle en un mot *chausser un arbre*, les garantissent des fâcheux effets de l'abaissement excessif de la température. En 1830, notre plus grande perte en oliviers eut lieu sur les arbres que la précocité de l'hiver n'avait pas permis de chausser; elle fut insensible sur ceux pour lesquels cette opération avait pu être terminée à temps. Le fumier déposé sur les racines et le bas du tronc avant l'hiver nous fit éprouver aussi de la perte. La litière forme autour des racines un corps spongieux qui se charge d'humidité, puis de glaçons qui font adhérence avec elles et y entretiennent longtemps l'action du froid.

Il résulte de tout ce que nous venons de dire, que nous aurons surtout à considérer relativement aux effets frigorifiques: 1° l'intensité de l'abaissement de température; 2° sa durée; 3° l'époque où il arrive, comparé à l'état de la végétation.

L'abaissement de la température pendant la nuit ne provient pas seulement de l'absence du soleil, mais aussi du rayonnement de la terre vers les espaces célestes. Dans les pays où le ciel est habituellement serein, les *minima* de température s'écartent plus des *maxima* que dans ceux qui sont brumeux. Le rayonnement nocturne, s'exerçant sans

obstacle, y abaisse considérablement la température pendant la nuit; et le soleil, lançant aussi directement ses rayons sur la terre et sur les plantes, y élève la température diurne. La distribution des *minima* est donc loin de se faire sur le globe en raison de la latitude, mais dépend aussi des circonstances qui rendent l'atmosphère plus ou moins humide. La rigueur des hivers, les *minima* absolus, intéressent à un haut point l'agriculture, 1° en fixant une limite aux plantes à végétation continue ou très-prolongée, à celles qui sont le plus sensibles à un froid intense ; 2° en obligeant à renfermer les bestiaux pendant la nuit dans des constructions coûteuses, en resserrant par là le cercle où l'on peut les faire paître, en obligeant à leur attacher des gardiens plus nombreux, chargés de soins plus minutieux, en faisant disparaître de bonne heure les herbes frappées par la gelée, en réduisant les propriétaires à nourrir les bêtes pendant l'hiver de fourrages secs, conservés à grands frais, enfin en bannissant cette facile administration des bestiaux qui, dans les pays brumeux, à température égale, à hiver doux, permet de laisser le bétail toute l'année aux champs et sans abri, comme cela a lieu dans les latitudes tempérées, et sous le climat des côtes occidentales et des îles, ainsi que nous le voyons pratiquer en Angleterre, au grand profit des cultivateurs. Cette faculté n'existe que là où les *minima* diffèrent peu des *maxima* et où ils diffèrent peu entre eux ; en un mot, dans ceux où la courbe (1) que l'on tracerait pour représenter la marche de la température diurne se rapprocherait le plus possible de

(1) C'est la première fois que nous parlons des courbes qui représentent les phénomènes météorologiques; il est bon d'avertir nos lecteurs que nos courbes se tracent sur un plan, d'après la méthode adoptée par les géomètres pour la construction des courbes. On mène deux droites $o\,x$, $o\,y$ perpendiculaires entre elles, qu'on appelle axes; sur l'un de ces axes on porte des longueurs qui représentent le temps, et par les différents points de division obtenus on mène des parallèles à l'autre axe, lesquelles représentent l'intensité du phénomène à l'époque indi-

la ligne droite. On conçoit dès lors toute l'utilité de l'observation des *minima* absolus, c'est-à-dire de ceux qui indiquent la plus forte descente du thermomètre.

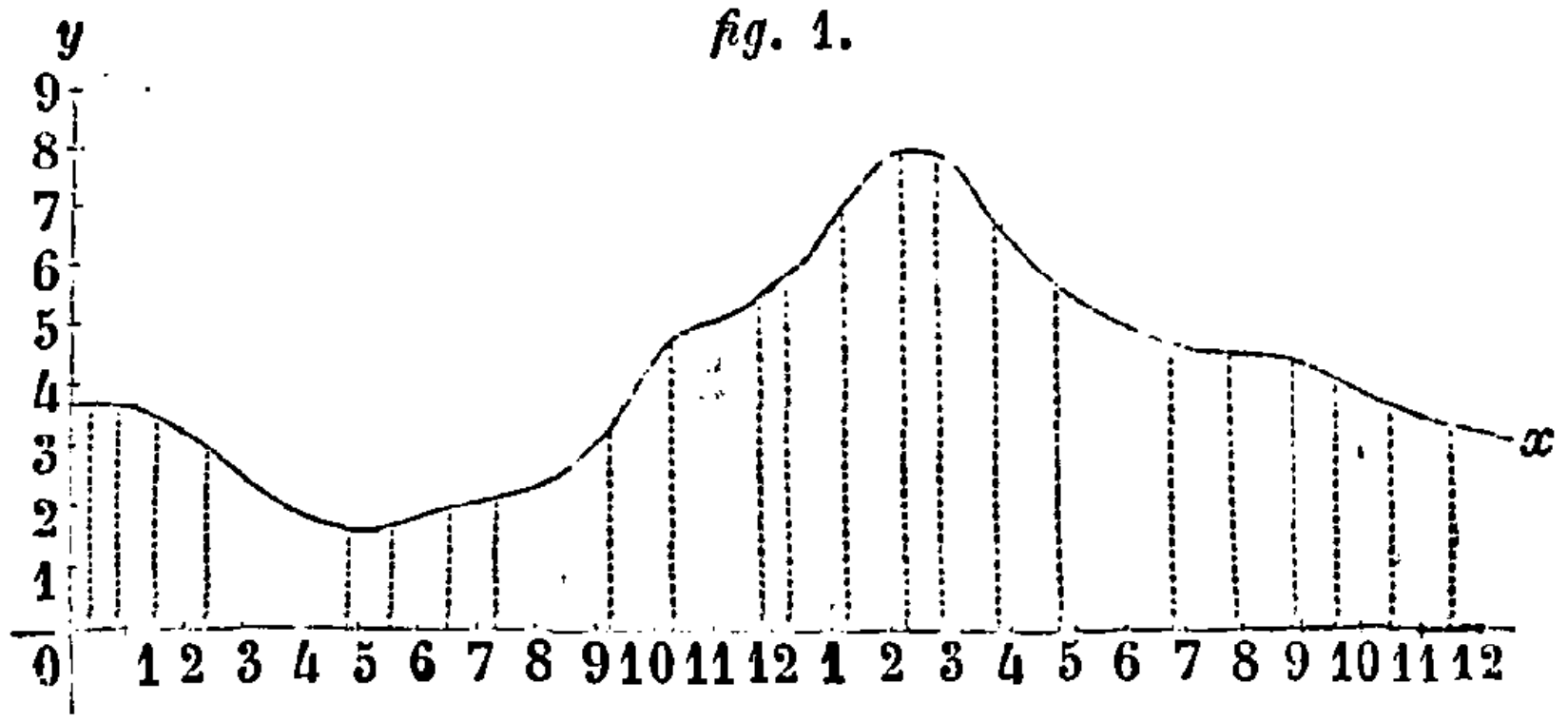
L'observation continue des *minima* indique bien l'abaissement nocturne de chaque jour, mais ne dit rien de la continuité des gelées, car les *minima* n'expriment que l'intensité de froid d'un moment, et il est utile de connaître sa durée. Le thermomètre peut descendre accidentellement bien au-dessous de zéro quelques moments avant le lever du soleil et produire une légère croûte de glace ; et quelque fâcheuse que cette congélation subite, suivie d'un prompt

quée par la division. Ainsi, pour tracer une courbe qui représente la marche de la température diurne, on porte successivement l'unité de longueur sur l'axe $o\,x$, à partir du point o, en marquant les points de division par les chiffres 1, 2, 3, etc. Par les points de division, on mène des parallèles à l'axe $o\,y$, dont la longueur contienne autant d'unités qu'il y en a dans la température observée à l'heure correspondante. On joint par une courbe continue les différents points obtenus, et on a la courbe des températures diurnes, c'est-à-dire que, si en un point quelconque on mène une parallèle à $o\,y$ jusqu'à la rencontre avec $o\,x$, la longueur de cette parallèle est la température à l'heure indiquée par le pied de cette parallèle. Exemple :

COURBE DES TEMPÉRATURES HORAIRES.

Moyenne de janvier à Padoue.

fig. 1.



dégel, soit pour les plantes, cette circonstance n'implique pas que les tissus ligneux ou animaux aient beaucoup à en souffrir; mais le prolongement de cette même température pendant une nuit, pendant plusieurs nuits consécutives, et pendant les jours qui les suivent, produit une épaisseur de glace plus considérable : il en résulte que la profondeur à laquelle le froid peut avoir pénétré est plus grande, et l'impression qu'il a dû faire plus nuisible.

L'astronome Flaugergues, qui a si bien senti dans le cours de sa longue carrière tous les points par lesquels la météorologie se liait à l'agriculture, a proposé de prendre l'épaisseur de la glace pour mesure de l'effet produit, et a inventé pour l'observer un instrument qu'il a nommé *kruomètre*. Nous arrivons bien plus simplement au même but au moyen d'un vase ouvert par le haut, rempli d'eau et abrité du rayonnement nocturne sur les côtés par des matières mauvaises conductrices, telles que la paille, par exemple. Chaque matin, on rompt la couche de glace, et l'on en mesure l'épaisseur. On voit alors que cette épaisseur est loin d'être toujours en rapport avec le chiffre du *minimum*, mais qu'elle est une fonction de ce chiffre et de la durée de temps pendant lequel a régné la basse température. Adanson se trompait donc en assignant l'épaisseur de 9 millimètres par 5°,75 d'abaissement au-dessous de zéro, 45 millimètres par 15° et 54 millimètres par 17°,5 ; car la durée du froid devait aussi être prise en considération. En 1778, Adanson trouvait que l'épaisseur de la glace formée du 4 janvier au 22 était de 170 millimètres ; mais, en recueillant la glace chaque jour, il avait trouvé 561 millimètres, et il observait judicieusement qu'il aurait obtenu un plus grand produit s'il l'eût recueillie d'heure en heure (1).

L'observation de l'épaisseur de la glace formée de 24 en 24 heures nous a donné :

(1) *Mémoires de l'Académie des Seiences*, 1778, p. 428.

A Orange, moyenne de 24 années :

En automne	20 millim.	pour	8 jours de gelée.
En hiver	398 —		47 —
Total. . . .	418 —		55 —

ou par jour de gelée 7,46 millimètres.

A Middelbourg, moyenne de 4 ans :

En automne.	277 millimètres.
En hiver.	1,220
	1,497 millim. en 52 jours de gelée.

ou par jour de gelée 28,8 millimètres.

A Rome, moyenne de 6 ans (1784-89) :

En automne.	16 millim.	en	14 jours.
En hiver.	250 —		1,6
	266 —		15,6

ou par le jour de gelée 17 millimètres,

Les différences que l'on remarque ici ne pourraient servir à établir correctement l'échelle de la rigueur des climats, parce que les observations de Rome renferment l'année 1789, dont l'hiver fut très-rude. Si l'on en faisait abstraction, l'épaisseur moyenne de la glace ne serait plus que de 141 millimètres ; le nombre de jours de gelée de 12, et l'épaisseur de la glace par jour moyen de gelée 11,7 millimètres. On voit dans ces comparaisons que Rome a le quart seulement du nombre des jours de gelée d'Orange, mais que ces jours donnent une épaisseur de glace plus forte, qu'ainsi son climat est moins sujet aux gels et dégels successifs, et est sous ce rapport plus favorable à la végétation que celui d'Orange. Quant à Middelbourg, il est influencé par sa position insulaire qui ne lui donne qu'un petit nombre de jours de gelée, mais aussi par sa position septentrionale qui y cause des gelées bien plus fortes que celles de notre midi. Ce genre

d'observations peut devenir la source des considérations agricoles les plus importantes, et nous ne saurions trop le recommander aux agriculteurs intelligents.

Flaugergues ne s'est pas borné à observer l'épaisseur de la glace en rapport avec l'intensité et la durée du froid, il a encore cherché à les comparer avec la profondeur de la gelée en terre; ses observations se faisaient sur un carré de jardin passé à la bêche et bien nivelé. Un premier tableau, continué pendant plusieurs années, nous donne seulement la profondeur de la gelée en terre pour la durée de chaque période de gelée (1).

Années.	Nombre de jours de gelée.	Epoque du minimum de température.	Minimum absolu.	Profondeur de la terre gelée.	Profondeur de la gelée par jour.
1766.	32	10 janv.	— 11°11	466 mill.	14,6 mill.
1767.	13	11 janv.	— 11,12	257	19,7
1768.	8	5 janv.	— 12,5	244	30,5
1776.	7	31 janv.	— 12,9	238	34,0
1778.	11	9 janv.	— 6,2	243	22,1
1779.	21	16 janv.	— 8,4	392	18,7
1782.	14	18 févr.	— 10,0	284	20,3
1784.	21	21 et 26 janv.	— 8,8	298	14,2
1789.	33	31 déc. 1788	— 18,1	585	17,7

Pour tirer des conclusions numériques de ce tableau, il faudrait autre chose que la connaissance du minimum absolu; celle de la température moyenne nous serait aussi nécessaire. Cependant Flaugergues observe que tant qu'il gèle dans l'air, la terre gelée, qui prend ce degré de froid, le communique à la couche immédiatement au-dessous, et ainsi successivement, quoique le froid ait diminué. Mais il est bien évident que, quoique la continuité de la gelée soit un des grands éléments de la question, la rapidité de la propagation doit tenir à l'intensité du froid reçu, d'où dérive

(1) *Journal de physique*, 1820, t. I, p. 143.

une plus grande différence de température entre les couches successives de terre.

Cependant, si nous disposons ce tableau selon l'ordre du nombre de jours de froid, nous trouverons encore d'autres conclusions que celles énoncées par l'auteur. Nous avons alors :

	jours.	millim.		
1776.	7	34,0	de prof. de gelée en terre	par jour de gelée.
1768.	8	30,5	—	—
1778.	11	22,1	—	—
1767.	13	19,7	—	—
1782.	14	20,3	—	—
1779.	21	18,7	—	—
1784.	21	14,4	—	—
1766.	32	14,6	—	—
1789.	33	17,7	—	—

On trouverait ici qu'en faisant la part du degré plus ou moins bas de la température, la gelée pénétrerait plus vite en terre les premiers jours que les jours suivants; que la température intérieure du sol lui opposerait des obstacles toujours plus grands à mesure que la profondeur augmenterait ; enfin, il paraîtrait que la durée a un effet bien plus marqué sur cette profondeur que l'intensité elle-même. On y voit, par l'exemple du grand hiver de 1789, que la gelée pénétrerait au plus dans le climat de la Provence à une profondeur de 0,6 mètre de terre soulevée, et moins encore si l'on interposait entre les couches de terre une couche de corps moins bons conducteurs, tels que les roseaux, sans les mettre en contact avec les racines.

Flaugergues nous donne une autre série d'expériences pour le mois de janvier 1779 :

	Thermomètre. Matin. 7 heures.	Soir. 2 heures.	Etat du ciel,	Vents.	Epaisseur de la couche de glace.	Profondeur de la gelée en terre.	Approfondiss. de la gelée en terre par jour de gelée.
3	—3,8	—5,0	Serein.	N. fort.			
4	—3,8	—1,1	Nuageux.	N. tr. f.			
5	—3,8	—1,1	C., grésil.	*Id.*	88 mill.		
6	—3,8	—1,1	Couvert.	*Id.*	111		
7	—3,8	—0,6	Serein.	*Id.*	89		
8	—2,5	—2,5	Couvert.	*Id.*	68		
9	—6,2	—3,1	Nuageux.	*Id.*	124		
10	—7,5	—2,5	Couvert.	N.			
11	—5,2	—2,5	Nuageux.	N. tr. f.			
12	—5,6	—0,6	Serein.	N.			
13	—6,1	—3,1	*Id.*	N. tr. f.	90	175 mill.	15,9 mill.
14	—6,3	—3,1	*Id.*	N.			
15	—6,3	—3,1	*Id.*	*Id.*			
16	—8,4	—2,8	*Id.*	N. léger,		244	17,2
17	—7,8	—1,2	*Id.*	*Id.*			
18	—7,8	—0,6	*Id.*	N. tr. l.			
19	—6,2	—0,0	*Id.*	N. l.	111		
20	—5,0	—2,6	*Id.*	*Id.*	55	352	19,6
21	—6,0	—1,9	*Id.*	*Id.*	93		
22	—6,2	+3,8	Nuageux.	N. tr. l.	97		
23	—1,9	+2,8	Serein,	N. l.	10	192	18,6

Nous avons vu précédemment qu'une gelée de 21 jours (1779, 1784) nous avait donné, avec une température minimum absolue de—8°,8, tantôt un approfondissement de la gelée en terre de 18,7 mill., tantôt de 14,2 mill. Ici, nous trouvons, avec un minimum absolu de—8°,4 et par 21 jours de gelée, un approfondissement de 18,6 mill Si nous examinons plus à fond notre dernier tableau, nous reconnaîtrons que :

			millim.
Du 3 au 13, la température moyenne étant de. . .	— 3,3	l'approfondissement de la gélée a été par jour de.	15,9
Du 14 au 16.	— 5,0	— —	23,0
Du 17 au 20.	— 3,9	— —	27,0
Du 21 au 23.	— 3,1	— —	13,3

Ici apparaissent, à côté des effets de la durée, ceux de l'intensité : la gelée est assez faible jusqu'au 8; elle a péné-

tré dans le sol, mais toujours avec plus de difficulté à mesure qu'il lui a fallu traverser une couche plus profonde; les froids du 9 au 13 ont produit dans la période suivante, du 14 au 16, une plus grande rapidité de la propagation de la gelée intérieure; ceux du 14 au 16 ont agi sur l'observation du 20, le thermomètre était remonté, mais la progression d'approfondissement était encore croissante; enfin, la température augmentant dès le 17, on en remarque l'effet sur l'observation du 21 au 25.

Il est facile de voir que pour parvenir à quelque chose d'exact dans ce genre, il faudrait une plus longue série d'observations, et des observations plus détaillées. Les lacunes qui existent dans la colonne qui indique l'épaisseur de l'eau glacée ne permettent pas de les comparer avec la marche de l'approfondissement de la gelée en terre. Flaugergues a aussi prétendu que, quoique la terre fût couverte d'une couche de neige de plus de 0,30 mètres d'épaisseur, la gelée descendait aussi profondément et avec autant de rapidité que si la terre était découverte. Les expériences de M. Boussingault prouvent au contraire que la neige agit comme un écran, et qu'en abritant le sol, elle le soustrait aux effets du rayonnement. Pendant la durée du froid, le thermomètre placé sur la neige était toujours plus bas que celui qui en était recouvert.

Il peut être utile aux cultivateurs qui ont des transports à faire en hiver, de connaître les fardeaux que peut supporter la glace, selon ses différentes épaisseurs, pourvu qu'elle repose sur l'eau. On a trouvé qu'à

0^{m},04 d'épaisseur, elle supporte un homme isolé.
0,095, l'infanterie peut y passer en files espacées.
0,10 à 0,13, elle porte des pièces de 8 sur des traîneaux.
0,13 à 0,15, elle porte des pièces de 12 sur des traîneaux.
0,16 à 0,19, l'artillerie de campagne attelée peut y passer. C'est donc cette épaisseur qui indique la possibilité de traverser des espaces glacés avec des charrettes à chargement ordinaire.
0,20 à 0,24, elle porte les pièces de 24 sur des traîneaux.
0,27 à 0,32, elle porte les plus lourds fardeaux.

Après avoir parlé des effets de l'intensité et de la durée d'une basse température, nous arrivons à ceux qui résultent de l'époque où elle se présente. Les plantes que le cultivateur destine à passer l'hiver en terre sont celles qui n'ont pas à redouter le retour fréquent de froids assez intenses pour qu'elles ne puissent y résister. La plupart d'entre elles sont moins préparées à supporter les conséquences des dégels subits. Ainsi, les céréales d'hiver perdent bien la plupart de leurs feuilles à la suite de ces dégels, mais elles ont une vitalité robuste qui leur donne le moyen d'en produire de nouvelles; il en est de même de la plupart des fourrages artificiels. Dans un terrain sec ou siliceux dont les parties n'ont pas une adhérence nécessaire entre elles, les gelées et les dégels d'hiver n'ont pas une influence fâcheuse pour ces plantes, et dans certains cas, elles les délivrent d'une foule d'insectes et de petits animaux, qui pullulent dans les hivers doux; mais dans un terrain argileux, toujours plus ou moins humide, si une gelée légère a pénétré peu profondément en terre, l'accroissement de volume que prend la couche gelée la soulève et la détache de la couche inférieure; il peut arriver alors que les radicules qui pénétraient dans cette couche soient rompues, que la plante soit soulevée en même temps, et que, lors du dégel, la terre se pulvérisant, ses racines restent nues, détachées de la terre. Alors le végétal meurt, ou bien, ne tenant plus au sol que par un petit nombre de racines, il souffre, jaunit et ne revient à la santé qu'après un certain laps de temps passé à produire de nouvelles radicules. Si cet accident se répète fréquemment, tous les jours, par exemple, après une gelée de nuit, comme cela arrive quelquefois, les végétaux en éprouvent une rude atteinte, et leur vie peut être compromise. Aussi les cultivateurs redoutent-ils cette succession de petites gelées nocturnes, suivies de jours chauds, bien plus qu'un degré intense et prolongé de froid.

Les effets ne sont plus les mêmes quand il est question d'ar-

bustes ou d'arbres. Alors le végétal enraciné plus profondément, ne pouvant être arraché, les gelées superficielles lui causent peu de mal quand il n'est pas encore entré en sève ; mais quand la végétation a commencé, il suffit d'un degré de froid assez léger pour détruire les parties végétales encore tendres, à peine développées, consistant presque entièrement en cellules à parois peu solides, mucilagineuses ; elles peuvent être détruites par une température qui ne descende pas au-dessous de zéro. Le danger est d'autant plus grand que l'air est plus humide, et que le froid détermine la précipitation de l'humidité et la production de la gelée blanche. Alors l'eau, ayant imbibé le tissu spongieux des jeunes pousses, se dilate en passant à l'état de glace : cette augmentation de volume détruit les cellules végétales, et ainsi se trouvent supprimés les bourgeons, les fleurs et les fruits à peine noués des arbres et des plantes. On peut craindre ces funestes effets jusqu'à une époque qui varie selon celle de la pousse et de la floraison des différents végétaux. En automne, les gelées blanches précoces détruisent les dernières pousses des plantes délicates, surtout celles des légumineuses, et les scions terminaux encore herbacés des arbres. Cette décurtation des branches est surtout sensible pour les mûriers, dont elle arrête la croissance.

La gelée blanche se produit quand l'abaissement de la température, causé par le rayonnement nocturne, est assez grand pour faire descendre au-dessous de zéro le thermomètre isolé de terre et placé près du sol. Il faut à la fois que l'air soit très-humide et qu'il y ait une parfaite dissolution de la vapeur, qui laisse une entière transparence à l'atmosphère, d'ailleurs sans nuages. Ces circonstances ne se rencontrent pas partout au même degré. On observe depuis quelque temps cette disposition au rayonnement au moyen de l'*éthrioscope*, qui consiste en un thermomètre placé au centre d'une demi-sphère, isolée à $0^m,15$ du sol. La boule du thermomètre est ainsi vue de tous les points du ciel, sans pouvoir recevoir les émanations calorifiques de la terre. Faute d'avoir encore un

assez grand nombre de ces observations, on peut juger du pouvoir rayonnant d'un lieu par la fréquence des gelées blanches. Ainsi, à Orange, nous avons, en moyenne, 17,7 gelées blanches, tandis qu'à Rome nous en trouvons 63,8. A Rome, nous voyons arriver une gelée blanche en juin, le thermomètre étant dans l'air à $+15^0$; tandis qu'à Orange, le rayonnement ne produit pas plus de 8^0 de refroidissement. Dans l'Inde on se procure artificiellement de la glace en plaçant une jatte peu profonde, remplie d'eau, sur un tas de paille peu pressée; on voit alors le rayonnement abaisser la température de 19^0 au moins, et peut-être de 20^0 à 25^0. Au rapport de Garcilasso di Vega, quand les Péruviens voient le temps très-clair, à l'époque de la pousse des plantes, ils mettent le feu à leurs fumiers pour produire un brouillard artificiel qui intercepte la vue du ciel, arrête le rayonnement, et prévient la gelée blanche.

La fréquence de la gelée blanche, fâcheuse pour toutes les cultures, est surtout fatale à celles de la vigne, du mûrier et des arbres fruitiers, dont elle détruit les bourgeons. En Italie, on appelle la terre d'Otrante la province des fleurs, à cause de la fréquence des gelées blanches de printemps qui enpermettent pas que les fruits leur succèdent. Quand on connaît le retour moyen de ce phénomène dans un climat, on peut réellement assigner la réduction probable des récoltes de ces végétaux; c'est ce que nous avons essayé de faire pour le mûrier. Rappelons ici cet examen qui pourrait servir de type pour estimer le dommage que l'on pourrait éprouver dans d'autres situations et sur d'autres genres de culture.

De 1813 à 1830, on a éprouvé à Orange quatre gelées blanches à la fin d'avril et au commencement de mai, après le développement de la feuille du mûrier, et on a fait les observations suivantes :

1° Le 30 avril 1817; cette gelée ne fit mal qu'aux vignes et aux mûriers nains; les grands arbres, qui se trouvaient

en dehors de la couche de vapeur condensée n'eurent aucun mal;

2° Le 1^er^ mai de la même année, il y eut une nouvelle gelée blanche qui fut plus forte; les grands arbres eux-mêmes en souffrirent dans les lieux bas;

3° Le 21 avril 1825, la gelée blanche sévit sur les arbres placés dans les lieux abrités, d'où le vent ne chassait pas la vapeur condensée; elle ne produisit aucun effet sur ceux qui étaient en rase campagne;

4° Le 30 avril 1826, la gelée ne détruisit pas la feuille, mais la jaunit; les vers à soie se trouvaient mal de cet aliment, et il y eut une mauvaise récolte de cocons.

Ainsi, pendant dix-sept ans, la gelée blanche n'a sévi que quatre fois, en trois années différentes, après la foliation du mûrier; elle n'a attaqué que partiellement la feuille deux fois; elle l'a altérée une troisième. On pourrait donc craindre cet événement à Orange tous les cinq ans, et l'expérience nous apprend qu'il causerait une perte moyenne d'un quart de la récolte (1) : c'est donc $\frac{1}{20}$ de réduction probable par an pour la plaine d'Orange, située au centre de la vallée du Rhône; les pays moins abrités éprouvent une plus forte réduction. Ainsi à Lavaur on se plaint d'une chance de gelée blanche qui noircit la feuille du mûrier tous les trois ans; à Paris, la réduction moyenne ne serait que de $\frac{1}{24}$ par an. Il est évident qu'en avançant vers le nord ces chances doivent diminuer, puisque les oscillations de température deviennent de moins en moins fortes vers le solstice d'été et que le mouvement de la végétation s'y rapproche toujours plus de cette époque.

Chacun connaît la célébrité de la lune rousse, si redoutée des cultivateurs. On donne ce nom à la lune qui, étant nouvelle en avril devient pleine vers la fin de ce mois et souvent dans le mois de mai. On l'accuse d'être contraire à la végé-

(1) *Voir* cette discussion dans nos Mémoires d'agriculture, t. III, p. 208.

tation et de geler les jeunes pousses des plantes. M. Arago a expliqué complétement cet effet dans l'*Annuaire du Bureau des Longitudes* pour 1833. Le phéomène ne dépend nullement de la lune, mais de ce que cette époque est celle où la végétation entre en mouvement, et où la température minimum ordinaire est assez basse pour que, par un ciel pur, la température des plantes et des bourgeons isolés du sol descende, en vertu du rayonnement nocturne, au-dessous du point de la formation de la glace.

Section IV. — *Des températures moyennes.*

La température moyenne d'un jour est la somme des températures observées aux différentes époques équidistantes de ce jour, divisée par le nombre d'observations. Plus les observations sont nombreuses et plus l'on approche de la véritable moyenne. On a plusieurs séries d'observations faites d'heure en heure (1). Leur examen nous apprend que l'on peut approcher beaucoup de la véritable moyenne en choisissant quelques époques particulières de la journée. Ainsi, on a trouvé que les demi-sommes de température de deux heures homonymes du matin et du soir se rapprochent de la moyenne de la journée; que parmi elles, celles de 8 heures du matin et de 8 heures du soir s'en rapprochent plus encore, mais que l'on obtient un résultat plus exact en prenant le quart de la somme des observations faites à 4 heures et 10 heures du matin, 4 heures et 10 heures du soir; ou le tiers de la somme des observations faites à 7 heures du matin, midi et 10 heures du soir. L'assujettissement qu'entraîne le choix de ces heures d'observations rend ces méthodes impraticables pour les personnes qui ont des affaires. Aussi, pour déterminer la moyenne du jour, ces personnes trouveront préférable de se servir des thermométrographes qui indiquent

(1) Voir *Météorologie* de Kamtz, p. 14 et suiv.

le *minimum* et le *maximum* de la journée en l'absence de l'observateur. Kamtz a montré que l'on obtiendrait très-approximativement la température moyenne du jour en ajoutant à la température minimum le produit de la différence des *maxima* et *minima* par les coefficients suivants, différents selon les différentes époques de l'année :

Janvier.	0,388	Pour l'hiver (décembre, janvier, février).	0,5013
Février.	0,411		
Mars.	0,468	Pour le printemps (mars, avril, mai)	0,4723
Avril.	0,481	Pour l'été (juin, juillet, août) . . .	0,4553
Mai.	0,512	Pour l'automne (septembre, octobre, novembre).	0,4587
Juin	0,501		
Juillet.	0,488	Pour l'année entière.	0,4715
Août.	0,500		
Septembre . . .	0,482		
Octobre	0,433		
Novembre. . . .	0,381		
Décembre. . . .	0.357		

Si donc nous avons au mois d'avril une température minimum de 6°,5, et une maximum de 15°,2, la différence de température 8°,7 × 0,481 = 4,18, ajoutée à 6°,5, nous donne pour moyenne réelle 10°,68. La demi-somme des minimum et maximum nous eût donné 10°,85.

La température moyenne des mois et des années résultera de l'addition des températures moyennes des jours, dont la somme sera divisée par le nombre de jours.

On a cherché les moyens de suppléer à l'observation par le calcul pour déterminer la température moyenne d'un lieu (1).

(1) La formule qui s'applique le mieux aux climats européens est celle-ci : T=86,3×cos. L—5,5, en appelant T la température, L la latitude. On obtient ainsi la température en degrés de Farenheit. Ainsi pour Paris, 48°50′ de latitude, on a

Logar. de cos. de la latitude, 48°,50. . ,	9,8183919
Logar. de 86,3	1,9360108
	1,7544027

qui donne le nombre 56,8 dont, en retranchant 5,5, on a 51,3 F. ou

Les formules proposées ne sont pas applicables à toutes les situations, parce que la température est non-seulement influencée par la latitude des lieux, mais aussi par leur position relativement aux surfaces aqueuses et continentales du globe. On a donc eu recours à l'observation pour déterminer la moyenne des températures des différents pays, et c'est en faisant passer une courbe par chacun des lieux qui ont une même température que M. de Humboldt a tracé les lignes isothermes. Nous en parlerons en traitant de la climatologie.

La température moyenne des années dans les différents lieux est un des éléments les plus précieux de la physique du globe, puisqu'elle indique les rapports de la chaleur avec leur position, leur latitude et la configuration des continents. Mais dans la pratique, c'est une pure abstraction dont l'usage a trop souvent induit en erreur ceux qui ont voulu l'appliquer, en inférant de l'égalité de la moyenne annuelle de température une similitude dans les climats qui entraînait des procédés agricoles semblables. C'est la température moyenne des saisons qui est alors le point capital à considérer. Ainsi, Pékin a une température moyenne de $12^0,7$; celle de son mois le plus froid est de $-4^0,1$; celle du mois le plus chaud de $+25^0,1$. A La Rochelle, la température moyenne est de $11^0,6$; le mois le plus froid $+2^0,9$; le plus chaud $+20^0,9$. Quelle similitude peut-on trouver entre des pays qui présentent des différences aussi énormes? Si l'excès de la chaleur de l'été compense à Pékin le froid de l'hiver, et finit par donner à peu près la moyenne que l'on obtient du climat plus égal de La Rochelle, pourrait-on comparer en rien ces deux situations météorologiques et fonder sur ce chiffre la moindre conclusion agronomique?

Ce peu d'importance, au point de vue agricole, des moyen-

10°,78 centigrades pour température moyenne de Paris. Les résultats donnent la température du lieu cherché ramené au niveau de la mer. (On trouve dans l'*Annuaire du Bureau des Longitudes* une table de réduction du thermomètre de Farenheit en degrés centigrades.)

nes annuelles de température, peut se dire des températures moyennes des jours. Ainsi, une température moyenne de 12° résultera dans un pays de la demi-somme d'un minimum de — 3° et d'un maximum de + 27°, et dans d'autres d'un minimum de + 6° et d'un maximum de + 18. Dans le premier cas, on aura eu au mois d'avril une gelée meurtrière, suivie d'un dégel rapide: dans le second, une douce température de nuit comme de jour. Cependant les travaux des météorologistes qui ont réuni avec tant de peine les tableaux des températures moyennes ne nous seront pas inutiles, si nous considérons que dans les différents pays les saisons de l'hiver et de l'été gardent entre elles des rapports analogues à ceux qui ont lieu entre la nuit et le jour. Nous trouverons donc dans leurs températures moyennes des saisons des renseignements précieux pour l'établissement des climats agricoles.

C'est surtout quand on a voulu faire l'application des moyennes de température aux progrès de la végétation que l'on a été induit en erreur. Ainsi, on énonce généralement que le blé commence à végéter avec 6 degrés de température moyenne. Ces 6 degrés sont formés, année commune, d'un maximum de 8 degrés et d'un minimum de 4. Qu'arrivera-t-il si l'on a 10 degrés de maximum et 2 de minimum? Le voici : Le blé commence réellement et continue à végéter avec 4 degrés de température; quand la moyenne est composée comme dans la première hypothèse, la végétation n'est pas interrompue pendant les 24 heures; dans la seconde, au contraire, il y a interruption pendant toutes les heures où la température reste au-dessous de 4°, et cette intermittence prolonge le temps nécessaire à la plante pour prendre son développement. C'est un effort qui lui est nécessaire pour vaincre la force d'inertie de la sève, semblable à celui que fait le cheval pour ébranler une voiture arrêtée. Ce que nous pourrions ajouter ici serait prématuré, si nous ne parlions d'abord des effets de la chaleur solaire.

SECTION V. — *De la chaleur solaire.*

Toutes les températures dont nous avons parlé jusqu'ici sont celles de l'air, corps transparent qui n'arrête qu'une partie des rayons solaires à leur passage. Ces rayons parviennent ensuite aux corps opaques, à la terre et aux plantes, qui en absorbent une partie bien plus grande que ne fait l'air. La chaleur solaire est donc un des principaux éléments de la question de la végétation; c'est elle qui différencie le plus les climats agricoles, selon qu'ils la reçoivent plus ou moins abondamment, soit en raison de la latitude des lieux, soit par l'absence ou la présence de vapeurs opaques qui s'interposent entre le soleil et la terre, soit par l'exposition, l'inclinaison du sol, les abris qui réfléchissent ou interceptent les rayons solaires. Comme c'est un effet souvent très-local, les savants qui se sont occupés de la physique du globe l'ont d'abord négligé; mais ils n'ont pas tardé à s'apercevoir de l'énorme influence de la chaleur solaire sur la marche de la végétation, sur la maturité des végétaux; alors ils ont signalé cette lacune. M. de Humboldt n'a cessé de rappeler qu'il fallait étudier les effets solaires pour se rendre compte des phénomènes végétaux; l'Académie des Sciences en a fait l'objet de ses recommandations aux voyageurs. Quoique l'observation de la chaleur des couches de la terre n'ait guère eu pour but jusqu'ici que la solution d'un problème de géologie, cependant elle a rendu aussi quelques services à l'agriculture en nous apprenant la température de la couche supérieure de la terre dans plusieurs localités intéressantes; mais ces efforts ont été jusqu'ici partiels, ont eu peu de résultats, et nous manquons encore des faits qui pourraient servir à fonder une théorie exacte des effets de la chaleur sur les végétaux. Nous ne pouvons présenter ici que des tentatives qui peut être serviront de base aux observateurs

dont les travaux se porteront sur ce sujet si important pour l'agriculture et la physiologie des plantes.

Tous les corps opaques placés à la même latitude, sous la même inclinaison relativement au soleil, à la même hauteur de cet astre au-dessus de l'horizon, avec une atmosphère également imprégnée de vapeur aqueuse et également dégagée de vapeur vésiculaire, reçoivent une même quantité de rayons calorifiques sur une surface égale. Mais selon leur nature, leur couleur, leur constitution physique, ils en retiennent une plus ou moins grande partie et réfléchissent l'autre. Aussi les corps s'échauffent différemment, quoique placés sous les mêmes influences solaires. L'air, absorbant une beaucoup plus faible partie de chaleur solaire que les corps opaques, puisque l'épaisseur de l'atmosphère au zénith n'arrête que le tiers des rayons solaires, se trouve bientôt à une température inférieure à ces corps. Ceux-ci tendent sans cesse, et avec plus ou moins de vitesse, à se remettre en équilibre avec lui par le rayonnement. C'est ainsi que les cailloux de silex échauffés par le soleil ne perdent que peu à peu leur chaleur acquise, après le coucher du soleil. La rapidité de la déperdition varie selon la nature des corps ; mais, en outre, elle est d'autant plus rapide que la différence des températures de ces corps et de l'air est plus grande.

Il arrive ainsi qu'il y a un moment où la déperdition de chaleur étant égale à l'absorption, la température des corps cesse de s'élever, quoiqu'ils soient toujours en présence de la source calorifique. On se fera une idée de cet effet par l'expérience suivante, exécutée en recevant les rayons solaires sur un disque métallique enfumé et rempli d'eau, recevant perpendiculairement les rayons du soleil. Cette expérience a été faite à Orange le 31 juillet 1842, l'air étant à la température de 21°,8. Voici ce que l'on observa pendant les 57 minutes qu'elle dura, et au bout desquelles l'équilibre calorifique se trouva établi :

	Température du disque.	Elévation de la température en une minute.		Température du disque.	Elévation de la températ. en une minute.
Tempér. initiale	21,8		Après 29.	43,3	
Après 1 minute..	22,9	1,1	30.	43,8	0,5
2.	23,8	0,9	31.	44,2	0,5
3.	24,8	1,0	32.	44,8	0,4
4.	25,7	0,9	33.	45,0	0,6
5.	27,0	1,3	34.	45,3	0,2
6.	28,0	1,0	35.	45,7	0,4
7.	28,9	0,9	36.	46,1	0,4
8.	29,8	0,9	37.	46,4	0,3
9.	30,7	0,9	38.	46,7	0,3
10.	31,5	0,8	39.	46,9	0,4
11, ...	32,4	0,9	40.	47,0	0,1
12.	33,2	0,8	41.	47,6	0,6
13.	33,8	0,6	42.	47,9	0,3
14.	34,5	0,7	43.	48,2	0,3
15.	35,3	0,8	44.	48,4	0,2
16.	35,9	0,6	45.	48,5	0,1
17.	36,5	0,6	46.	48,6	0,1
18.	37,2	0,7	47.	48,8	0,2
19.	37,8	0,6	48.	49,0	0,2
20.	38,5	0,7	49.	49,3	0,3
21.	39,2	0,7	50.	49,7	0,4
22.	39,9	0,6	51.	49,8	0,1
23.	40,2	0,6	52.	49,9	0,1
24.	40,8	0,6	53.	50,1	0,2
25.	41,4	0,6	54.	50,3	0,2
26.	42,0	0,4	55.	50,4	0,1
27.	42,4	0,4	56.	50,4	0,0
28.	42,8		57.	50,4	0,0

Au moment où le disque métallique noirci, se mettant en équilibre d'absoption et de déperdition de chaleur, arrivait à la température de 50°,4, un thermomètre placé contre un mur au midi, et un autre thermomètre dont la boule était recouverte de 1 mill. de sable légèrement coloré, marquaient tous deux le même degré. Cette coïncidence fort remarquable était seulement relative aux circonstances particulières des trois corps. On pouvait désirer un mode d'observation régulier et uniforme qui, étant convenu entre les météorologistes, indiquât l'impression calorifique solaire sous les différents climats, de manière à ce qu'on pût juger de ses effets sur la végétation.

Cette méthode ne pouvait pas être l'observation directe

sur les végétaux eux-mêmes, car les organes de ceux-ci, à cause de l'évaporation incessante qui se produit à leur surface, se maintiennent à une température peu différente de celle de l'air. Mais le calorique accélère cette évaporation et toutes les fonctions vitales. Les effets solaires sont donc pour les végétaux tout à fait dynamiques, et ils ne se trouvent pas suffisamment accusés par le thermomètre.

Nous avons longtemps pris pour module de ces effets l'observation de la température solaire reçue sur un mur exposé au midi, et nous avons une assez nombreuse série d'observations faites à Paris, à Orange et ailleurs. Nous convenons que ce module est fautif, en ce que, garantis des effets des vents qui frappent la végétation, les résultats obtenus ne seraient concluants que si les végétaux étaient placés à un abri semblable. Cependant ces observations méritent d'être conservées ; l'on verra plus loin l'usage qu'on en peut faire pour déterminer la nébulosité d'un climat.

Voici donc les chiffres obtenus par cette méthode à Paris, à Peissenberg en Bavière, et à Orange, dans des observations faites à 2 heures de l'après-midi :

	PARIS. DE 1838 A 1842 ET DE 1847 A 1850.			PEISSENBERG. 1786.			ORANGE. DE 1836 A 1850.		
	TEMPÉRATURE			TEMPÉRATURE			TEMPÉRATURE		
	de l'air.	du mur au soleil.	différence.	de l'air.	du mur au soleil.	différence.	de l'air.	du mur au soleil.	différence.
Janvier...	4,0	6,3	2,3	+ 1,30	11,03	9,73	6,7	15,4	8,7
Février...	6,8	12,2	5,4	— 1,40	5,40	6,80	10,1	22,0	11,9
Mars.....	10,8	17,2	6,4	+ 2,16	9,96	7,80	14,1	28,5	14,4
Avril.....	15,2	20,9	5,7	9,94	18,30	8,36	16,9	29,4	12,5
Mai.....	18,6	27,7	9,1	11,45	19,30	7,85	23,0	34,4	11,4
Juin.....	21,8	27,9	6,1	16,30	28,74	12,44	27,9	39,4	11,5
Juillet....	23,4	30,3	6,9	14,50	21,72	7,22	31,0	43,4	12,4
Août.....	23,6	30,2	6,6	14,60	22,03	7,43	30,2	44,1	13,9
Septembre.	20,1	24,9	4,8	11,55	18,78	7,25	24,3	38,9	14,6
Octobre...	15,2	18,2	3,0	5,72	12,32	6,60	20,0	28,7	8,7
Novembre.	9,4	11,4	2,0	0,45	4,38	3,93	12,5	19,4	6,9
Décembre.	5,8	7,4	1,6	— 0,47	4,35	4,82	8,5	15,4	6,9
	14,5	19,5	5,0	7,17	14,69	7,52	18,8	29,6	11,15

Ainsi, les plantes reçoivent, dans ces trois climats : à Paris, un supplément de 5°,0 de chaleur solaire en sus de la chaleur atmosphérique; à Peissenberg, de 7°,12; à Orange, de 11°,15. Ces excès ont lieu à 2 heures après midi; ils seraient probablement de un ou deux degrés de plus à midi. Mais, pour juger de l'effet réel sur la végétation, il faut trouver la chaleur moyenne de la journée, en joignant à la température de l'air celle que le soleil communique aux corps opaques. Pour y parvenir, nous admettons que la surface de ces corps, jusqu'à une certaine profondeur, soit ramenée par le rayonnement nocturne à la température de l'air, nous aurons donc la température moyenne approximative; en prenant la demi-somme du minimum de température et de la température maximum au soleil, nous avons alors :

	PARIS. TEMPÉRATURE			PEISSENBERG. TEMPÉRATURE			ORANGE. TEMPÉRATURE		
	Minimum.	Au soleil à 2 h.	Moyenne.	Minimum.	Au soleil à 2 h.	Moyenne.	Minimum.	Au soleil à 2 h.	Moyenne.
	o	o	o	o	o	o	o	o	o
Janvier...	1,1	6,3	3,7	— 1,18	11,03	6,92	— 0,3	15,4	7,6
Février...	2,4	12,2	7,3	— 4,19	5,40	0,60	1,1	22,0	11,5
Mars.....	3,3	17,2	10,2	— 1,55	9,96	4,23	3,6	28,5	16,0
Avril.....	7,8	20,9	14,4	5,15	18,30	11,72	6,1	29,4	17,7
Mai.....	9,9	27,7	18,8	8,32	18,30	13,81	9,7	34,4	22,0
Juin.....	12,9	27,9	20,4	13,01	28,74	20,86	13,7	39,4	26,6
Juillet....	15,2	30,3	22,7	11,95	21,72	16,83	16,0	43,4	29,7
Août.....	14,5	30,2	22,3	11,20	22,03	16,62	15,2	44,1	29,7
Septembre.	11,5	24,9	18,2	8,20	18,73	13,49	12,5	38,9	25,7
Octobre..	8,8	18,2	13,5	2,24	12,32	7,38	8,6	28,7	18,6
Novembre.	4,2	11,4	7,8	— 1,09	4,38	1,64	4,2	19,4	11,8
Décembre.	2,6	7,4	5,0	— 1,69	4,33	1,33	1,7	15,4	8,5
Moyenne.	7,85	19,5	13,7	4,21	14,69	9,45	7,6	29,9	18,8

Les températures qui ne sont précédées d'aucun signe dans ce tableau sont positives, c'est-à-dire au-dessus de zéro.

Ces résultats sont très-remarquables. Nous voyons d'abord que la chaleur solaire ajoute à la température des corps opaques secs au-dessus de la température moyenne de l'air les quantités données dans le tableau suivant :

	Température moyenne de l'air.	Chaleur solaire moyenne.	Augmentation.
Paris.	10°8	13°7	2°9
Peissenberg. .	5,65	9,45	3,8
Orange. . . .	13,3	18,8	5,5

C'est une influence énorme ; les corps opaques jouissant du soleil à Paris, sont transportés, pour la température, à une latitude de près de 3 degrés plus méridionale que s'ils étaient constamment à l'ombre ; ceux de Peissenberg à près de 4 degrés ; ceux d'Orange, à près de 6 degrés. Mais la comparaison ne serait pas exacte pour les plantes ; en prenant en considération la saison végétative, c'est-à-dire le printemps, nous trouvons :

	Température moyenne à l'ombre.	au soleil.	Différence.
Paris.	10°6	14°4	3°8
Peissenberg. .	8,20	9,92	1,72
Orange. . . .	12,0	18,6	6,6

Mais c'est surtout en été et en automne que les différences se prononcent : alors les montagnes n'éprouvent qu'une faible augmentation de chaleur, et le climat des bords de la Méditerranée promet tous ses bienfaits aux lieux qui, suppléant à la sécheresse par les bienfaits de l'irrigation, peuvent profiter de ce beau soleil.

Il est cependant vrai que le mode d'observation que nous avons suivi jusqu'ici offre un défaut considérable ; il ne tient pas compte des effets exercés par les vents pour accélérer la déperdition du calorique des corps qu'ils frappent, effets que Flanguergues avait déjà signalés et qu'il a évalués à près de 7 à 8 degrés d'abaissement de température pour les vents violents du nord de la France méridionale. Nous avons donc cherché à modifier notre manière d'observer la chaleur solaire des corps opaques. Nous opérons au moyen d'un

thermomètre placé au centre d'une boule creuse en cuivre mince, recouverte d'une couche de noir à l'huile. Cette boule a 1 décimètre de diamètre et est exposée dans un lieu découvert. On peut ainsi l'observer à toutes les heures. Le soleil éclaire toujours la moitié de la sphère, et agit sur elle comme il ferait en tombant perpendiculairement sur un grand cercle de même diamètre. Les différences d'effet ne proviennent plus que de l'inégalité de l'épaisseur de la couche atmosphérique traversée par les rayons solaires, de la vapeur et des nébulosités. Ainsi l'observation nous donne pour chaque heure l'effet réel produit sur la boule. Nous avons choisi le diamètre de 1 décimètre parce qu'alors les effets du soleil se rapprochent des chiffres de différence obtenus contre le mur vertical pour les jours sereins et calmes. Plus le diamètre de la boule est petit, et plus le degré de température observé est faible, puisque le volume de l'air échauffé dans son intérieur se trouve dans un rapport plus faible avec la surface rayonnante de la sphère. Ainsi, au mois d'août 1850, nous trouvons une différence en moins de 2°,1 entre la température solaire à 2 heures d'une sphère de 5 centimètres de diamètre et celle d'une sphère de 1 décimètre. Il faut donc choisir un module uniforme pour rendre ces observations comparables, et nous engageons les météorologistes à adopter celui que nous avons choisi, car il unit d'anciennes observations aux nouvelles.

Nous ne pousserons pas plus loin ces considérations, elles suffisent pour faire comprendre l'importance des observations de la chaleur solaire, et l'inutilité des efforts que l'on fera pour établir solidement les limites des climats agricoles, tant qu'on ne sera pas en possession de cet élément.

Les effets de la chaleur solaire sur le sol, quand le thermomètre est abandonné aux effets de la pluie, de la rosée et de l'évaporation, sont différents de ce qu'ils sont sur les plantes, surtout à cause de l'évaporation qui refroidit natu-

rellement les couches supérieures de terrain. Ainsi, à Orange, nous avons obtenu les résultats suivants de 17 ans d'observations; nous les mettons en regard avec la chaleur solaire sèche :

	Température de la terre à 2 heures.	Température des corps opaques secs.	Différence.
	°	°	°
Janvier.	6,7	15,4	+ 6,7
Février.	12,7	22,0	+ 9,3
Mars.	19,1	28,5	+ 9,4
Avril.	25,5	29,4	+ 3,9
Mai.	27,6	34,4	+ 5,9
Juin	40,9	39,4	— 1,5
Juillet.	45,3	43,4	— 1,9
Août.	43,1	44,1	— 1,0
Septembre. . . .	31,4	38,9	+ 7,5
Octobre	20,2	28,7	+ 8,5
Novembre	12,1	19,4	+ 7,3
Décembre	5,9	15,4	+ 9,5
	24,4	29,6	+ 5,4

Ainsi la couche supérieure de la terre est habituellement, à deux heures du soir, à une température de 5°,4, moindre que celle des corps opaques secs; mais en été, aux mois de juin et de juillet, époque des grandes sécheresses, elle est plus haute, ce qui tient à sa plus longue exposition au soleil, le thermomètre placé contre le mur au midi le recevant plus tard que le sol horizontal.

On conçoit combien ces températures différentes que reçoivent les tiges et les racines des plantes doivent amener de modifications dans la marche de la sève, et il y aurait là un sujet intéressant d'études physiologiques qui pourraient tourner au profit de l'agriculture.

La chaleur solaire contribue aussi d'une manière fort remarquable à différencier la végétation des montagnes et celle des plaines ; nous laissons parler à ce sujet M. Martins, en citant un passage de son introduction à l'annuaire météorologique de 1849.

« Il n'est point, dit-il, de voyageur qui n'admire le nombre et la variété des fleurs qui, dans les Alpes, couvrent les pentes voisines des neiges éternelles. Il n'est point de botaniste qui n'ait été surpris de trouver tant d'espèces végétales à des élévations qui supposent un climat des plus rigoureux. Ainsi le cône terminal de Faulhorn, dont la hauteur est de 80 mètres, la superficie de 4 hectares et demi, et le sommet à 2,683 mètres au-dessus de la mer, compte 13 espèces phanérogames. A égalité de climat et de surface, le nombre des espèces et des individus y est infiniment plus grand que dans les plaines du Nord. D'où provient cette différence? La météorologie nous l'apprend. Dans le Nord, au niveau de la mer, le sol, à la surface et dans la zone où plongent les racines, offre une température à peu près égale à celle de l'air. Au contraire en été, sur un sommet des Alpes, à 2,680 mètres au-dessus de la mer, le sol s'échauffe au point que la température moyenne est égale au *maximum* de celle de l'atmosphère. La physique nous dévoile à son tour la cause de ce phénomène singulier. Un faisceau de rayons calorifiques émané du soleil qui tombe sur le sommet de Faulhorn, trouve une couche atmosphérique moins épaisse de 2,680 mètres que celle traversée par le faisceau qui descend jusqu'au niveau de la mer. Or, l'atmosphère absorbant une portion considérable de la chaleur de ces rayons, le faisceau qui frappe le Faulhorn sera (toutes choses égales d'ailleurs) plus chaud que celui qui a traversé l'atmosphère dans toute son épaisseur. De là cet échauffement considérable du sol sur les sommets élevés. L'air qui les environne est au contraire plus froid que celui de la plaine, parce qu'il est plus dilaté à cause de la moindre pression, d'une plus grande capacité calorifique et dans un état d'agitation perpétuelle. En outre, il ne recouvre point comme celui des plaines de grandes surfaces terrestres qui l'échauffent par contact, par réflexion et par rayonnement. Dans les Alpes, ce n'est donc point la chaleur de l'air, c'est celle de la terre qui hâte la végétation

des plantes; elles se trouvent dans une condition analogue à celle des espèces tropicales que nous élevons dans la tannée de nos serres chaudes. »

Section VI. — *Distribution de la chaleur selon les altitudes.*

Nous ne devons pas négliger d'indiquer la loi selon laquelle la chaleur décroît à mesure qu'on s'élève au-dessus du niveau de la mer. On sait que cette élévation prend le nom d'*altitude*. Elle indiquera aux habitants des montagnes jusqu'à quel point ils peuvent s'approprier les cultures et les procédés agricoles des habitants des plaines qu'ils dominent.

Ces rapports n'existent qu'entre les températures de l'air et non entre les températures solaires qui agissent sur les corps opaques; en effet, le soleil agit autrement sur la pente inclinée des montagnes que sur les surfaces horizontales; la réverbération et le rayonnement y sont tout autres; la couche d'air traversée par les rayons solaires est moins épaisse; enfin l'air des montagnes est beaucoup plus sec, moins brumeux, plus transparent; le brouillard règne souvent à leur base tandis que les parties élevées sont illuminées d'un brillant soleil: ici donc, comme quand il s'agit de comparer deux climats en plaine, c'est à l'observation directe qu'il faut recourir pour évaluer la chaleur solaire; le calcul ne pourrait y parvenir.

Depuis M. de Saussure père, on a fait d'assez nombreuses observations sur le décroissement de chaleur selon l'altitude des lieux. M. Kamtz en a déduit la table suivante indiquant la différence de niveau qui correspond à un abaissement thermométrique de 1° dans la température moyenne pour les différents mois de l'année.

	Genève et Saint-Bernard. mètres.	Allemagne méridionale et Italie septentrionale. mètres.
Janvier	270,53	257,27
Février	222,58	193,44
Mars.	182,43	159,63
Avril.	176,00	160,60
Mai	178,14	157,87
Juin.	176,19	148,32
Juillet	181,07	148,71
Août.	196,25	145,95
Septembre.	196,85	161,96
Octobre.	195,88	177,76
Novembre.	241,88	195,49
Décembre.	217,90	233,49
Année. . . .	202,12	172,68

On voit par ce tableau que la disposition des lieux, et certaines influences difficiles à déterminer, amènent des différences sensibles dans la décroissance de la chaleur; ainsi le plateau central de la Suisse rayonne, vers les cimes qui le regardent, la chaleur qu'il reçoit du soleil, tandis que les cimes qui s'élèvent vers les plaines d'une manière abrupte, comme celles qui regardent l'Italie et l'Allemagne méridionale, ne sont pas soumises à une influence aussi directe. C'est ainsi que la décroissance moyenne pour le mont Ventoux, cime isolée de la chaîne des Alpes, n'est que de 144 mètres, selon M. Martins, c'est-à-dire que la chaleur y décroît plus rapidement encore que sur les cimes du Saint-Gothard. Il y a donc dans le relief du pays une raison qui fait varier la décroissance et ne permet pas d'assigner une formule générale, sans avertir qu'elle doit être modifiée selon les lieux.

Quand on aura donc à évaluer la décroissance pour un lieu quelconque, on l'appréciera d'après celle des lieux qui par leur situation topographique et leur latitude se rapprochent le plus de celui dont on veut connaître la température.

M. B. Valz, directeur de l'observatoire de Marseille, a donné une formule basée sur le décroissement de la tempé-

rature lorsqu'on s'élève de Genève au Saint-Bernard, formule qui peut aussi, avec quelques modifications, représenter les autres décroissements (1). Si nous appelons D le décroissement de température pour 1000 mètres, t la température de la station inférieure, t' celle de l'espace éthéré supposée -52^0, nous aurons :

$$D = \frac{t - t'}{11}$$

De 1000 mètres jusqu'à 1500 mètres;

$$D = \frac{t - t'}{11} \times \frac{10}{11}$$

De 1000 mètres jusqu'à 2500 mètres.

Appliquons la première de ces formules à chercher la température du Saint-Bernard dont l'altitude est de 2401 mètres, en partant de celle de Genève dont l'altitude est de 407 mètres; l'élévation du Saint-Bernard au-dessus de Genève est de 2084 mètres; la température moyenne de Genève est de $9^0,81$, nous aurons $D = \frac{9,81+52}{11} \times \frac{10}{11} = 5,1$ par 1000 mètres, ou, pour 2084 mètres, $D = 10,63$; d'où soustrayant 9,81, il nous reste $0^0,82$ pour la température moyenne annuelle du Saint-Bernard. On trouverait de même, mais seulement par approximation, la température des jours et des nuits.

Nous pourrions établir par ce moyen l'échelle de décroissance de température d'un lieu, pour juger jusqu'à quelle hauteur certaines cultures peuvent y être admises. Ainsi, pour Paris, puisque la température moyenne de son mois le plus chaud est $18^o,7$, et qu'on en déduit $D = \frac{18,7+52}{11} = 6,6$, nous aurons :

A 0 de hauteur.	18,70	A 100 mètres.	16,06
A 100 mètres.	18,04	A 500.	15,40
A 200.	17,38	A 1,000.	12,10
A 300.	16,72	A 1,500.	8,80

(1) *Bibliothèque universelle de Genève*, t. XLIV.

La plupart de nos arbres se développent à la température de +10°. On voit qu'à l'altitude de 1500 mètres un grand nombre d'entre eux n'aurait qu'une très-faible existence dans ce climat, et qu'à 1000 mètres déjà le mûrier ne pourrait pousser ses bourgeons ; à 100 mètres la culture de la vigne ne serait plus praticable.

SECTION VII. — *Répartition de la chaleur dans l'année. Effets de la température des saisons sur les végétaux.*

La température moyenne la plus basse de l'atmosphère n'a pas lieu le jour du solstice d'hiver, ni la plus élevée le jour du solstice d'été; car, cette température résulte non-seulement des effets des rayons solaires, quoiqu'ils soient, à ces deux époques, à leur minimum et à leur maximum, mais encore du rayonnement de la terre. Or, la terre, au solstice d'hiver, n'a pas encore perdu tout le calorique accumulé pendant les longs jours de l'été; et au solstice d'été, elle n'a pas encore récupéré tout celui qu'elle avait rayonné pendant les longues nuits de l'hiver. Les époques du minimum et du maximum de température ont lieu en général vers le 15 janvier et le 15 juillet; mais ces époques avancent ou reculent selon les situations topographiques et aussi selon les séries d'années. A Orange, les observations de vingt-sept ans nous donnent le minimum de température moyenne le 5 janvier, et le maximum le 15 juillet. A Paris, les observations de M. Bouvard, consignées dans les *Mémoires de l'Académie des sciences*, t. VII, donnent le minimum au 25 janvier, et le maximum au 15 juillet. La température moyenne du jour atteint la température moyenne en Europe, prise en général, les 24 avril et 21 octobre. Mais dans l'intervalle qui sépare le maximum et le minimum, la température ne s'accroît ni ne décroît par une marche uniforme.

Après l'équinoxe de printemps, la longueur des jours l'emporte sur celle des nuits, et le soleil s'élevant davantage vers

le zénith, la température augmente rapidement par ces deux effets combinés; pour la raison inverse, la température décroît rapidement après l'équinoxe d'automne.

Ces irrégularités générales ne sont pas les seules; il y en a d'autres qui dépendent de la situation topographique des lieux. Ainsi, en Europe, on remarque un retour de froid vers le milieu de février. On a voulu attribuer ce refroidissement très-marqué du 10 au 13 février, de même que celui du 8 au 13 mai, à l'opposition d'astéroïdes entre le soleil et la terre (1). Cette opinion ne paraît pas soutenable; mais Brandes fait observer que, le 10 février, le soleil se lève par le 84° de latitude sur les mers qui sont au nord-est de la Russie, ce qui pourrait occasionner un courant d'air froid qui arrête l'accroissement de la température de tout le centre et le midi de l'Europe.

A Constantinople, les Arméniens appellent le 8 février le jour où la chaleur du soleil descend dans l'air, le 25 février le jour où la chaleur du soleil descend dans la terre. Ils appellent l'intervalle du 8 au 17 mars l'hiver des vieilles femmes. Avant et après cet intervalle, le temps est ordinairement fort doux; mais le vent du nord soufflant de la mer Noire amène souvent alors des neiges qui font baisser le thermomètre au point de la congélation.

Du 28 mars au 3 avril règnent souvent, dans le midi de la France, des vents appelés *vaccarious*, qui refroidissent l'atmosphère; d'autres vents froids se manifestent vers le milieu d'avril. A Paris, c'est à des causes semblables que l'on doit attribuer la marche stationnaire de la température du 25 mars au 15 avril. Selon la situation des lieux, on retrouvera dans les différents pays de pareils temps d'arrêt à diverses époques.

Dans le midi de la France, la chaleur moyenne atteint deux fois son maximum en juillet et août: à Paris, ces deux maxi-

(1) *Annales de chimie*, 1840, mai, p. 320.

ma paraissent avoir lieu au commencement et à la fin de juillet. La diminution rapide de la chaleur commence à la fin d'août, et la courbe de descente est beaucoup plus régulière que celle d'ascension.

La température ne suit pas toutes les années la même marche ; les moyennes, à l'aide desquelles on distingue ce qui appartient aux traits les plus généraux et les plus constants du climat de ce qui n'est qu'accidentel, ne sont elles-mêmes que le résultat de la combinaison de tous ces accidents. Ceux-ci déterminent le caractère particulier de chaque année et de chaque saison, et ont une influence directe sur la végétation. Nous dirons plus loin ce que nous pensons de ces influences, quand nous aurons parcouru la série de tous les phénomènes qui concourent à caractériser les saisons. Nous nous bornerons pour le moment à celles de la température sur les progrès de la végétation.

Qui n'a pas observé que la floraison des plantes, que la fructification est plus ou moins avancée selon que la chaleur de la saison a été plus ou moins forte? De là à conclure que chaque végétal exige une certaine somme de degrés de chaleur pour mûrir, il n'y a qu'un pas. Dès le commencement du siècle dernier, Réaumur avait conçu cette idée. « Il serait peut-être curieux, dit-il (1), de continuer des comparaisons de cette espèce (celles de la chaleur des années et des époques de maturité), de les pousser même plus loin, de comparer la somme des degrés de chaleur d'une année avec la somme entière des degrés de plusieurs autres années ; de faire des comparaisons de la somme des degrés de chaleur qui agissent pendant une même année dans les pays les plus chauds avec la somme des degrés de chaleur qui agissent dans les pays froids et tempérés ; de comparer entre elles les sommes de chaleur des mêmes mois en différents pays. » C'est ce qu'ont fait MM. de Humboldt et Mahlman, en publiant les tables de

(1) *Mémoires de l'Académie des Sciences*, 1735, p. 559.

température moyenne, si ce n'est par mois, au moins par saisons météorologiques.

Réaumur continue : « On fait des récoltes des mêmes grains dans des climats fort différents; on verrait avec plaisir la comparaison de la somme de degrés de chaleur des mois pendant lesquels les blés prennent la plus grande partie de leur accroissement, et parviennent à une parfaite maturité dans les pays chauds, comme en Espagne, en Afrique, etc.; dans les pays tempérés, comme en France, etc., et dans les pays froids, comme ceux du nord. »

Ce passage est le germe des travaux que l'on a exécutés depuis Adanson jusqu'à M. Boussingault, pour déterminer la quantité de chaleur totale nécessaire à la maturation des différentes plantes introduites dans la culture.

Un fait très-frappant peut, dès le début, nous porter à douter que la température moyenne de l'air soit la seule condition nécessaire, et qu'elle puisse se traduire en une loi générale; c'est que la moisson se fait à Upsal en même temps que dans le midi de l'Angleterre. Or, la température de l'été est à Londres de 17,1, et à Upsal de 15,1 ; laissant de côté ce qui donnerait trop d'avantages à l'argumentation, et ne prenant pour comparaison que l'été, saison dans laquelle s'accomplit la maturité du blé, on voit qu'elle se fait à Londres sous l'influence d'un été qui donne une somme de 1,573 degrés, et à Upsal seulement de 1389.

Mais si nous ajoutons que dans les étés du Nord le ciel est plus clair, que les jours sont plus longs qu'à Londres, dont le ciel est brumeux, et qui est placé sous une latitude qui lui donne des jours bien moins longs, on comprendra que la chaleur solaire joue ici un rôle qu'il ne faut pas méconnaître

M. Boussingault admet que le blé exige 2,000 degrés de chaleur moyenne, du renouvellement de sa végétation au printemps jusqu'à sa maturité. Le blé commence à végéter d'une manière sensible quand la température moyenne at-

teint + 6°; cette température est atteinte à Orange le 1er mars, à Paris le 20 mars, à Upsal le 20 avril; la récolte a lieu, année moyenne, à Orange le 25 juin, à Paris le 1er août, à Upsal le 20 août. Pendant ces périodes, la chaleur moyenne a donné : à Orange 1,601°,3; à Paris 1,943°,7; à Upsal 1,546°. — Ces chiffres exacts confirment ce qu'un premier aperçu nous avait appris; c'est l'action de la chaleur solaire. A Upsal, elle est continue pendant l'été à nuits très-courtes, et à peine si l'obliquité des rayons solaires peut contrebalancer la continuité de cette action; le froment y mûrit avec une quantité de chaleur moyenne très-peu différente de celle d'Orange; à Paris, le ciel plus brumeux entraîne une plus longue durée de temps qui produit une plus grande somme de chaleur moyenne. En effet, si nous considérons maintenant la température moyenne solaire pour Orange et Paris, les deux lieux pour lesquels nous avons des termes de comparaison, nous trouvons :

PARIS.		ORANGE.	
10 jours de mars	102	Mars	496
Avril	432	Avril	531
Mai	582,8	Mai	682
Juin	612	25 jours de juin	662
Juillet	703,7		
	2432,5		2371

On voit que l'égalité se rétablit, et que c'est en effet la chaleur solaire moyenne qu'il faut employer pour connaître l'influence de la chaleur sur la végétation.

Ce principe n'est exact que si l'on compare entre eux des lieux qui ne sont pas à des latitudes très-différentes. Mais, dans le Nord, près du cercle polaire, il se passe des phénomènes qui doivent nous rendre très-circonspects sur sa généralisation et nous amènent à le modifier profondément. Sur la côte ouest de l'Amérique, le blé mûrit au fort Aux

Liards par 62°5′ de latitude, en 4 mois ; au fort Normans par 64°41′, l'orge et l'avoine en trois mois; au fort Bonne-Espérance par 67°28′, on trouve encore des navets (1). A Lyngen, près le cap Nord, à 70 degrés environ de latitude boréale, on a des récoltes d'orge abondantes dans les lieux abrités des vents de mer. Les plantes se réveillent au mois de mai de leur sommeil hiverneux ; mais ce n'est qu'en juin, dit M. Martins (2), qu'elles peuvent croître d'une manière continue; alors seulement le thermomètre ne descend pas au-dessous de zéro. La récolte n'a lieu qu'au milieu de septembre.

Pendant cet intervalle de temps, le thermomètre, à l'ombre, donne les sommes suivantes de températures diurnes :

Juin	244°
Juillet	363
Août.	327
Septembre	121
	1055

L'orge mûrit dans nos climats avec 1,681° de chaleur moyenne solaire reçue par les corps opaques. Or, il n'est pas téméraire de supposer que, dans les 31 jours sereins qui ont lieu pendant cette végétation, l'on a obtenu 636° de chaleur solaire, ou 20° par jour, ce qui reviendrait à 10° pour les jours de 12 heures. En effet, le soleil ne quitte pas l'horizon à cette latitude, et on doit remarquer que la chaleur solaire de nos jours clairs élève les corps opaques de 16 à 21°, et que les observations faites par le P. Hall sur les bords de la mer Blanche prouvent que les effets solaires sont très-considérables dans les jours clairs du Nord.

MM. Edwards et Colin avaient annoncé que le froment ne pouvait pas fructifier, mais continuait à monter en herbe

(1) Doftot de Mofras, *Orégon*, t. II, p. 152.

(2) Martins, *Voyage botanique en Norwège;* extrait des voyages de la *Recherche*, p. 67 et suiv.

quand il était soumis à une température atmosphérique de plus de 22°. Ce fait, qu'on appuyait sur l'expérience de semis faits au mois de juin, et qui n'avaient pas produit de graines dans l'année, est formellement contredit par l'expérience en grand. M. Codazzi a vu dans la vallée d'Aragua, dans l'État de Venezuela, le froment venir à maturité sous une température constante de 23 à 24 degrés (1). En Provence, on voit souvent des grains égrenés, lors de la moisson, pousser en terre, et monter en épi à la fin d'août; alors, en effet, la plante a reçu :

En juillet	861°8
En août.	753°3
	1615°1

en ne comptant que la chaleur observée au soleil, défalcation faite de la chaleur nocturne, et la température moyenne de l'air a été en juillet 22°,5, en août 21°,9. Mais si l'on sème épais, et que l'on maintienne le terrain frais par des irrigations, en un mot, que l'on fasse ce qu'il faut pour que l'humidité soit excédante, on n'aura que des tiges et des feuilles, comme le remarque M. Boussingault à propos des travaux de M. Codazzi. Nous examinerons plus loin cette influence de l'humidité sur les différentes périodes de la végétation.

La culture du maïs confirmerait au besoin tout ce que nous venons de dire sur l'influence de la chaleur solaire. Le maïs mûrit mal à Paris, et il mûrit en Alsace ; la différence des températures de l'air n'explique pas cet effet dont la chaleur solaire rend très-bien compte, parce que le climat d'Álsace est beaucoup moins nébuleux que celui de Paris. Semé à Orange au commencement d'avril, et récolté au mois de septembre, il reçoit en totalité 4,108 degrés de chaleur de jour et de nuit, tandis que le blé mûrit avec 2,460 à 2,500. En 1856, année où M. Boussingault a vu fructifier le maïs, en Alsace,

(1) *Compte-rendu de l'Académie des Sciences*, t. XII, p. 478.

du 1er juin au 1er octobre, ce grain semé à Paris en mai fut mûr le 1er novembre, après avoir reçu 4,000 degrés de chaleur. Schlwerz affirme que de l'autre côté du Rhin, le maïs met cinq mois pour parvenir à maturité ; en 1836; on l'obtint en 122 jours en Alsace.

La récolte de la pomme de terre, qui se fait à Orange après avoir reçu 1,800 degrés de chaleur atmosphérique (de mars à juillet, ou de juillet à octobre), en exige 2,800 en Alsace et 2,900 à Santa-Fé de Bogota, selon M. Boussingault. Mais c'est une plante qui ne peut servir à établir une loi, parce qu'outre qu'elle présente des espèces beaucoup plus précoces les unes que les autres, ce n'est pas la maturité du fruit que l'on recherche, mais la production des tubercules, c'est-à-dire l'accroissement de racines, qui suivent d'autres lois que la fructification.

SECTION VIII. — *Rapports entre la marche des saisons et celle de la végétation.*

La distribution de la chaleur qui se fait entre les jours, les mois et les saisons, est aussi accompagnée de quelques phénomènes naturels qu'il ne faut pas perdre de vue, c'est le développement de la végétation spontanée et les mouvements des animaux, qui ont si longtemps tenu lieu de calendrier aux peuples non civilisés. Chaque organisation végétale ou animale obéit à des influences météorologiques qui se traduisent par des actes de sa vie ; veille et sommeil, floraison, puberté, fructification, maternité, desséchement et mort. Mais ces influences ne sont pas égales pour chaque espèce ; tel végétal exige proportionnellement plus de chaleur pour se charger de feuilles, pour épanouir ses fleurs, pour nouer et mûrir ses fruits, qu'il n'en faut à un autre végétal ; celui-ci se contente de chaleur et de lumière diffuse, cet autre veut la lumière directe, et probablement préfère la prédominance de certains rayons colorés.

L'étude de ces phénomènes offre le spectacle le plus attachant et le plus instructif : aussi avons-nous depuis longues années des calendriers de Flore et des calendriers Géorgiques. Il y a peu de temps, l'Académie de Bruxelles a recommandé à l'observation des botanistes les époques de la foliation, de la floraison, de la fructification et de la défoliation d'un assez grand nombre de plantes vivaces, dans le but de déterminer les rapports de la végétation et de la température. Elle désire que ces plantes soient observées dans un même lieu sous les mêmes influences météorologiques, c'est-à-dire dans des jardins, pour éviter les différences notables qu'introduisent les stations des plantes observées dans la nature. Les observations recueillies par Schübler, en différents lieux et sous des circonstances fort diverses, présentent, en effet, des anomalies qui ne permettraient pas d'en faire la base d'un travail sérieux.

Ce physicien zélé qui a étudié successivement les points les plus curieux et les plus pratiques de la science, cherchant à déterminer les rapports des saisons, admettait que par les latitudes moyennes d'Europe et d'Amérique, les époques d'inflorescence retardaient de quatre jours par degré de latitude Ainsi, les naturalistes qui avaient observé la floraison de la même plante l'avaient trouvée en retard sur Parme :

A Munich, de. . .	6 jours.	A Hambourg, de. .	33 jours.
Tubingue	13	Greisswald.	36
Berlin	25	Christiania	52

Mais dans les hautes latitudes la végétation était beaucoup moins retardée ; la différence n'était plus que de trois à quatre jours par degré de latitude entre Hambourg et Christiania, parce qu'alors se faisait sentir l'influence de la longueur des jours.

Quant aux effets de l'altitude, nous avons une série d'expériences faites en Saxe en 1833 et 1834 par Schübler, à 117, à 410 et à 953 mètres d'élévation : il en résulte qu'une

différence d'altitude de 33 mètres cause dans ce pays les retards ci-après, dans les époques végétales des plantes :

	Floraison.	Récolte.
Froment	2,2 jours.	2,2 jours.
Seigle.	1,3	2,2
Avoine.	2,0	1,4
Orge.	2,2	2,2
Pommes de terre	2,3	0,5

On conçoit que les mêmes différences ne se retrouveraient pas entre une plaine habituellement couverte de brouillards et une montagne éclairée, ou entre une plaine et une montagne également éclairées.

La même température n'arrive pas chaque année à la même époque, la végétation ne suit donc pas la même progression annuelle. On a observé la foliation d'un marronnier à Genève; ses premières feuilles ont paru :

En 1818.	le 16 mars.	En 1830. . . .	29 mars.
1819.	1er avril.	1831. . . .	31 mars.
1820.	6 avril.	1832. . . .	4 avril.
1821.	10 avril.	1833. . . .	10 avril.
1822.	17 mars.	1834. . . .	23 mars.
1823.	4 avril.	1835. . . .	7 avril.
1824.	20 avril.	1836. . . .	26 mars.
1825.	6 avril.	1837. . . ,	20 avril.
1826.	29 mars.	1838. . . .	8 avril.
1827.	9 avril.	1839. . . .	6 avril.
1828.	4 avril.	1840. . . .	14 avril.
1829.	6 avril.	1841. . . .	25 mars.
Époque moyenne.	4 avril.		

On voit ici le même arbre présenter trente-cinq jours de différence entre les époques de sa foliation : c'est plus que l'intervalle qu'il y a entre la foliation du chêne à Naples et à Upsal.

Tous les individus d'une même espèce n'ont pas une égale sensibilité pour la chaleur, chacun d'eux a son tempérament propre. On remarque aux Tuileries des marronniers qui prennent leurs feuilles plusieurs jours avant les autres ; à Ge-

nève, on en connaît un qui les devance de plus de quinze jours. Il est donc très difficile de fixer des époques moyennes de végétation pour beaucoup de plantes; cependant on a pu remarquer que ces époques sont très-rapprochées entre les plantes soumises à la grande culture, comme entre celles qui sont indigènes. Ces plantes étant livrées aux influences du climat, celui-ci a fait justice depuis longtemps des individus trop hâtifs ou trop retardataires, et n'a respecté que ceux qui s'accordaient le mieux avec lui. C'est donc ces plantes surtout qu'il fallait observer pour pouvoir mettre en rapport les phases de la végétation avec les températures.

Pour y parvenir et pour contrôler nos propres observations, nous nous sommes servis de celles d'Adanson, Lamarck, Cotte, Marshal, Schübler, Mathieu de Dombasle, d'Hombres-Firmas; de plusieurs statistiques locales, des notes qui accompagnent souvent les tableaux météorologiques; c'est par la comparaison de tous ces éléments que nous sommes arrivés aux tableaux qui vont suivre et qui ne sont applicables qu'aux températures moyennes de l'occident de l'Europe; car, dès que nous serions en présence d'autres conditions météorologiques, dès que, par exemple, nous aurions à comparer deux climats, l'un habituellement nébuleux, peu rayonnant la nuit, recevant peu de lumière le jour, et l'autre ordinairement clair et offrant des circonstances opposées, ou l'un à longs jours d'été, comparé à celui où ils seraient plus courts, etc., nous trouverions des différences qui nous prouveraient de nouveau qu'un tel calendrier ne serait applicable à l'ensemble des phénomènes de végétation que quand on pourrait y faire entrer la considération des effets de la chaleur solaire et de lumière. Nous avons dû nous borner ici à signaler l'époque météorologique de la foliation, de la floraison et de la maturation d'un petit nombre de végétaux qui se trouvent partout et qui peuvent servir ainsi à fixer les rapports de la végétation naturelle avec les époques des cultures.

FOLIATION.

	Température moyenne du jour.
Chèvrefeuille des bois (*Lonicera peryclimenum*) . . .	+2°0
Groseillier épineux (*Ribes uva crispa*).	5,0
Lilas	5,0
Groseillier ordinaire (*Ribes rubra*)	6,0
Saule marceau (*Salix capræa*)	6,0
Marronnier d'Inde (*Æsculus hyppocastum*).	7,5
Pommier (*Malus communis*) cerisier (*Cerasus comm.*).	8,0
Figuier (*Ficus carica*).	8,0
Pousse de la vigne.	9,5
Mûrier couvert de bourgeons, noyer	9,8
Pousse de la luzerne	10,0
Aulne.	12,0
Chêne, mûrier développant des feuilles	12,7
Acacia (*Robinia pseudo-acacia*).	13,5

FLORAISON.

Noisetier (*Corylus avellana*), cyprès	3,0
Ajonc (*Ulex europæus*), buis (*Buxus semper virens*). peuplier blanc (*Populus alba*)	4,0
Saule marceau, chèvrefeuille	5,0
Pêcher	5,4
Amandier, abricotier.	6,0
Poirier.	7,0
Ormeau, pommier.	7,5
Cerisier, colza	8,0
Lilas, fraisier.	9,5
Genêt à balai (*Genista scoparia*).	10,0
Fèves.	11,5
Marronnier d'Inde	12,0
Aubépine (*Mespilus oxyacantha*)	12,5
Sainfoin (*Hedysarum onobrychis*).	12,7
Acacia (*Robinia*)	14,0
Seigle.	14,2
Paliure (*Rhamnus paliurus*)	15,0
Avoine	16,0
Froment, orge	16,3
Châtaignier.	17,5
Vigne — première fleur	16,6
Vigne — pleine fleur.	18,2
Vigne — passé fleur	19,0
Maïs, chanvre, olivier.	19,0

MATURATION.

§ I. *Chaleur croissante.*

	Température moyenne du jour.
Fruits de l'ormeau	12°0
Pois verts.	14,2
Premières cerises, fèves de marais.	16,0
Première coupe de sainfoin.	17,0
Groseilles, framboises, fraises, cerises	17,8
Cerisier griotte, abricotier, prunier, orge, avoine.	18,0
Seigle.	19,0
Pêcher, moisson de blé.	20,0
Premières figues, prunes de Reine-Claude.	21,0
Premiers raisins dits de la Madeleine, melons en pleine terre.	22,5
Chanvre.	22,6

§ II. *Chaleur décroissante.*

(Fruits ayant reçu une suffisante quantité de chaleur croissante.)

Marrons d'Inde	18,2
Maïs, pommes de terre	17,0
Noix et châtaignes	16,2
Grenades.	15,0
Safran	13,0
Olives	10,0

Nota. On conçoit qu'ici les fruits qui exigent la plus longue prolongation de chaleur mûrissent les derniers et sont récoltés avec la moindre température.

CHAPITRE IV

De la lumière.

Les rayons solaires ne produisent pas seulement de la chaleur, mais encore de la lumière, et les effets de ces deux ordres de rayons ont des différences bien marquées. Sous l'impression de la chaleur et sans le secours de la lumière, les plantes s'accroissent en étendue sans augmenter leur masse; elles ne font alors que transformer les principes qui existaient déjà dans leurs racines ou dans leurs graines. C'est ce que l'on voit si l'on place des pommes de terre dans une cave chaude, mais obscure; les tiges blanches et molles qu'elles produisent

alors n'ajoutent rien au poids primitif des tubercules. Quelquefois on recherche ce genre de productions tendres, effilées, *étiolées*, et on les obtient soit en recouvrant les plantes de terre, comme pour les cardons, le céleri, etc., soit en liant les feuilles extérieures pour qu'elles abritent les feuilles intérieures contre la lumière, comme pour la laitue; soit enfin en faisant croître les plantes dans les caves, comme la chicorée, dite *barbe de capucin*. Les germes qui n'ont à élaborer que les principes déjà renfermés dans la graine exigent l'obscurité pour le début de la végétation : aussi, l'opération de l'ensemencement consiste-t-elle à recouvrir les graines de terre au moyen du râteau, de la herse, de l'araire; ou bien on les répand à l'ombre d'autres plantes comme le trèfle dans le blé; ou enfin, on leur conserve leurs enveloppes extérieures qui forment un abri naturel pour les semences, comme dans le sainfoin, le trèfle incarnat, etc.

Mais sous l'impression de la lumière, le carbone de l'atmosphère s'unit aux organes du végétal; il n'y a plus alors simple transformation de la matière végétale, mais addition à sa masse d'éléments nouveaux.

En comparant la croissance de pois venus dans l'obscurité à d'autres qui avaient été placés au grand jour, on a trouvé, après trente-six jours de végétation, que ceux qui avaient cru à l'obscurité avaient 0,750 mètre de longueur, et ceux qui avaient cru à la lumière 0,189 mètre seulement, c'est-à-dire qu'ils étaient environ dans le rapport de 3 à 1. Arrivée à cette longueur, la plante privée de jour cessa de végéter et mourut; elle n'avait que trois petites feuilles jaunâtres, mal développées, quatre ou cinq fois plus petites que dans l'état naturel, séparées par des intervalles de 0,162 mètre 0,189 mètre. La plante qui avait cru à la lumière avait alors cinq feuilles vertes et consistantes séparées l'une de l'autre par des intervalles presque égaux de $0^{m},055$ (1).

(1) Mecse, *Journal de physique*, t. VII, p. 115.

L'exemple que nous venons de citer caractériserait parfaitement ce que l'on doit entendre par *étiolement,* si l'on y avait joint le poids des végétaux à l'état frais et à l'état sec. Nous avons cherché à nous procurer cette donnée importante. Ayant choisi trois mûriers de la même variété, l'un exposé de toutes parts aux rayons du soleil, l'autre ne le recevant que le matin et en étant privé à une heure après-midi par l'interposition de murs élevés, le troisième à l'ombre et ne recevant que de la lumière diffuse; leurs feuilles dépouillées de leurs pétioles et desséchées ont donné sur 100 de matière fraîche :

Le premier.	45	de matière solide.
Le second	36	—
Le troisième	27	—

Ainsi, l'allongement du végétal qui croît à l'ombre n'a lieu qu'au moyen de l'extension des membranes des cellules, sans qu'il y ait assimilation de carbone, formation de fibre ligneuse; cette assimilation est d'autant plus grande que la lumière qui frappe la plante est plus forte et plus continue.

En l'absence de la lumière il n'y a pas de fructification, et pour cela il ne faut pas même que la privation de lumière soit complète; la lumière diffuse ne suffit pas pour le plus grand nombre de plantes, et celles qui entrent dans nos cultures ne donnent pas de semences mûres sans la lumière directe du soleil, et en donnent d'autant moins qu'elles en sont plus longtemps privées.

Nous savons que les plantes exhalent de l'oxygène et s'assimilent du carbone à la lumière; mais, par une action inverse, c'est du carbone, à l'état d'acide carbonique, qu'elles exhalent à l'obscurité. Il y a, dans ce dernier cas non-seulement suspension d'accroissement et de formation de nouveaux organes solides, mais encore rétrogradation dans cette formation. Une tige de cardon ou de laitue, déjà verte et

solide, blanchit et se ramollit quand elle est enterrée. Ainsi, pendant l'été, dans les hautes latitudes, avec de longs jours et même avec des jours de plusieurs mois, tous les instants sont mis à profit, et c'est ce qui explique la rapidité de la végétation de ces climats, et la possibilité d'y faire fructifier des plantes qui, avec des jours plus courts et une température plus élevée, exigent un temps plus long.

Toutes les plantes n'ont pas besoin d'une égale quantité de lumière pour accomplir le cycle de leur végétation, de même que toutes n'ont pas besoin d'une égale chaleur. M. Dutrochet a remarqué que si l'on met à végéter dans l'eau des mercuriales et des morelles, les premières, sous l'influence de la lumière, aspirent plus fortement l'eau que les secondes; tandis que, au contraire, à l'obscurité, les morelles aspirent plus d'eau que les mercuriales. La même opposition existe entre le chénopode et l'ortie (1).

On ne pourrait pas objecter contre ces faits la réussite des céréales qui, dans les régions nébuleuses de l'Irlande et de l'ouest de l'Europe, donnent des produits quelquefois plus grands que dans les parties méridionales du continent; car la comparaison ne serait exacte que si toutes les autres conditions étaient égales; l'humidité du sol manque trop souvent pendant la végétation aux plantes cultivées dans le midi, et quand on voudrait comparer les récoltes venues de part et d'autre dans des sols également humides, il faudrait encore recourir à la balance et non à la mesure pour les apprécier et faire aussi la part de leurs qualités; car les froments du midi possèdent plus de gluten que ceux du nord, et assimilent par conséquent plus d'azote. En général, les produits végétaux contiennent une plus forte dose de ce gaz dans les pays où la lumière est la plus forte. Les autres combinaisons qui ont lieu pendant la fructification s'y font aussi d'une manière plus parfaite, et le goût des fruits y est plus

(1) *Comptes-rendus de l'Académie des Sciences*, t. IV, p. 451.

développé et plus sucré. Les produits hydrogénés sont ceux surtout qui croissent de préférence dans les zônes les plus éclairées. Les huiles, les alcools, les essences n'ont plus la même qualité sous un climat nébuleux, quand même ce climat se trouverait sous la zône tropicale. Le caféier transporté aux Antilles n'a plus le parfum de celui du Golfe Arabique.

On pourrait se demander encore si dans toutes les dispositions de l'atmosphère il arrive à nous une égale quantité de rayons lumineux semblablement modifiés, une égale proportion de rayons ayant les qualités chimiques, calorifiques, lumineuses, que l'on trouve dans le spectre sous d'autres dispositions; par exemple, si cette proportion est la même avec un ciel clair, avec un ciel légèrement vaporeux ou couvert de nuages blancs, gris, bleuâtres, etc.; quand l'atmosphère est sèche ou quand elle est humide. Cette recherche, si elle pouvait être faite, serait de la plus haute importance pour l'établissement des climats agricoles; car on a déjà indiqué que certaines plantes (la chicorée, par exemple), croissant derrière des verres colorés, s'allongent plus sous l'influence des rayons bleus et violets, tandis que d'autres plantes, le pavot, par exemple, éprouvent le même effet du rayon rouge (1).

Draper et Gardener, ayant fait des expériences sur l'action des différents rayons du spectre solaire, ont constaté que ce sont les rayons jaunes et les rayons verts qui exercent l'action la plus prononcée sur les plantes. Gardener se servait de navets incolores, parce qu'ils avaient été élevés à l'obscurité, et marquait l'endroit du spectre solaire où la chlorophylle se formait le plus vite et avec le plus d'abondance. La décomposition de l'acide carbonique par les plantes suivait la même progression que la formation de cette substance. Ainsi, l'action des différents rayons était la suivante :

(1) *Journal de physique*, 1815, p. 243. *Comptes-rendus de l'Académie des Sciences*, t. XVI, p. 747 et 1120.

Rouge, ...	0,000
Milieu de l'orangé. . . .	0,777
Milieu du jaune.	1,000
Milieu du vert.	0,583
Milieu du bleu	0,100
Limite du bleu	0,000

Les appareils imaginés pour comparer l'intensité du rayonnement atmosphérique sont de deux espèces :

A l'aide des premiers (cyanomètres) on compare l'intensité de la teinte bleue du ciel dans les différents instants de la journée. Ces appareils, comme on le sait, sont fondés sur différents principes, mais laissent tous quelque chose à désirer.

Les seconds (on a employé ces appareils en Angleterre, etc.) sont fondés sur les changements chimiques qui s'opèrent sous l'action de la lumière ; ils sont censés donner l'intensité du rayonnement atmosphérique d'après la coloration plus ou moins vive de papiers ou de surfaces enduites de matière sensible, pendant un temps déterminé.

A ces procédés, on peut faire les objections suivantes :

D'abord, en ce qui concerne les premiers appareils, comme l'atmosphère présente des teintes verdâtres et jaunâtres, etc., que ne peuvent reproduire les cyanomètres, il en résulte que, lorque les teintes changent de couleurs, les résultats donnés par les instruments ne sont plus exacts.

Quant aux réactions chimiques produites sous l'action de la lumière, elles n'indiquent que les intensités d'action chimique produites par le rayonnement atmosphérique sur la matière sensible employée. Or, comme chaque substance impressionnable est affectée par le rayonnement entre des limites différentes de réfrangibilité, il en résulte que les papiers sensibles peuvent indiquer une différence dans l'intensité, et quoique, en réalité, le rayonnement lumineux entre les limites rouges et violettes ait conservé son intensité, puisque les composés d'argent, qui sont les substances sensibles généralement employées, se colorent principalement au-delà

du violet du spectre solaire, tandis qu'à cette réfrangibilité ne correspond aucun rayon perceptible à l'organe de la vision.

D'après les recherches des physiologistes, la partie du rayonnement qui forme la matière verte dans les végétaux, est située entre le rouge et le bleu du spectre solaire, et a son maximum d'action dans le jaune, là où se trouve le maximum d'éclairement. Il résulte de là que l'on peut se servir des instruments qui donnent les rapports d'*intensités lumineuses*, pour comparer les intensités d'action exercées par le rayonnement atmosphérique sur les végétaux, mais nullement des réactions chimiques opérées sur les sels d'argent ordinairement employés, tels que le chlorure, le bromure, etc.

Les appareils du premier genre, ou cyanomètres, sont donc préférables aux seconds, mais en tant que l'on peut se soustraire à l'objection présentée plus haut.

On avait pensé, et M. Kaemtz a indiqué ce procédé dans ses *Éléments de Météorologie* (*voyez* traduction française, pag. 405), que l'on pourrait décomposer un faisceau de rayon émané de l'atmosphère par un prisme, et comparer l'intensité de différentes nuances, après avoir reconnu les rayons absorbés ou éteints au moment où l'on opère.

Mais ce procédé, quoique simple en apparence, est d'une application fort difficile; voici pourquoi : d'abord, pour reconnaître quels sont les rayons absorbés, il faut examiner un spectre bien épuré et présentant les raies noires de Fraünhofer, car les absorptions se font principalement sur les rayons extrêmes rouges et violets. Or, si l'on examine comparativement deux spectres, l'un produit par la lumière solaire directe, l'autre par la lumière diffuse émanée d'un nuage, ou d'une portion bleue du ciel, on reconnaît, abstraction faite de la portion d'intensité, qu'il n'y a que les rayons extrêmes de moins dans le spectre de la lumière diffuse, et cela sur une étendue qui n'est pas considérable.

Le spectre de la lumière diffuse se termine du côté du rouge vers la raie B; et du côté du bleu entre les raies G et H, au lieu d'avoir l'étendue AH, comme dans l'autre spectre.

Ce n'est que lors des teintes crépusculaires rouges, etc., que l'on aurait un spectre moins étendu.

Mais l'objection la plus grave est relative à la mesure des intensités des différents rayons du spectre. On ne connaît, quant à présent, aucun moyen pour l'effectuer, surtout aucun moyen rapide et à l'usage des météorologistes. Il n'est pas possible de reconnaître si les rayons jaunes sont en égale proportion dans le courant de la journée, et si la proportion des rayons bleus et verts a changé. Si la comparaison est déjà fort difficile quand on s'en tient à la teinte bleuâtre de l'atmosphère, elle l'est encore bien davantage quand on s'attaque à la lumière colorée et aux différentes teintes du spectre.

Puisque, d'après ce que nous avons dit, la comparaison de la diminution dans la longueur du spectre, en se rapportant aux lignes noires de Fraünhofer, ne donne que des différences difficiles à saisir dans de très-faibles limites, il en résulte que ce dernier procédé, tel qu'il a été proposé, n'est pas susceptible d'application.

CHAPITRE V.

De l'eau atmosphérique.

SECTION I. — *Quantité de vapeur contenue dans l'air.*

L'eau à l'état fluide ou à l'état de glace, mise en présence d'un espace limité, s'y réduit en vapeur et sature cet espace proportionnellement à la température de l'enceinte, si celle-ci est vide d'air et de gaz. Ce passage de l'eau à l'état aériforme prend le nom d'évaporation. Dans le vide, l'évaporation s'opère avec une rapidité que l'on a comparée à celle d'un boulet de canon. Si l'on comprime l'espace qui a été sa-

turé de vapeur aqueuse, une partie de la vapeur repasse à l'état liquide; si on agrandit l'espace, il devient susceptible de recevoir de nouvelle vapeur.

Si l'espace est déjà rempli d'air sec, celui-ci oppose une résistance à la formation de la vapeur, l'évaporation se fait lentement; cette lenteur augmente à mesure que l'évaporation continue, parce que la première couche d'air étant saturée, et la couche qui lui est supérieure s'opposant à la pénétration de la vapeur, l'eau se trouve en contact avec la couche inférieure qui n'admet plus de nouvelle vapeur, jusqu'à ce qu'elle ait transmis une partie de celle qui la sature à la couche supérieure d'air sec; mais si un courant d'air non saturé vient renouveler sans cesse la couche d'air inférieure, l'évaporation marche avec plus de rapidité. Nous devions rappeler ces principes parce qu'ils expliquent la présence de l'eau dans l'atmosphère, la rapidité de l'évaporation dans un air sec, son accélération sous l'influence des vents, sa lenteur dans un air déjà humide et calme; et enfin parce que l'évaporation est un des phénomènes les plus importants pour la végétation, puisque celle qui se fait à la surface des feuilles, et qui prend le nom d'*exhalation,* est le principal mobile du mouvement de la sève.

Les molécules de vapeur sont élastiques et réagissent les unes sur les autres et sur l'air environnant avec une force qui est appréciée par la dépression qu'elle fait éprouver à la colonne mercurielle, quand la vapeur est enfermée dans le vide barométrique. Cette force est appelée *tension de la vapeur*, et elle augmente avec la température; elle agit sur l'air avec lequel la vapeur est mêlée, comme sur le mercure du baromètre.

Plusieurs physiciens, et en dernier lieu, M. Regnault, ont cherché expérimentalement la tension de la vapeur pour les diverses températures; du travail de cet éminent physicien, il est résulté la table suivante :

TABLE DE LA TENSION DE LA VAPEUR D'EAU.

DEGRÉS centigrades.	DIXIÈMES DE DEGRÉS. 0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	mill.	mill.	mill.	mill.	mill.	mill.	mill.	mill.	mill.	mill.
—10°	2,08	2,06	2,05	2,03	2,01	2,00	1,98	1,96	1,95	1,93
— 9	2,26	2,24	2,22	2,20	2,19	2,17	2,15	2,13	2,11	2,10
— 8	2,46	2,44	2,42	2,40	2,38	2,36	2,34	2,32	2,30	2,28
— 7	2,67	2,65	2,62	2,60	2,58	2,56	2,54	2,52	2,50	2,48
— 6	2,89	2,87	2,84	2,82	2,80	2,78	2,75	2,73	2,71	2,69
— 5	3,13	3,11	3,08	3,06	3,03	3,01	2,99	2,96	2,94	2,91
— 4	3,39	3,36	3,54	3,01	3,28	3,26	3,23	3,21	3,18	3,16
— 3	3,66	3,63	3,61	3,58	3,55	3,52	3,50	3,47	3,44	3,41
— 2	3,96	3,93	3,90	3,87	3,84	3,81	3,78	3,75	3,72	3,69
— 1	4,27	4,24	4,20	4,17	4,14	4,11	4,08	4,05	4,02	3,99
— 0	4,60	4,57	4,53	4,50	4,46	4,43	4,40	4,36	4,33	4,30
+ 0	4,60	4,63	4,67	4,70	4,46	4,77	4,80	4,84	4,87	4,91
1	4,94	4,98	5,01	5,05	5,08	5,12	5,16	5,19	5,23	5,27
2	5,30	5,34	5,38	5,42	5,45	5,49	5,53	5,57	5,61	5,65
3	5,69	5,73	5,77	5,81	5,85	5,89	5,93	5,97	6,01	6,06
4	6,10	6,14	6,18	6,23	6,27	6,31	6,36	6,40	6,43	6,49
5	6,53	6,58	6,63	6,67	6,72	6,76	6,81	6,86	6,90	6,95
6	7,00	7,05	7,10	7,14	7,19	7,24	7,29	7,34	7,39	7,44
7	7,49	7,54	7,60	7,63	7,70	7,75	7,80	7,86	7,91	7,96
8	8,02	8,07	8,13	8,18	8,24	8,29	8,35	8,40	8,46	8,52
9	8,57	8,63	8,69	8,75	8,81	8,27	8,93	8,99	9,05	9,11
10	9,17	9,23	9,29	9.35	9,41	9,47	9,54	9,60	9,67	9,73
11	9,79	9,86	9,92	9,99	10,05	10,12	10,19	10,26	10,32	10,59
12	10,46	10,53	10,60	10,67	10,73	10,80	10,88	10,95	11,02	11,09
13	11,16	11,24	11,31	11,38	11,46	11,55	11,61	11,68	11,76	11,83
14	11,91	11,99	12,06	12,14	12,22	12,30	12,38	12,46	12,54	12,62
15	12,70	12,78	12,86	12,95	13,03	13,11	13,20	13,28	13,37	13,45
16	13,54	13,62	13,71	13,80	13,89	13,97	14,06	14,15	14,24	14,33
17	14,42	14,51	14,61	14,70	14,79	14,88	14,98	15,07	15,17	15,26
18	15,36	15,45	15,55	15,65	15,75	15,85	15,95	16,05	16,15	16,25
19	16,35	16,45	16,55	16,66	16,76	16,86	16,97	17,07	17,18	17,29
20	17,39	17,50	17,61	17,72	17,83	17,94	18,05	18,16	18,27	18,38
21	18,50	18,61	18,72	18,84	18,95	19,07	19,19	19,31	19,42	19,54
22	19,66	19,78	19,90	20,02	20,14	20,27	20,39	20,51	20,64	20,76
23	20,89	21,02	21,14	21,27	21,40	21,53	21,66	21,79	21,92	22,05
24	22,18	22,32	22,45	22,59	22,72	22,86	23,00	23,14	23,27	23,41
25	23,55	23,69	23,83	23,98	24,12	24,26	24,41	24,55	24,70	24,84
26	24,99	25,14	25,29	25,44	25,59	25,74	25,89	26,05	26,20	26,35
27	26,51	26,66	26,82	26,98	27,14	27,29	27,46	27,62	27,78	27,94
28	28,10	28,27	28,43	28,60	28,77	28,93	29,10	29,27	29,44	29,61
29	29,78	29,96	30,13	30,31	30,48	30,65	30,83	31,01	31,19	31,37
30	31,55	31,73	31,91	32,09	32,28	32,46	32,65	32,84	33,03	33,22
31	33,41	33,60	33,79	33,98	34,17	34,37	34,56	34,76	34,96	35,16
32	35,36	35,56	35,76	55,96	36,17	36,37	36,38	36,78	36,99	37,20
33	37,41	37,62	37,83	38,05	38,26	38,47	38,69	38,91	39,12	39,34
34	39,57	39,79	40,01	40,23	40,46	40,68	40,91	41,14	41.36	41,60
35	41,83	42,06	42,29	42,53	42,76	43,00	43,24	43,47	43,71	43,95

Ce qu'il nous importe surtout de rechercher, c'est l'*état hygrométrique* de l'air, c'est-à-dire son humidité relative, c'est-à-dire encore le rapport de l'humidité existante avec l'humidité totale qui y serait contenue, si l'air était saturé de vapeur. Ce rapport est égal à celui de la tension existante de la vapeur à la tension maximum pour la température à laquelle on se trouve. Pour parvenir à déterminer ce rapport, on s'est servi de plusieurs moyens.

1° L'hygromètre de Saussure signale immédiatement l'état hygrométrique, quand on compare le degré qu'indique le cheveu avec les nombres correspondants de la table qui lui est propre et que l'on a construite d'après les règles données par M. Regnault (1). Sans la construction de cette table pour chaque instrument particulier, on ne peut nullement répondre de la signification des indications qu'il donne; mais cette table bien construite, l'hygromètre de Saussure nous paraît l'instrument le plus commode.

2° Malgré le doute qui reste sur plusieurs points de sa théorie, le psychromètre qui n'exige que l'emploi simultané de deux thermomètres que l'on observe, l'un à l'état sec, l'autre en humectant la gaze ou le coton dont on a entouré sa boule, est l'instrument le plus commode. Le premier thermomètre indique la température de l'air dans son état actuel d'humidité, l'autre, celle de l'air saturé de vapeur; or, la température est abaissée par l'évaporation dans une certaine proportion en rapport avec l'état de sécheresse ou d'humidité de l'atmosphère. Des considérations en partie empiriques ont conduit à une formule qui donne l'humidité relative, ou l'état hygrométrique de l'air, d'après les observations du thermomètre sec et du thermomètre mouillé et celles du baromètre.

Appelons x la tension actuelle de la vapeur contenue dans l'air; f, la tension maximum de la vapeur correspondant à

(1) *Comptes-rendus de l'Académie des Sciences*, t, XX, p. 1156 et suivantes.

la température t du thermomètre sec ; f' la tension maximum correspondant à la température t' du thermomètre mouillé ; h la hauteur de la colonne mercurielle, nous aurons

$$x = f' - \left(\frac{0{,}480(t-t')}{610-t'}\right)h,$$

et $\frac{x}{f}$ sera l'état hygrométrique cherché. Soient, par exemple,

$$t = 25°,$$
$$t' = 15°,$$
$$h = 760^{\text{mill.}}.$$

En se servant de la table précédemment donnée, on trouvera $f' = 12{,}70$, et par conséquent il viendra :

$$x = 12{,}70 - \frac{0{,}480(25-15)}{610-15} \times 760 = 12{,}70 - 6{,}13 = 6{,}57.$$

Mais on trouve dans la même table $f = 23{,}55$, et par conséquent on a l'état hygrométrique cherché :

$$\frac{x}{f} = \frac{6{,}57}{23{,}55} = 0{,}28.$$

L'humidité actuelle est donc les 0,28 de l'humidité absolue, c'est-à-dire que l'air contient un peu plus du quart de la quantité de la vapeur nécessaire pour le saturer à la température de 25 degrés.

Le résultat des observations a prouvé que l'humidité est à son maximum au lever du soleil, au moment le plus froid de la journée; qu'elle s'affaiblit avec l'augmentation de la température, ce qui permet à l'air de dissoudre une plus grande quantité de vapeur.

Quant à la quantité de vapeur contenue dans l'air, elle est, au contraire, à son minimum au lever du soleil, et l'évaporation devenant plus active, elle atteint son maximum après midi en hiver, mais avant midi en été; mais de même que la température s'abaisse plus lentement, de même aussi

la quantité de vapeur est toujours un peu plus grande le soir que le matin (1).

SECTION II. — *De l'évaporation.*

L'évaporation est un phénomène dont les effets sont si marqués, non-seulement sur la végétation, mais encore sur la nature de climat et sur une foule d'opérations agricoles, qu'il serait du plus grand intérêt de pouvoir la calculer d'avance au moyen des autres données météorologiques. Ainsi, dans la construction des bassins et des réservoirs, nous aurions souvent besoin de connaître la perte que l'évaporation leur fera subir, pour proportionner leurs dimensions aux résultats que nous voulons obtenir. Si, par exemple, nous avons calculé que le printemps nous donnera 18 centimètres de pluie, sachant qu'il nous en enlèvera 6 par l'évaporation, nous saurons qu'il faut la recevoir dans un bassin de telle dimension que sa surface soit de beaucoup inférieure au quart de la surface de laquelle la pluie est reçue, car, sans cela, on arriverait à l'été avec un réservoir à sec. Il est nécessaire aussi, dans bien des cas, de prévoir l'époque où les étangs, les marais seront desséchés, et où l'on pourra y entrer pour certains travaux et certaines récoltes; dans ces circonstances, comme dans une foule d'autres, on s'adresse à la météorologie pour lui demander ses enseignements. La météorologie théorique n'a rendu jusqu'à présent que des réponses équivoques, parce qu'elle n'a expérimenté qu'en lieux clos et sous des influences qui ne sont pas celles que présente la nature.

Voyons cependant ce que l'on peut attendre de ces recherches. Dalton avait trouvé que sur un vase d'un décimètre carré, dans un lieu fermé, l'évaporation pouvait être repré-

(1) *Voir*, dans Kaemtz, p. 80 et suiv., les détails de ces variations d'humidité et de saturation selon les lieux.

sentée par cette formule : $e = \frac{4^{\text{mill.}}, 2688\ (f-f')}{B}$, en appelant e l'évaporation par minute, $f-f'$ la différence des tensions correspondantes aux thermomètres secs et mouillés, et B la pression barométrique (1) exprimée en millimètres. Ainsi, dans l'exemple donné dans la section I précédente, la différence des tensions des thermomètres secs et mouillés étant $23,55 - 17,70 = 5,85$, et en supposant le baromètre $B = 760$, nous aurions

$$e = \frac{4,2688 \times 3,85}{760} = 0,^{\text{mill.}}0315$$

Si la formule était immédiatement applicable, nous pourrions donc calculer l'évaporation possible, sans recourir à l'observation directe, dès que nous aurions les différents éléments de calcul ; mais nous ne pouvons y trouver que ce que l'on y a mis, et on y fait abstraction du mouvement de l'air et d'autres circonstances encore mal appréciées qui nous ont paru agir fortement sur l'évaporation.

Avant de chercher à nous en rendre compte en comparant la formule avec les résultats de l'observation directe, nous avons dû jeter un coup d'œil sur les moyens d'observation.

En comparant l'évaporation qui a lieu en plein air, dans des vases de différentes surfaces, de différentes matières, Cotte fut effrayé en reconnaissant qu'elle était d'autant plus forte que le vase était plus petit, et qu'à égalité de surface la substance dont le vase était formé avait aussi sa part d'influence. En vain Lambert avait prouvé expérimentalement la fausseté des principes de Musschenbroëck, qui voulait que les cubes des quantités évaporées fussent entre eux comme les hauteurs de l'eau dans les vases ; il montra que la profondeur de l'eau était sans influence, et que l'évaporation était proportionnelle aux surfaces évaporantes (2) ;

(1) Biot, *Traité de physique*, art. *évaporation*.
(2) *Mémoires de l'Académie de Berlin*, 1769.

néanmoins les anomalies dont nous venons de parler avaient frappé de discrédit les observations atmidométriques. En répétant les expériences de Cotte, il nous a été facile de trouver la cause de ces anomalies :

1° Au soleil, l'eau du vase le plus petit s'échauffait davantage que celle du plus grand, et d'autant plus que la matière du vase était plus conductrice de la chaleur ; ainsi à Peissenberg, des vases évaporatoires de même dimension, exposés à l'ombre et au soleil par un ciel serein et par un vent d'ouest ont donné :

	Au soleil.	A l'ombre.	Différence.
11 juillet.	1196 grains	629 grains	657 grains
12 —	1349	734	615
13 —	1387	764	623

2° Le vent, en formant des vagues à la surface de l'eau, baignait les bords du vase et augmentait ainsi la surface d'évaporation, non pas en proportion de sa superficie, mais de son périmètre.

Ces deux causes d'erreur ont disparu en substituant à la température du thermomètre sec, observée dans l'air, une moyenne entre la température de l'air et celle de l'eau évaporante, ce qui conduit à avoir un thermomètre dont la boule est plongée dans cette eau ; en garantissant les bords du vase de l'action directe du soleil ; enfin en enduisant ses bords intérieurs d'une matière grasse qui ne permet pas à l'eau projetée par les vagues de s'y attacher. Dès lors les observations faites dans des vases de surface et de profondeur diverses deviennent concordantes.

Mais il reste une objection bien forte contre les observations atmidométriques. Quand le vent souffle avec impétuosité, et dans une direction plongeante, il ne se borne pas à enlever la couche de vapeur qui se forme à la surface de l'eau ; mais frappant perpendiculairement sur la crête des vagues, il brise celles-ci et enlève ainsi des gouttes d'eau en nature. Nous avons constaté et mesuré ce fait très-variable

au moyen d'un cadre couvert d'un papier de tenture gris-tendre, sur lequel marquaient les gouttes d'eau, placé horizontalement près du vase évaporatoire, dans une direc-rection opposée au vent. Nous avons pu voir que l'effet se complique à la fois de la force et de l'inclinaison du vent, selon des lois qui ne pouvaient être évaluées par des calculs, mais devaient être directement observées.

Ainsi, notre atmidomètre, devenu comparable, se compose d'un vase de cuivre étamé de 10 décimètre carrés de surface, de 50 centimètres de profondeur, dont les bords extérieurs sont entourés d'un bourrelet de laine. Vers l'un des angles se trouve une pointe mobile par le moyen d'une vis que l'on descend jusqu'à ce qu'elle soit en contact avec la surface de l'eau. Un thermomètre est attaché au bord intérieur du vase dont la boule plonge dans la couche supérieure du liquide. Le vase est placé au centre d'un cadre en bois de 1 mètre de côté, garni de canevas sur lequel on colle, après chaque observation qui a fourni des taches, un nouveau papier de tenture gris-tendre, tel que les moindres taches d'eau y laissent leur empreinte après la dessiccation. Ce cadre, percé à son centre d'un trou carré de la dimension du vase évaporatoire, affleure les bords de ce vase. Quand on veut constater la quantité d'eau réellement évaporée, on abaisse la pointe qui est restée en dehors de l'eau, jusqu'à ce qu'elle affleure de nouveau sa surface. Une échelle graduée indique, en fraction de millimètres, l'abaissement de l'eau. On observe s'il y a des taches sur le cadre; on les compte par ordre de grandeur. Une expépérience préliminaire ayant appris la quantité d'eau que comportent les taches de différentes grandeurs, on obtient ainsi fort exactement la quantité d'eau enlevée en nature par le vent, et on la soustrait de la quantité d'eau évaporée.

Nous nous sommes un peu étendu sur la manière d'observer l'évaporation en raison de la grande importance que

nous attachons à ce phénomène de la météorologie agricole. plus tard, quand nous aurons de bonnes séries d'observations de ce genre, nous ne doutons pas que l'on n'y trouve la solution d'une grande partie des problèmes que présentent les climats; car l'évaporation est aussi une synthèse qui combine les effets de la chaleur, de l'humidité de l'air et de son agitation. Nous dirons maintenant quels ont été les premiers résultats obtenus d'une méthode régulière employée dans l'observation.

En faisant abstraction de la quantité d'eau enlevée, et ne considérant que celle réellement évaporée, il y a une relation exacte entre la vitesse du vent et la quantité dont l'évaporation réelle excède l'évaporation théorique donnée par la formule, 1° toutes les fois que le ciel est clair; 2° immédiatement après la pluie; 3° quand le ciel est couvert uniformément d'un voile léger. Ainsi, appelons e l'évaporation réelle, e' l'évaporation théorique, v la vitesse du vent en mètres par seconde, x le coefficient qui indique l'effet du vent sur l'évaporation par chaque mètre de vitesse, nous avons $e = e' + e' \times vx$. Dans les cas cités ci-dessus, nous admettons provisoirement, d'après le résultat de nos expériences, que le coefficient $x = 0{,}19$. Ainsi, dans l'exemple précédent, l'évaporation théorique e a été trouvée de 0,0515 mill. par minute; si le vent avait 10 mètres de vitesse par seconde, nous aurions $e = 0^{mill.},0515 + 0^{mill.},0515 \times 10 \times 0,19 = 0^{mill.},05985$ par minute, et pour un jour $86^{mill.},184$.

Au contraire, quand le ciel se couvre de grosses nues épaisses, souvent orageuses (cumuli), nous ne trouvons plus de rapports réguliers entre la vitesse du vent et la marche de l'évaporation; celle-ci augmente dans une si grande proportion, que nous avons trouvé alors jusqu'à 29,0, pour le coefficient x de la vitesse du vent; moyennement 13,1, et jamais moins de 5,0. Il y a, dans ce cas, une cause d'extrême accélération de l'évaporation, et cela est d'autant plus remar-

quable que ce genre de nuages est le précurseur de la pluie, et qu'il favorise en même temps l'accroissement de la vapeur aérienne.

On a expliqué cette évaporation excessive par la forte électricité que présentait généralement ce genre de nuage. Bose (1), Nollet (2), Beccaria (3), Guénaud de Montbelliard (4), avaient remarqué les effets de l'électricité sur l'évaporation; Nollet en particulier avait trouvé qu'un vase électrisé avait perdu 33 grammes par l'évaporation, tandis qu'un autre vase non électrisé, et de même dimension, n'avait perdu que 16 grammes. M. Peltier, reprenant ces recherches, a montré la grande accélération de l'évaporation, quand on met le liquide en présence de corps électrisés (5). On sent que l'on ne pourrait appliquer cette théorie aux faits dont nous venons de parler, qu'autant que l'observation prouverait un accord constant entre les accroissements d'évaporation et le degré de tension électrique des nuages au moment où le phénomène a lieu. Ces observations correspondantes n'existent pas encore.

Nous pensons qu'on pourrait aussi expliquer ce fait par l'énorme évaporation qui doit avoir lieu à la surface supérieure de ces masses de nuages opaques frappés par le soleil. Le mouvement ascensionnel de la vapeur doit se communiquer de haut en bas, et affecter de proche en proche toutes les couches d'air, jusqu'à celle qui repose sur la terre. Quoi qu'il en soit, l'évaporation est un phénomène trop essentiel en agriculture pour être laissé dans l'oubli auquel le condamnent la plupart des traités de météorologie. Nous croyons qu'il peut être observé avec quelque exactitude, et qu'il ne sera peut-être pas impossible plus tard d'en calculer la valeur

(1) *Académie des Sciences*, 1745.
(2) *Recherches sur les phénomènes électriques.*
(3) *Électricité artificielle.*
(4) *Journal de physique*, 1777.
(5) *Recherches sur les trombes*, p. 72 et suiv.

en combinant plusieurs autres données. C'est un travail encore neuf qui s'offre aux physiciens qui voudront fournir des matériaux à la pratique.

SECTION III. — *Évaporation de la terre.*

Quand la surface de la terre est mouillée, soit par la pluie, soit par une inondation, l'eau pénètre dans son intérieur par l'effet de sa gravité ; elle imbibe de proche en proche ses particules, et s'introduit dans les pores des substances qui la composent. Les couches supérieures commencent par se saturer, puis l'excédant de l'eau descend dans la couche immédiatement inférieure qui se sature aussi, et ainsi de suite, jusqu'à ce que toute l'eau soit absorbée. A ce premier effet, qui est rapide, succède un nouvel ordre de choses ; la couche inférieure, restée sèche jusqu'alors, prend une partie de l'eau de la couche qui lui est supérieure et qui est saturée, pour se mettre en équilibre d'humidité avec elle, et cette répartition lente s'étend de bas en haut, jusqu'à ce que l'équilibre soit parfaitement établi.

Mais pendant que ceci se passe dans l'intérieur des terres, l'air qui repose à sa surface, et qui est imparfaitement saturé, tend aussi à reprendre à la couche supérieure une partie de son humidité : il y a évaporation. Cette couche se dessèche donc rapidement, reprend à la couche inférieure l'eau qu'elle a de plus qu'elle, et cette eau est reprise à son tour par l'atmosphère. C'est ainsi que le terrain se dessèche par le haut et par le bas à la fois, et la rapidité de l'évaporation fixe la limite inférieure où s'arrête l'humidité, de manière que dans les terrains secs, qui ne communiquent pas avec un réservoir d'eau inférieur, ce ne sont ni les couches profondes, ni les couches supérieures qui contiennent le plus d'humidité, mais les couches intermédiaires.

Ayant observé pendant plusieurs jours le rapport de l'évaporation d'une surface d'eau et d'une surface de terre complétement imbibée au mois d'août, et par une température de 23 à 24°, voici les résultats que nous avons obtenus :

	Evaporation de l'eau. millim.	Evaporation de la terre. millim.
1er jour.	15,0	4,1
2e	12,7	2,5
3e	11,5	1,8
4e	12,0	1,3
5e	11,7	1,3
6e	11,0	1,2
7e	9,4	1,3

On voit avec quelle rapidité marche l'évaporation au début : le premier jour, quand la terre est complétement imbibée, elle est de plus du quart de l'évaporation d'une surface aqueuse; elle diminue constamment; après sept jours, elle n'est plus que le septième. Bientôt la terre se desséchant, l'évaporation devient presque inappréciable. Dès le deuxième jour, avec cette température, la couche supérieure est sèche à la profondeur de 2 à 3 millimètres; au bout de huit jours, les plantes qui ne s'enfoncent pas à plus d'un décimètre commencent à souffrir, et réclament des arrosements.

Hales avait déjà tenté quelques observations sur l'évaporation de la terre, et il en avait conclu qu'elle était, dans le climat où il observait, dans le rapport de 3 à 10, avec celle d'une surface aqueuse; mais c'est à M. Maurice de Genève que l'on doit la première série de recherches un peu suivies, et encore crut-il devoir l'abandonner au bout de deux ans; c'est aussi sa méthode que nous avons employée à Orange pendant deux autres années. M. Maurice croyait qu'elle le conduirait à un résultat certain sur l'état de sécheresse ou d'humidité de la terre; mais cela ne serait vrai que pour des terres séparées des couches profondes par une

couche imperméable d'argile ou de rocher ; dans le cas contraire, il se fait dans l'intérieur du sol des distillations qui transmettent aux couches supérieures l'humidité vaporisée des couches inférieures ; en outre, comme nous l'avons dit en commençant, ces couches échangent leurs excédants d'humidité par communication. Ces divers phénomènes ne nous ayant jamais permis de trouver un accord entre l'eau reçue par la pluie, l'évaporation terrestre mesurée sur un cube de terre isolé, et la sécheresse des couches inférieures constatée directement, comme nous l'avons indiqué ailleurs (1), c'est au procédé suivant que nous avons cru devoir recourir dans tous les cas pour connaître l'état du terrain. En prenant chaque jour une couche de terre dans le même sol et à la même profondeur, en la soumettant à la dessiccation et à la pesée, nous connaissons ces alternatives beaucoup mieux que par des calculs fondés sur l'évaporation du sol, qui n'est qu'un des éléments d'un fait compliqué. Il ne sera pas inutile cependant de connaître les rapports des évaporations terrestres et aqueuses dans les différentes saisons de l'année. On sait que pour obtenir l'évaporation de la terre, M. Maurice se servait d'une espèce de romaine dont l'extrémité du levier faisait mouvoir une aiguille sur un cadran, divisé en 44 parties ; chacun de ces degrés répondait à un volume d'eau ayant $0^{m},009$ de hauteur, et $0^{\text{mètre carré}},4221$ de surface. Un vase de tôle vernie, de $0^{m},33$ de profondeur, ayant la superficie indiquée et dont le fond était garni de petits trous, était rempli de terre, il pesait à l'état sec $19^{k},66$ (2). Les inconvénients divers que M. Maurice avait trouvés dans l'emploi de sa romaine toujours en action nous déterminèrent à simplifier l'instrument. Nous prîmes également le vase rempli de terre, et enfoncé dans le sol jusque près de son ouverture ; nous pesions chaque jour

(1) T. I, p. 166.

(2) *Bibl. britannique de Genève*, sciences et arts, t. I.

avec une romaine exacte. Voici nos résultats et les siens :

	GENÈVE (1796-97).				ORANGE (1821-22).			
	Évaporation de l'eau.	Évaporation de la terre.	Pluie.	Reste de l'eau météorique.	Evapor. de l'eau.	Évapor. de la terre.	Pluie.	Reste de l'eau météorique.
	mill.	mill.	mill.	mill.	mill.	mill.	mill.	mill.
Janvier..	4,512	5,640	53,463	+ 47,823	57,2	12,3	46,1	+ 33,8
Février...	4,963	27,296	111,663	+ 84,367	88,2	56,0	52,7	— 3,3
Mars....	46,019	55,642	10,376	— 25,266	159,0	77,0	41,4	— 35,6
Avril....	136,252	23,235	9,249	— 13,986	186,7	66,2	57,6	— 8,6
Mai.....	109,408	31,807	23,685	— 8,122	227,7	68,0	61,5	— 6,5
Juin.....	116,175	66,096	97,226	+ 31,130	297,3	85,2	47,1	— 38,1
Juillet...	147,551	58,201	79,181	+ 20,980	378,5	21,7	28,1	+ 6,4
Août....	219,718	47,372	42,860	— 4,512	306,1	17,7	49,2	+ 31,5
Septemb.	165,518	33,381	40,831	+ 7,450	180,7	35,4	105,0	+ 69,6
Octobre..	191,745	35,416	95,422	+ 60,006	181,2	76,0	101,5	+ 25,5
Novembr.	63,390	20,314	42,860	+ 22,546	103,3	45,2	82,6	+ 37,4
Décembre	6,995	17,881	46,696	+ 28,815	115,4	36,0	49,3	+ 13,3
Total.	1,210,254	402,281	653,512	+251,231	2,281,3	596,7	722,1	+125,4

Ainsi, à Genève, l'évaporation de la terre enlevait les 0,61 de la pluie tombée, et elle était le tiers de l'évaporation de l'eau ; à Orange, l'évaporation de la terre était les 0,88 de la quantité de pluie, et un peu moins du tiers de l'évaporation de l'eau. Dans l'une et l'autre localité, la pluie laisse donc un excédant d'humidité dans la terre après avoir fourni à son évaporation, à Genève, les 0,376 de la totalité, à Orange, les 0,166 ou un peu plus du sixième. Cette différence vient de ce que les jours de pluie sont plus isolés les uns des autres à Orange, et qu'ainsi l'eau qui est tombée est immédiatement reprise par l'évaporation avant d'avoir le temps de parvenir dans la profondeur du sol. Si l'on considère en outre que la température est plus élevée dans ce pays, on s'expliquera la différence.

Ce n'est pas seulement la température de l'air ambiant qui détermine la tension de la vapeur dans l'évaporation de la terre, mais bien celle de l'air qui repose sur la surface du sol qui réfléchit et absorbe les rayons du soleil ; or, nous avons vu à quel point la température de la terre varie selon

la latitude, la nébulosité de l'air, la couleur et la consistance du sol. Ces considérations font assez prévoir qu'il n'est pas possible de donner des formules approximatives pour déterminer l'évaporation de la terre, comme nous l'avons fait pour une surface aqueuse, et qu'il ne reste que l'observation directe, ou la constatation fréquente de l'état d'humidité du sol, pour s'en rendre raison dans chaque lieu (1).

SECTION IV. — *De la rosée et de la gelée blanche.*

Le *point de rosée* est celui où la température s'abaisse dans un air saturé, de manière à ce qu'une partie de la vapeur, ne pouvant plus exister à l'état gazeux, reprend la forme liquide. Ainsi, par exemple, l'air ayant une température de 25°, la tension de la vapeur est à saturation de 23,$^{mill.}$ 55; mais supposons que l'air ne soit pas saturé, et que nous trouvions une tension de 18 mill. seulement; si la température baisse de 5° et tombe à 20°, la tension de saturation à cette nouvelle température n'est plus que de 17,$^{mill.}$ 59 : il se précipite donc sur-le-champ un excédant représenté par la différence de tension de 18 à 17,$^{mill.}$ 59.

Or, le rayonnement nocturne produit aisément un pareil abaissement de 5° dans la température, surtout sur les corps isolés, sans communication avec la terre, et qui ne peuvent pas y reprendre, à mesure de leur refroidissement, la chaleur qu'ils perdent par le rayonnement. C'est ainsi que les plantes, les parties vertes des végétaux surtout, se couvrent de rosée, quoique la surface de la terre ait encore une température trop élevée pour déterminer sa précipitation.

Si l'on interpose un obstacle entre le ciel et l'objet, un toit, par exemple, la rosée ne se produit pas. Les nuages

(1) Il faut remarquer dans le tableau d'Orange, qu'il ne résulte que d'une seule année d'observation ; et que si les mois d'été offrent si peu d'évaporation de la terre, c'est que cell-ci ne contenait presque plus d'eau, ayant été desséchée dans les mois précédents.

préviennent aussi la chute de la rosée par leur interposition entre les espaces planétaires et la surface de la terre, outre qu'ils ont une température bien plus élevée que le firmament. En général, tout obstacle qui tend à dérober à un objet la vue de la totalité ou d'une partie du ciel tend aussi à prévenir ou modérer l'abaissement de sa température, et à le préserver de la rosée.

Si la température est assez froide pour que le rayonnement nocturne abaisse la température au-dessous du zéro du thermomètre, la vapeur d'eau se condense en glace, et l'on a de la gelée blanche au lieu de rosée. Les Indiens se procurent de la glace, en faisant un lit de paille peu tassée et y plaçant des jattes peu profondes remplies d'eau. Quand le ciel est très-clair, le rayonnement suffit pour la faire congeler. Cet exemple montre à quel degré le rayonnement peut refroidir les corps isolés, car il suppose un abaissement d'au moins 17 degrés dans l'Inde. Dans nos climats, le thermomètre peut descendre de 8 degrés. On a donc encore le risque d'une gelée blanche quand, par un temps clair, le thermomètre à l'abri du rayonnement n'est qu'à 7 ou 8 degrés au-dessus de zéro. Mais, en général, c'est à des températures plus basses que la rosée se produit, c'est surtout quand la température de l'air est à 3 ou 4 degrés. Selon Garcillasso de Véga, les Indiens connaissaient bien ces effets du rayonnement nocturne, car ils faisaient des tas de fumier au bout de leurs champs, et y mettaient le feu quand la température était basse et le temps clair, pour produire au moyen de la fumée des nuages artificiels qui s'interposaient entre le ciel et les plantes.

On n'a pas une idée très-précise de la quantité d'eau qui peut tomber sous forme de rosée ; si l'on fait attention cependant que la rosée ne se produit que dans l'air très-légèrement agité, et près du sol, qu'ainsi elle ne peut provenir que de la condensation d'une partie de la vapeur contenue dans une couche d'air assez peu épaisse, on jugera

que cette quantité ne peut être très-considérable. Ainsi, l'air de la nuit étant à 17 degrés comme dans l'Inde, il contiendrait environ 16 grammes d'eau par mètre cube; s'il descend à —2°, il en contiendra encore 5 grammes. Il faudrait donc que toute l'humidité excédante contenue jusqu'à 10 mètres de hauteur se précipitât pour obtenir seulement $0^{millim.},1$ de rosée; mais l'air reste encore fort humide après cette précipitation; ce qui prouve qu'il est loin d'être dépouillé de toute son humidité. Il reste tellement humide que, pendant la chute de la rosée, en voit l'hygromètre à 10 mètres de hauteur accuser encore une humidité extrême. Ces faits prouvent que ce n'est qu'une très-faible couche d'eau qui se précipite sous la forme de rosée. Il était important de s'en assurer directement.

Flaugergues recueillait la rosée au moyen d'un plateau de fer-blanc peint à l'huile, isolé à 1 mètre du sol. Il avait apprécié par des expériences exactes la quantité d'eau qui restait attachée à la couleur; voici quels ont été ses résultats :

	Nombre de jours de rosée.	Hauteur de la tranche d'eau déposée. millim.
Janvier.	2	0,119
Février.	3	0,168
Mars	4	0,133
Avril	4	0,189
Mai.	17	0,723
Juin	16	0,744
Juillet.	10	0,356
Août	6	0,157
Septembre	13	0,474
Octobre	19	1,687
Novembre	17	0,973
Décembre	14	0,707
	125	6,430
Quantité moyenne par jour de rosée. . . .		0,0514

Ainsi, à peu près $\frac{5}{100}$ de millimètre, voilà la quantité moyenne de rosée déposée dans le climat du midi de la France, et la plus forte ne parvient pas à $\frac{1}{10}$ de millimètre.

A Florence, Raddi en 1800 et 1801, puis Nacca en 1808 et 1809, observèrent la rosée. Elle tombait sur les toits métalliques de l'Observatoire : le nombre moyen des rosées fut de 87; le résultat total annuel fut d'un peu plus de 6 millimètres; M. Flaugergues avait trouvé $6^{mill.},459$ (1).

Nous avons fait des observations analogues à Orange : nous recevions la rosée sur un cadre de verre de $1^{mètre\ carré},11$ de surface, placé à $0^{m},15$ du sol. L'eau était recueillie au bas d'une gouttière, et mesurée dans un tube de verre divisé qui nous donnait aisément des centièmes de millimètre. Notre résultat, dont nous n'osons pas donner les détails à cause de fréquentes interruptions, était un peu plus fort que celui de Flaugergues, mais ne s'en écartait pas assez pour nous faire douter du sien. Nous tenons du général Bellonet qu'en 1840, quand on cherchait en Algérie à incendier les récoltes des Arabes, on ne pouvait y parvenir avant huit heures du matin, tellement les blés étaient mouillés par la rosée. Il n'est pas douteux que dans les pays où l'air est humide et l'atmosphère claire, les rosées ne soient beaucoup plus abondantes; mais si l'on considère l'étendue des surfaces que présente une plante de blé en comparaison de son volume, on comprendra qu'il ne faille pas beaucoup d'eau pour la réduire à ne pouvoir pas prendre feu facilement; une tige de blé verte pèse sans l'épi $1^{gr.},95$; quand elle est sèche, $0^{gr.},45$; en lui supposant un mètre de hauteur, elle présente une surface de 9,000 millim. carrés; dépouillée seulement de la moitié de son humidité, elle brûlerait mal; cette moitié serait de $0^{gr.},225$. Ainsi, la paille si

(1) *Annali del Osservatorio di Firenze*, t. I.

difficile à enflammer pourrait n'avoir reçu par millimètre carré qu'une couche de $\frac{0^{gr.},225}{9000}$ ou $0^{mill.},0025$: c'est à peu près ce que nous avons trouvé d'après les observations de Flaugergues et les nôtres.

Mais si cette quantité absolue est petite, on sent, en raison même de l'étendue des surfaces absorbantes, quel excellent effet doit exercer sur la végétation un météore capable, quand elle est altérée par une longue sécheresse, de lui restituer, en si peu de temps, une grande partie de son eau normale. Lorsque la plante a été relevée à moitié par le bienfait de la rosée, quoiqu'elle ne tarde pas à se courber de nouveau sous l'impression du soleil qui la dessèche, il n'est pas douteux qu'elle ne conserve encore dans ses organes intérieurs une partie de l'humidité qu'elle a absorbée. Ainsi, sans attribuer à la rosée des effets aussi grands que l'imaginent quelques personnes qni n'ont pas vécu dans les contrées méridionales; sans prétendre qu'elle puisse suppléer aux pluies dans ces climats, nous admettons néanmoins que si elle ne peut ranimer les gazons flétris, elle concourt à prolonger l'existence des plantes dont les organes ont conservé dans la saison chaude la faculté d'absorber l'humidité, et qui ne l'ont pas reçue passivement, comme fait un chaume déjà desséché.

Le vent s'oppose au dépôt de la rosée comme de la gelée blanche, par la raison qu'en mêlant les différentes couches d'air, il ne permet pas à la température de la couche qui est en contact avec le sol de descendre au-dessous de la température du reste de l'atmosphère.

Dans les lieux les mieux abrités des vents, la rosée est plus fréquente, et la gelée blanche sévit en raison de la sérénité de leur ciel.

Ainsi, on a à Orange et à Rome les nombres moyens suivants de ces deux météores, dans chaque mois :

	ORANGE.		ROME	
			à la campagne.	à la ville.
		1817-42.	1782-90.	1819-24.
	rosée	gélée blanche.	gelée blanche.	gelée blanche.
	j.	j.	j.	j.
Janvier	0,6	7,3	8,6	3,1
Février	5,7	0,8	7,8	4,7
Mars	7,0	0,4	7,3	3 0
Avril . , ...	5,8	6,4	3,7	0,0
Mai	8,2	0,06	2,7	0,0
Juin.	5,4	0,0	0,9	0,0
Juillet.	7,0	0,0	0,0	0,0
Août.	8,0	0,0	0,1	0,0
Septembre. . . .	8,7	0,0	2,3	0,7
Octobre.	9,8	0,3	9,7	4,0
Novembre. . . .	5,0	2,0	11,0	5,3
Décembre. . . .	2,2	6,5	9,7	4,3
	73,4	17,76	63,8	25,1

Nous avons donné ces exemples pour que l'on pût bien discerner l'influence des lieux sur la production de ce phénomène. A Orange, où le vent du nord souffle souvent, et où la température moyenne est inférieure à celle de Rome, on n'a à la campagne que 17,76 jours de gelée blanche en moyenne. A Rome, dans l'intérieur de la ville, où la température est toujours plus élevée que hors des murs, par l'effet des nombreuses émanations calorifiques d'une population concentrée, on n'a observé que 25,1 jours de gelée blanche, nombre plus grand cependant qu'à Orange, parce que l'atmosphère y est moins agitée; dans la campagne de Rome on trouve 63,8, et la gelée blanche se montre jusque dans l'été, en juin et en août. Ces résultats doivent faire comprendre qu'il ne faut pas se fier aux faveurs des climats méridionaux; qu'en raison de leur beau ciel même et de la précocité de la végétation, les gelées y sont quelquefois plus redoutables que dans des climats où les plantes se développent plus tard, quand la température moyenne s'est élevée au point de reu-

dre difficile un abaissement capable de produire de la gelée, et où le ciel plus brumeux s'oppose au rayonnement excessif du sol.

SECTION V. — *Formation des nuages.*

Si la vapeur d'eau arrive dans un air non saturé d'humidité, elle se distribue entre les différentes molécules d'air jusqu'à complète saturation ; mais si elle afflue encore après cette saturation, elle se dispose à reprendre la forme liquide en passant par un état que l'on appelle *état vésiculaire*, où elle devient visible, en formant de petites sphères de $0^{mill.},015$ à $0^{mill.},035$ de diamètre, formées par une même couche d'eau pleine d'air.

Quand la vapeur s'échappe d'un vase où l'eau est en ébullition, elle traverse avec vitesse une couche d'air non saturée et reste invisible; mais après un court trajet, son impulsion est diminuée, et l'air a le temps de se saturer. Alors la nouvelle vapeur qui arrive, ne trouvant pas d'air dissolvant, tend à se résoudre en eau et se forme en vésicules. Il se manifeste ainsi un brouillard au-dessus du vase, brouillard qui ne s'étend pas au delà de l'espace d'air saturé par la vivacité avec laquelle la vapeur y est projetée.

Quand une rivière ou un terrain sont plus chauds que l'air atmosphérique, la vapeur qui s'en élève ne tarde pas à saturer un espace qui, par sa température basse, ne peut en admettre qu'une faible quantité. Il se forme un brouillard sur la rivière ou sur le terrain, brouillard qui ne s'étend pas au delà de l'espace saturé, et qui se dissipe le plus souvent à mesure que les rayons du soleil échauffent cet espace et augmentent sa capacité de saturation.

Le brouillard est un phénomène commun dans les pays où l'air est habituellement humide et d'une température peu élevée. Si d'ailleurs le sol est plus échauffé que l'air, la production de vapeur en se continuant prolonge la

durée du brouillard. On voit souvent de ces brouillards dans la plaine, quand on est placé sur le haut d'une montagne où l'on jouit d'un air pur et complétement transparent.

Mais le plus souvent il arrive que la vapeur d'eau, s'élevant du sol par l'effet des courants ascendants, traverse d'abord des couches d'air plus ou moins sèches, et ce n'est qu'arrivée à une certaine hauteur, que, trouvant une température plus basse, elle parvient à saturer complétement l'air qui l'environne et à passer à l'état vésiculaire. Si l'émission de la vapeur par le bas est considérable, il se forme un amas de vésicules, un nuage.

Une fois en cet état, les rayons du soleil, frappant sur la partie supérieure du nuage, réchauffent l'air renfermé dans les vésicules,qui deviennent plus légères que l'air environnant et tendent à s'élever jusqu'au point où leur poids fait équilibre à celui de l'air déplacé dans l'atmosphère. Ainsi, à Orange, M. Rozet trouvait en 1850 que le maximum d'élévation de la surface inférieure du nuage était de 2,200 mètres, et que son épaisseur moyenne était de 1,180 mètres à dix heures du matin, et 1,290 mètres à deux heures du soir (1). Dans le Cumberland, M. Answeith, n'a pas vu de nuage se former au-dessous de 823 mètres, ni au-dessus de 960 mètres. A Berlin, Lambert a observé des nuages à la hauteur de 2,700 mètres; à Pondichéry, Legentil en a vu de 3,400 mètres. Les nuages se forment fréquemment à Genève au-dessous de Salève, dont la hauteur n'excède guère 500 mètres. A ces observations détachées, il faut joindre celles que Keamtz a faites avec plus de soin; à Halle, il a mesuré la hauteur de nuages qui se trouvaient à 6,500 mètres d'élévation. Sur le Finsteraarhorn, il n'a jamais vu de cirrus au-dessous du sommet de cette montagne qui a 4,200 mètres d'altitude. Peltier a trouvé dans les Pyrénées que l'élévation de la surface inférieure des nuages variait de 450 à

(1) *Comptes-rendus de l'Académie.* t. XXXII, p. 370.

2,500 mètres, et l'altitude de la surface supérieure de 900 à 3,000 mètres; il a trouvé des nuages de 450 à 850 mètres d'épaisseur.

Les nuages ainsi pressés présentent l'aspect d'énormes ballots de laine, entassés les uns sur les autres, en général de couleur blanchâtre, mais quelquefois de la couleur d'une fumée bleuâtre ou noirâtre. On les désigne sous le nom de *cumulus*.

Dans une région beaucoup plus élevée se voient des couches uniformes de nuages, présentant tantôt l'aspect d'un simple voile, tantôt de plans striés, ondulés, mais occupant toujours une assez vaste partie du ciel, sous une figure uniforme. C'est à travers ces nuages, qui prennent le nom de *cirrus*, que l'on aperçoit les *halos*, les *parhélies*, etc., grands phénomènes optiques que l'on répète en petit au moyen de miroirs noircis, et qui portent à croire qu'ils sont formés de particules glacées. C'est sans doute un nuage de ce genre qu'ont rencontré MM. Barral et Bixio dans leur voyage aéronautique du 27 juillet 1850, après avoir dépassé les *cumuli* qui couvraient la terre.

Les autres formes de nuages ne sont que des modifications de celles-ci. Voici la classification qu'avait proposée Luke-Howard :

1° *Cirrus*, nuage en fibres parallèles, ondoyantes ou divergentes, très-fixes, susceptibles de s'étendre dans toutes les directions. Comme c'est au milieu des cirrus que se forment les halos et les parhélies, et que ces phénomènes sont dus à la réfraction de la lumière par des particules de glace, M. Kaemtz en conclut qu'ils se composent de flocons de neige qui flottent à une grande hauteur. 2° *Cumulus* (*balle de coton*), monceaux convexes ou coniques, entassés quelquefois les uns au-dessus des autres, et s'élevant sur une base horizontale. 3° *Stratus*, couche très étendue, continue, ho-

(1) *The modifications of cloud.*

rizontale, formant une espèce de voile qui couvre le ciel ou une partie du ciel. 4° *Cirro-stratus*, petites bandes de *stratus* séparées les unes des autres et ayant ainsi la forme des *cirrus*, mais étant plus épaisses que ceux-ci. Au zénith, ils ont l'apparence d'un grand nombre de nuages déliés qui coupent le ciel par tranches; à l'horizon, où l'on n'en voit que la projection, ils forment des bandes longues et étroites. 5° *Cirro-cumulus*, petites masses arrondies, bien terminées, en ordre serré et horizontal; c'est ce qui produit ce que l'on nomme un *ciel pommelé*. 6° *Cumulo-stratus*, c'est un *stratus* formé de la réunion d'un grand nombre de *cumulus*. 7° *Nimbus*, nuage à pluie, teinte uniforme grisâtre, au-dessous de laquelle entrent souvent d'autres couches de cumulus.

M. Peltier a ajouté à ces notions celles qu'il a tirées de ses nombreuses observations électriques, et qui lui ont prouvé que les nuages électrisés négativement par rapport à la terre étaient toujours de couleur bleu-plombé sombre, même quand ils étaient éclairés par les rayons du soleil, tandis que ceux qui possédaient l'électricité positive étaient blancs ou argentés, dorés ou rougeâtres.

Les nuages, comme les avant-coureurs et les réservoirs de la pluie, comme produisant les brouillards quand ils se forment à terre, exercent une grande influence directe sur la végétation; ils en ont encore une indirecte qui n'est pas moins importante: 1° en empêchant le rayonnement de la terre vers l'espace, et en tendant ainsi à lui conserver sa chaleur acquise; 2° en lui transmettant une partie de leur chaleur propre, acquise par l'action du soleil sur leur partie supérieure; 3° interposés entre le soleil et la terre, ils empêchent la chaleur solaire de frapper celle-ci, et abaissent en conséquence la chaleur des jours. Les pays nébuleux ont donc nécessairement une température uniforme, qui varie peu d'un jour à l'autre, et du jour à la nuit. Il serait d'un grand intérêt de pouvoir exprimer par des chiffres la nébulosité des climats.

Il y a trois manières de faire cette recherche : 1° en observant la quantité de lumière qui parvient à la terre; 2° en observant la chaleur solaire transmise au sol ; 3° en observant les nuages eux-mêmes. Nous avons parlé des deux premières méthodes en traitant de la lumière; il nous reste à dire ce que l'on a fait pour la dernière.

Les indications vagues que l'on joint partout aux tableaux météorologiques ne peuvent donner une idée ni de l'étendue ni de l'épaisseur des nuages, et indiquent tout au plus leur forme. M. Cacciatore a cherché à faire un pas de plus et à tenir compte de leur masse. En représentant par des nombres échelonnés de 0 à 10, les degrés d'épaisseur que peuvent présenter les nuages, depuis le simple voile (*cirro-status*) jusqu'au nuage orageux (*nimbus*), qui amène une obscurité presque complète, il a pu construire une table graduée des épaisseurs. Pour juger de l'étendue, il suppose l'atmosphère céleste divisée en 100 parties égales; il divise pour cela un cercle par dix rayons menés du centre à la circonférence, et par dix cercles concentriques renfermant des surfaces égales. On a ainsi des segments égaux compris entre les parties de cercle et les rayons qui les coupent. Si l'on n'a pas sous les yeux une telle représentation, on ne se fait pas une juste idée de la grandeur exacte des parties situées près de la circonférence extérieure, parties minces et allongées, et de celles placées près du centre; et l'on estime toujours trop bas les nuages qui sont près de l'horizon, et trop haut ceux qui sont au zénith. Le produit de l'étendue par l'épaisseur donne la masse. Ainsi, le tiers du ciel étant couvert de nuages de l'épaisseur du 4ᵉ degré, nous aurons $33 \times 0,4 = 13,2$.

Mais cette méthode même, qui l'emporte tant sur les mentions abrégées usitées jusqu'ici, ne nous donne encore qu'une idée incomplète de la quantité de lumière et de calorique solaire répandue dans l'atmosphère, car la masse des nuages a beau être considérable, si elle occupe une partie du ciel opposé au soleil, elle n'en tempère pas les rayons

elle paraît même quelquefois en augmenter l'action.

Nous avons déjà essayé de comparer les masses des nuages aux effets calorifiques du soleil (1); nous pouvons le faire aujourd'hui avec une plus longue série d'observations.

Tableau des moyennes mensuelles des nébulosités observées chaque jour à 2 heures, à Orange, pendant 10 *ans* (1839-1849).

	ÉTENDUE des nuages.	ÉPAISSEUR des nuages.	MASSE des nuages.	COMPLÉMENT indiquant le degré de clarté.	DIFFÉRENCE des températures au soleil et à l'ombre.	DEGRÉ de température solaire pour chaque degré de clarté.
Janvier. . .	50,5	0,285	14,392	85,608	8°7	0°101
Février. . .	47,0	0,260	12,222	87,780	11,9	0,136
Mars. . . .	43,5	0,252	10,962	89,038	14,4	0,162
Avril. . . .	43,0	0,319	13,717	86,283	12,5	0,145
Mai	43,1	0,293	12,628	87,372	11,4	0,130
Juin	29,2	0,284	8,293	91,707	11,5	0,125
Juillet . . .	19,8	0,224	4,435	95,565	12,4	0,129
Août. . . .	25,4	0,238	0,045	93,955	13,9	0,148
Septembre.	40,0	0,289	11,560	88,440	14,6	0,165
Octobre . .	46,3	0,281	13,010	86,990	8,7	0,100
Novembre .	48,0	0,271	13,008	86,992	6,9	0,079
Décembre .	51,9	0,290	15,051	86,949	6,9	0,081
Moyennes.	40,7	0,274	11,124	88,876	11,15	0,125

Ce tableau nous paraît avoir un grand intérêt.

La 1re colonne montre qu'en moyenne, dans l'ensemble de l'année, le ciel à Orange n'est couvert qu'aux 0,4 à deux heures après midi; que les mois de l'année qui présentent le plus de nuages sont ceux de décembre, janvier, novembre, février et octobre; que les mois d'été au contraire (juin, juillet, août) ont à peu près le quart de leur ciel couvert.

La 2e colonne nous indique que les nuages moyens de l'année n'atteignent pas le 3e degré, que ce sont par conséquent des *cirrus* peu épais; c'est en avril, décembre, mai,

(1) *Mémoires d'agriculture*, t. III, p. 296.

janvier, septembre, juin et octobre, qu'ils atteignent le plus d'épaisseur ; des *cumulus* figurent alors souvent dans l'appréciation.

La 3ᵉ colonne nous montre les mois dont l'épaiseur et l'étendue des nuages donnent la plus grande masse; ce sont les mois de décembre, janvier, avril, octobre et novembre.

La 4ᵉ colonne est le complément arithmétique des chiffres de la 3ᵉ qui indiquent les nébulosités observées, au nombre 100 indiquant une nébulosité absolue. Cette colonne représente donc les degrés de clarté de chaque mois; on voit qu'il ne s'en faut que de 11 à 12 centièmes que le ciel ne soit complétement clair. Les mois pendant lesquels le ciel est le moins nébuleux sont les trois mois d'été.

La 5ᵉ colonne indique la chaleur solaire observée à deux heures de l'après-midi, à l'abri d'un mur, et qui résulte de la différence dans la température de l'air et dans celle du mur exposé au midi.

Enfin la 6ᵉ colonne contient les quotients de la 5ᵉ par la 4ᵉ, et montre ce que chaque degré de clarté admet de degrés de chaleur solaire pour chaque mois de l'année. Nous y voyons que ce ne sont pas les mois les moins nébuleux qui présentent l'atmosphère la plus claire, la plus dégagée de vapeurs. Ainsi, le soleil paraît lancer plus librement ses rayons en mars et en septembre, tandis qu'en octobre, novembre, décembre et janvier, ceux-ci traversent une atmosphère moins pure. Au moyen de ce tableau, on pourrait trouver la chaleur solaire, en multipliant le complément de la nébulosité par 0,145 pour l'année, dans le climat que nous considérons en ce moment; mais il ne représente qu'une certaine moyenne dans laquelle sont confondus les jours clairs, les jours couverts et le jours mixtes; ceux-ci sont de beaucoup les plus nombreux. L'intensité calorifique des rayons solaires varie, non-seulement avec la plus ou moins grande transparence de l'atmosphère, mais encore avec l'élévation plus ou moins considérable du soleil au-dessus de

l'horizon. Ces rayons ont en effet à traverser des couches d'épaisseur très-différente selon que le soleil est à l'horizon ou au zénith. La quantité de chaleur arrivant à la terre varie donc aussi selon les heures où l'atmosphère est claire. C'est pourquoi il est curieux d'examiner ce qui se passe aussi dans les jours entièrement clairs et entièrement couverts, ainsi que nous l'avons fait dans le tableau suivant :

	JOURS CLAIRS.			JOURS COUVERTS.			
	degré de clarté.	température solaire.	température solaire pour 1 de clarté.	masse des nuages.	degré de clarté.	température solaire.	température solaire pour 1 de clarté.
Janvier. . .	100	16°7	0°167	40,6	60,0	1°60	0°071
Février. . .	100	22,5	0,225	52,0	48,0	4,80	0,100
Mars. . . .	100	22,0	0,220	43,0	57,0	2,00	0,035
Avril. . . .	100	21,0	0,210	49,6	50,4	2,46	0,049
Mai.	100	16,3	0,163	46,5	53,5	3,22	0,060
Juin	100	16,5	0,165	45,0	55,0	3,92	0,072
Juillet . . .	100	18,4	0,184	45,0	55,0	1,95	0,036
Août. . . .	100	16,7	0.167	47,5	52,5	2,94	0,056
Septembre.	100	21,0	0,210	57,9	42,1	2,04	0,048
Octobre . .	100	20,7	0,207	57,4	42,6	1,66	0,039
Novembre .	100	14,4	0,144	56,9	43,1	0,97	0,022
Décembre .	100	13,9	0,139	58,9	41,1	1,66	0,040
Moyenne.	100	18,3	0,183	49,98	50,02	2,435	0,0487

Nous avons vu précédemment, d'après des expériences exactes, que l'atmosphère absorbe à peu près le quart des rayons calorifiques du soleil. La température moyenne de l'air étant, à Orange, et à deux heures, époque de l'observation ci-dessus, de 18°,3, on voit qu'elle représente exactement la quantité de chaleur solaire des jours clairs, d'où résulterait que la moindre chaleur reçue les jours couverts et les jours mixtes est compensée par le moindre rayonnement de ces jours-là, et qu'à deux heures, la température de l'air est le résultat de la seule chaleur solaire. Mais nous voyons aussi que cette température varie selon les saisons, et selon

le plus ou moins de pureté de l'atmosphère; elle est la plus grande possible au printemps et au commencement de l'automne, c'est-à-dire dans des saisons pluvieuses, où les jours clairs qui succèdent à la condensation des vapeurs atmosphériques paraissent être aussi les plus purs, ceux où le soleil rayonne avec le plus de force. Elle est plus faible après ces pluies, à la fin du printemps, à la fin de l'automne et au commencement de l'hiver, en mai, juin, novembre, décembre et janvier; c'est qu'alors l'air reste encore vaporeux même après la précipitation des pluies. Ainsi la nature fournit à la fois l'humidité et la chaleur aux plantes au printemps, à l'époque de leur premier jet, et abaisse la chaleur solaire en été quand déjà celle de l'atmosphère est devenue surabondante, et en hiver quand elle serait inutile. Quant aux jours couverts, chacun de leurs degrés de clarté, mesuré par le moyen imparfait que nous avons indiqué, ne fournit pas, en moyenne, le tiers de la chaleur solaire d'un jour clair. C'est qu'alors les rayons solaires n'ont pas seulement à traverser la vapeur dissoute dans l'air, mais la vapeur condensée en vésicules plus ou moins opaques qui en absorbent une bien plus grande quantité. Il paraît que, pour une couche de nuage qui paraît d'une égale épaisseur, la difficulté de la transmission des rayons solaires est la plus forte aux mois de novembre, de mars, de juillet et d'octobre, et la plus faible en février, juin et janvier. Nous ne donnons ici qu'un exemple local de l'usage que l'on pourrait faire de semblables observations, car l'on conçoit que ces résultats ne peuvent s'appliquer qu'au climat d'Orange, dans lequel ces observations ont été faites.

SECTION VI. — *Des brouillards.*

Nous assistons tous les jours à la formation des brouillards. Ceux qui habitent sur le bord des rivières et des étangs les voient s'élever, s'épaissir, se modelant exactement sur le

contours de l'eau. Davy a montré que cette formation avait lieu par le mélange de deux couches d'air presque saturées de vapeur et ayant des températures inégales. Il arrive alors que la température de l'air mélangé est plus faible que celle qui convient pour dissoudre la vapeur qu'il contient. L'excès de vapeur doit alors se déposer, et passer de l'état invisible à l'état vésiculaire. Mais cette sorte de brouillards qui se produisent surtout sur les bords des cours d'eau, est bornée à un faible espace; elle se dissipe quand le soleil vient échauffer sa face supérieure et occasionner de nouveau la dissolution des vésicules; elle ne saurait donc expliquer le phénomène tout entier, tel que nous le voyons le plus communément. En effet, comment se rendre raison par la seule condensation de la vapeur, par le refroidissement de ces brouillards qui durent plusieurs jours sous l'influence de températures très-variables, de + 1° à—6° par exemple, comme le brouillard de Londres en 1813, comment expliquer qu'il y en ait qui ne se dissipent pas par les plus grandes chaleurs de l'été, comme celui qui régna pendant plusieurs mois en 1783? Dans ces diverses circonstances le brouillard ne devait-il pas paraître, disparaître, s'épaissir ou se réduire? Enfin, il y a des brouillards qui mouillent les corps environnants, et c'est le plus grand nombre; mais il y a aussi des brouillards secs, dans lesquels l'hygromètre marche vers la sécheresse. Comment expliquer tous ces effets? M. Peltier est, je pense, le premier qui l'ait essayé. Il admet deux plans électrisés négativement, en présence l'un de l'autre, la terre et un courant d'air supérieur partant de la région équinoxiale et se rendant aux pôles. L'action de ces deux plans l'un sur l'autre, selon leur isolement par la sécheresse de l'air interposé, selon leur degré relatif de tension électrique, et celle qu'ils exercent sur les vapeurs qui s'élèvent de la terre, et sur les masses de nuages interposées et amenées par les vents, produisent, selon lui, des brouillards électrisés, tantôt positivement par l'influence

des deux plans négatifs, tantôt négativement par l'influence plus forte du courant supérieur, qui électrise positivement la surface supérieure de la masse de nuage, et négativement la surface inférieure (1).

Quelle que soit l'importance des distinctions qu'établit cet auteur entre ces différentes classes et ces différentes espèces de brouillards, nous pouvons, pour l'usage de l'agriculture, les réduire à deux : les brouillards humides et les brouillards secs. Ces derniers sont plutôt une brume, à travers laquelle on voit le soleil d'un rouge vif, qu'un véritable brouillard ; ces brouillards roussâtres accompagnent le *hermattan*, vent de l'intérieur de l'Afrique; ils se sont répandus en 1783 sur la surface de l'Europe, où ils ont duré plusieurs mois. Les brouillards secs, que l'ont peut observer quelquefois, sont accompagnés d'une grande activité d'évaporation suivie de froid, et qui produit en peu d'heures la formation des masses de nuages et des pluies d'orages. Cette évaporation excessive s'empare de l'humidité des plantes, si ces brouillards surviennent à une époque voisine de la maturité: l'on voit alors les blés jaunir et même blanchir, comme s'ils avaient mûri tout à coup ; et si le grain est encore plein de sucs laiteux, il devient *retrait*, et quelquefois se vide complétement, ne gardant que son écorce. C'est le phénomène que l'on appréhende si fort dans le Midi, où on le désigne sous le nom de *ventaison des blés*. Duhamel attribue aux brouillards secs du printemps la maladie des blés appelée *la rouille* (2), qui n'est qu'un cryptogame parasite naissant sur les feuilles et les tiges. Selon lui, quand le printemps est humide, les plus beaux froments courent le risque d'être perdus par la rouille. Elle se manifeste ordinairement lorsque, pendant plusieurs jours secs, il n'y a pas eu de rosée, et que le matin, après le brouillard

(1) *Mémoires de l'Académie de Bruxelles*, t. XV, 2e partie.
(2) *Eléments d'agriculture*, t. I, p. 189.

sec, le soleil vient à se montrer. Les parties du végétal auraient-elles été affaiblies, frappées de mort par l'action du froid accompagnant l'évaporation, et rendues ainsi propres à devenir le siége de la végétation de la rouille? Voilà ce qu'il faut examiner. On sait combien cette maladie est fréquente et funeste en Italie, aux environs de Rome. Dans les temps les plus anciens, les Romains invoquaient le dieu *Rubigo* pour se le rendre propice.

Les brouillards humides sont favorables à l'agriculture, tant que les plantes ne sont pas voisines de leur maturité. Ils apportent avec eux, comme la rosée, de l'humidité et différentes substances en dissolution. L'odeur qu'ils répandent quelquefois annonce assez qu'ils ne sont pas formés d'eau pure. Il est très-rare que l'eau que l'on recueille ne présente pas un résidu charbonneux lorsqu'on la traite par l'acide sulfurique, comme nous l'avons indiqué plus haut pour la rosée.

SECTION VII.—*De la pluie.*

Les météores que nous venons de décrire rafraîchissent les végétaux et le sol; mais leur effet n'est que momentané, et serait tout à fait insuffisant pour procurer aux plantes toute l'humidité qu'elles évaporent. Les rosées sont abondantes en Égypte; mais si le Nil, par ses débordements, ne venait pas suppléer à la petite quantité de pluie qui tombe dans ce pays, la végétation ne tarderait pas à disparaître. On sait, en effet, que les années où le débordement est insuffisant, les parties de territoire non inondées sont vouées à la stérilité. Aussi, les cultivateurs de tout pays, soit qu'ils craignent l'excès de l'humidité, soit qu'ils désirent plus de fraîcheur pour leurs terres, font peu d'attention aux autres météores aqueux, mais attachent une grande importance à la pluie, à son abondance, à sa répartition entre les saisons de l'année.

Nous avons expliqué le mécanisme qui fait monter les vapeurs, qui les dissout dans l'air ou qui les groupe en vésicules et les soutient dans l'atmosphère. Deux causes peuvent les faire passer à l'état liquide : 1° le refroidissement de l'espace qu'elles occupent qui change son point de saturation ; 2° le rétrécissement de cet espace causé par une pression quelconque, qui, en y renfermant une plus grande quantité de vapeur que celle qui est nécessaire pour le saturer, détermine la précipitation de la quantité surabondante.

Examinons ces deux cas ; et d'abord, quant à la précipitation causée par le refroidissement de l'air, nous savons que saturé de vapeur, l'air en contient des quantités différentes selon sa température. Ainsi, d'après les expériences d'August, il serait saturé par les quantités suivantes :

Température	Poids de la vapeur en grammes par mètre cube.	Différences.
0.	5,66	
		2,11
5.	7,77	
		2,80
10.	10,57	
		3,60
15.	14,17	
		4,60
20.	18,77	
		5,84
25.	24,61	
		7,32
30.	31,93	
		9,20
35.	41,13	

On voit par cette table que la quantité de vapeur capable de saturer un espace quelconque s'accroît dans une plus forte proportion que la température : d'où il suit que toutes les fois que la température de l'espace saturé viendra à baisser par une cause quelconque, il y aura précipitation d'eau. Ainsi, la température d'un espace saturé passant rapidement de 35 à 30 degrés, il y aura immédiatement $9^{gr.},20$ qui se précipiteront sous forme d'eau ; si elle passait de 35° à 0°, nous aurions $35^{gr.},47$ d'eau qui tomberaient en pluie, par chaque mètre cube d'air ainsi modifié.

Sur la fin de sa carrière, Deluc, qui avait d'abord adopté

le principe de la réfrigération comme cause de pluie, imagina un nouveau système, où, rejetant les faits chimiques de la décomposition de l'eau, il voulait la regarder comme le principe pondérable de tous les gaz, de ceux en particulier qui composent l'air. Pour étayer ce système, il disait que la vapeur contenue dans toute l'atmosphère ne serait jamais suffisante pour produire une simple ondée, encore moins une pluie longue et abondante; qu'il fallait donc admettre un autre principe qui pût les expliquer. Supposons que dans la saison de l'automne, qui est celle des grandes pluies du midi, l'air fût saturé jusqu'à la hauteur de 3,000 mètres, qui est celle à laquelle s'élèvent les nuages, on aurait à terre une température de 14°, et à 3,000 mètres celle de + 6°; et par conséquent une température moyenne dans cet espace de + 4°. L'air saturé contiendrait $7^{gr.}$,32 par mètre cube, et pour 3,000 mètres 21^{k}, 96 de vapeur aqueuse. La précipitation de toute cette vapeur produirait, pour chaque mètre de terrain, non-seulement une forte ondée, comme le prétendait Deluc, mais bien $21^{mill.}$,96 de pluie, ce qui est une chute d'eau fort abondante. Mais il est évident d'abord que toute cette masse d'air n'est pas complétement saturée, et ensuite que toute la vapeur qu'elle contient ne se précipite pas; les pluies seraient en effet peu abondantes si l'on n'ajoutait à la vapeur contenue dans l'air celle qui y afflue continuellement pendant les chutes de la pluie par les courants d'air saturés. Il faut observer ensuite qu'un espace saturé de vapeur possède en outre, sous forme de vapeur vésiculaire, de l'eau déjà réduite qui s'ajoute à ce volume de la vapeur quand les vésicules brisées cessent d'être suspendues dans l'air.

Le changement de température de l'air saturé peut être amené : 1° par le rayonnement du calorique des masses de nuages sur des corps plus froids qu'elles; 2° par le mélange d'un air plus froid amené par les vents.

M. Fresnel a montré (1) que l'air interposé entre les vésicules des nuages devait être plus chaud que la masse de l'air qui entoure les nuages, parce que le calorique traverse l'air et les fluides incolores sans s'arrêter, mais élève la température des corps peu diaphanes comme sont les vésicules, et par conséquent l'air emprisonné dans les intervalles qui les séparent. Ainsi, le soleil, frappant la partie supérieure des nuages pendant le jour, échauffe toute la masse qui rayonne vers la terre cet excédant de chaleur. La perte de calorique des nuages occasionnée par ce rayonnement est plus ou moins forte selon que la surface du pays qu'ils parcourent est composée de terrains plus ou moins absorbants, qui réfléchissent plus ou moins le calorique rayonnant; selon qu'elle est plus élevée et plus froide, la température des nuages peut descendre alors au point qu'une grande partie de leur vapeur se résout en eau et tombe sous forme de pluie. C'est ainsi qu'ils ne cessent de se refroidir en avançant sur le continent, soit qu'ils passent à des latitudes successivement plus élevées; soit que suivant le cours des vallées ils remontent graduellement vers les montagnes ou qu'ils traversent leurs chaînes; soit qu'ayant parcouru de grands espaces d'eau à température égale, à surface réfléchissante, ils rencontrent des continents à température variable et à surface absorbante; soit qu'ils parviennent dans les pays dont les vents par leur direction abaissent la température. Dans tous ces cas où le refroidissement des nuages a lieu soit progressivement, soit subitement, il arrive un point où l'eau, ne pouvant plus être tenue en solution, se précipite en pluie. Cette réfrigération des nuages quittant la position où ils ont trouvé les conditions nécessaires à leur formation et à leur suspension dans l'air, pour parcourir des surfaces où ces conditions deviennent de plus en plus faibles, est ce que nous avons nommé la *réfrigération progressive.*

(1) *Journal de physique*, 1822, t. II, p. 393.

La différence des effets que produit le rayonnement de l'air sur les vapeurs à l'état aériforme pour les faire passer à l'état de vapeurs vésiculaires, ou de ce dernier état pour les faire tomber en pluie, selon que le rayonnement a lieu dans l'espace, vers une surface acqueuse réfléchissante ou vers une surface terrestre absorbante, est attestée par une foule d'exemples. En parlant de l'île de Roques, M. de Humboldt dit que les nuages restent accumulés sur cette île et en font reconnaître la position, et il ajoute : L'influence qu'exerce une petite masse de terre sur la condensation des vapeurs suspendues à 1600 mètres de hauteur est un phénomène bien extraordinaire, quoique familier aux marins (1). Ailleurs, il remarque que la pluie était circonscrite par les limites des bancs sous-marins de la Vibora, dont il put distinguer la forme par la masse des vapeurs dont ils étaient couverts (2). On sait que le détroit qui mène dans le port de Plymouth est limité à l'est et à l'ouest par deux petits caps modérément élevés et couverts de bois; J. Harvey a remarqué qu'un nuage dense et bien circonscrit, venant de l'ouest, disparaissait en passant sur la mer, et se reformait en atteignant le cap opposé (3). John Davy avait observé que la température de la mer se refroidissait à l'approche des côtes et sur les bas-fonds (4), et H. Davy expliquait ce phénomène en remarquant que dans les océans sans fonds, les couches d'eau refroidies tombent profondément sans influer sur la température de la surface, tandis que si la mer est peu profonde, les couches refroidies s'accumulent, se rapprochent de la surface, et font que les températures moyennes du jour et de la nuit restent les mêmes (5).

(1) *Voyages*, in-8, t. XI, p. 129.

(2) *Ibid.*, p. 139.

(3) Edimb., *Journal of sciences*, 1829, p. 148.

(4) Sur la température de la mer entre les topiques. *Journal of sciences*, n. 3, et *Journal de physique*, 1817, t. II, p. 170.

(5) *Journal of sciences*, n. 6.

Ce que produit la différence d'absorption de la chaleur entre les surfaces aqueuses et les surfaces terrestres se remarque aussi entre les surfaces cultivées et les surfaces stériles sablonneuses ou rocheuses ; les nuages se dissipent ou s'amincissent en traversant ces dernières, ils se condensent et se déchargent en pluie sur les terres couvertes de végétaux et plus absorbantes. Enfin, en passant des plaines échauffées aux froides montagnes, les unes moins éloignées que les autres de l'équilibre de température avec la vapeur; les autres, sur lesquelles le rayonnement est par conséquent bien plus fort que sur les premières ; nous voyons les vapeurs transportées par les vents, invisibles sur les plaines, se former en nuages sur les montagnes, et les couronner de ces chapeaux que de loin on dirait immobiles, mais qui sont animés d'un vif mouvement, et qui se dissolvent de nouveau en vapeur invisible quand il les ont dépassées. Enfin, l'étude des climats nous apprendra que, par l'effet de la réfrigération progressive, les vapeurs qui en été passent invisibles sur les côtes occidentales et méridionales de notre continent, contrées les plus échauffées, se déchargent, pendant cette saison, à mesure qu'elles avancent vers son intérieur plus froid. En automne, au contraire, les vapeurs trouvent sur ces mêmes côtes une température qui les condense immédiatement et les précipite sous forme de pluie.

Mais une cause bien plus fréquente de pluie se rencontre quand la couche de nuages, au lieu d'être échauffée du haut par les rayons du soleil, est en présence d'une autre couche supérieure, d'un *stratus* formé de particules glacées, qui à la fois absorbe sa chaleur rayonnante et le dépouille de son calorique en même temps qu'il lui dérobe le soleil. Le plus grand nombre des pluies a lieu par ce passage d'une couche de *cumulus* sous un *stratus* élevé et glacial. Cette rencontre de ces deux ordres de nuages est proprement ce qui constitue le *nimbus*.

L'arrivée d'un air plus froid qui se mêle à un air chaud

ou presque saturé de vapeurs est aussi une cause très-fréquente de pluie. On ne peut l'observer nulle part plus souvent que dans la vallée du Rhône. Il suffit, en effet, de remarquer que les vents secs et froids du nord, qui, après avoir soufflé quelques jours, amènent constamment un ciel serein, produisent la précipitation de vapeurs quand ils succèdent à des vents chauds et humides du sud. C'est au point qu'à Orange, il tombe 0^m, 204 de pluie par le vent du nord, contre 0^m, 219 par le vent du sud; c'est-à-dire une quantité presque égale par le vent sec que par le vent humide.

Le second cas où la vapeur passe à l'état liquide est celui du resserrement de l'espace où est contenu l'air qui la tient en dissolution. Le fait physique n'est pas contesté. Qu'une masse d'air puisse souffrir la compression par l'effet du mouvement des vents latéraux, cela ne peut non plus être mis en doute. Mais il s'agit bien moins ici de la compression de l'air lui-même, que de celle des nuages flottants dans l'atmosphère, de celle de leurs vésicules entre elles. Or, il a suffi d'observer ce qui se passe quand des nuages rencontrent des chaînes de montagnes pour savoir que leur pesanteur spécifique ne leur permettant pas de s'élever, ils sont pressés par les nouveaux nuages qui arrivent apportés par les vents; que la masse s'épaissit sans pouvoir dépasser le sommet, et qu'alors il tombe au pied de ces montagnes des pluies diluviales, la pression ayant surmonté la force de répulsion des vésicules entre elles et les ayant forcées à se rompre. Ainsi, 1^0 pluie causée par l'accumulation de la vapeur vésiculaire dans un espace plus resserré que celui qu'elle occupait.

On a pu remarquer aussi ce qui se passe à l'approche des orages; deux nuages viennent à la rencontre l'un de l'autre, ou l'un poursuit l'autre qui est animé d'une vitesse moindre que la sienne. Il y a d'abord contraction des deux nuages sur eux-mêmes; puis, quand ils sont en présence, ils ne se fon-

dent en eau qu'après s'être mis en équilibre électrique par plusieurs coups de tonnerre. Alors les masses se mêlent et la pluie tombe abondamment. Il y a eu, dans cet espace plus resserré, accumulation des vésicules de vapeur causée par la répulsion électrique, et déchirement des vésicules par les décharges électriques, ou cessation de répulsion entre elles par l'équilibre survenu dans leurs électricités propres. Ainsi, 2° pluie causée par l'accumulation de vapeur déterminée par la rencontre de deux nuages.

On mesure la pluie qui tombe au moyen d'appareils très-simples que l'on nomme *udomètres*. Un vase en cuivre étamé ou en fer-blanc verni, de 25 décimètres carrés de base, par exemple, assez profond pour que les rejaillissements des gouttes de pluie ne puissent pas en sortir, et susceptibles de contenir toute l'eau que l'on suppose pouvoir tomber en un jour, est placé dans un lieu ouvert, et où il ne puisse recevoir un excédant d'eau, ni par les suintements des feuilles d'arbres, ni par les toits ; il doit être en outre tellement situé que des obstacles ne puissent empêcher une pluie inclinée de tomber dans son ouverture. On verse chaque jour l'eau contenue dans le vase, dans un tube de 25 centimètres carrés de base et divisé dans sa hauteur. Chaque division couverte par l'eau dans ce tube répond à $\frac{1}{100}$ de la même hauteur dans le vase. On obtient ainsi facilement l'eau tombée à moins de $\frac{1}{10}$ de millimètre.

M. Flaugergues a fait établir à Toulon un udomètre qui indique en même temps la quantité d'eau tombée par chaque vent. On conçoit qu'il suffit pour cela d'un entonnoir tournant autour d'un axe par le moyen d'une girouette et dégorgeant l'eau qu'il reçoit, par un canal dont l'ouverture est toujours opposée à la direction du vent dans un récipient divisé en 8 parties, répondant aux 8 vents principaux.

SECTION VIII.—*De la neige.*

Quand la température qui détermine la précipitation de la vapeur descend au-dessous de zéro, chaque particule d'eau forme un petit flocon de glace, et il tombe de la neige au lieu de pluie. L'agglomération de ces flocons représente quelquefois des espèces de cristallisation en étoile, en plumes, etc., qui ont été décrites par les météorologistes. M. Hubert Burnand a remarqué (1) que ces neiges figurées en paillettes étoilées à six rayons, auxquelles il donne le nom de *neiges polaires*, sont généralement peu serrées et produisent peu d'eau, tandis que la neige *ordinaire* dont les parcelles cristallisées sont isolées et ne présentent pas cette forme stellaire en fournissent beaucoup plus. Les jours de brouillards, il tombe aussi quelquefois une neige formée de particules très-fines semblables à de la poussière, qui probablement ne se forme pas loin de la terre et que cet auteur appelle *neige élémentaire*. Elle fond ordinairement pendant la nuit. La neige ordinaire tombe communément par des froids de —3° à +2°; la neige élémentaire et la neige polaire ne tombent que par des froids de — 6° au moins.

On avait autrefois l'habitude d'estimer la quantité d'eau qui résulte de la neige en prenant le $\frac{1}{12}$ de la couche de neige tombée. Ainsi 12 millimètres de neige étaient portés sur le tableau des observations pour 1 millimètre d'eau. Un examen plus approfondi a fait connaître qu'il y avait de très-grandes différences entre le produit des neiges. A Milan, où il en tombe souvent beaucoup, et où les toits plats rendent la charge très-dangereuse pour la solidité des maisons, la municipalité a fait faire des expériences d'où il résulte que la densité de la neige varie de $\frac{1}{4}$ à $\frac{1}{12}$ de celle de l'eau, et que la moyenne densité a été de 0,134, ou environ la septième par-

(1) *Bibliothèque universelle*, t. XLIII, p. 355 et suiv.

tie de l'eau. En 1830, on a obtenu le résultat suivant (1), sur un mètre carré :

	Poids. kilog.	Hauteur. mètres.	Densité. (celle de l'eau étant 1).
Janvier	38,5	0.53	0,073
Février	31,5	0,32	0,108
Décembre. . . .	7,0	0,04	0,175
	80,9	0,89 Densité moyenne.	0,090

M. Quételet, de son côté, a observé de la neige qui avait de 2,8 à 18,1 fois le volume de l'eau (2). Ainsi le seul moyen exact de mesurer la quantité d'eau fournie par la neige est de la recevoir dans un udomètre et de la faire fondre pour mesurer l'eau qui en résulte comme on mesure l'eau de pluie.

Quand les gouttes de pluie gèlent en tombant, on a ce qu'on appelle du *grésil*.

On avait cru longtemps que l'air contenu dans les pores de la neige était plus oxygéné que l'air ambiant. Hassenfratz avait fondé sur cette donnée l'explication des bons effets qu'elle a sur la végétation. Carradori prouva par des expériences directes que la germination ne s'effectuait pas dans l'eau de neige privée de tout contact avec l'air (3). M. Bischoff avait trouvé que l'air de la neige contenait moins d'oxygène que l'atmosphère ; mais M. Boussingault a montré (4) que c'était par une erreur d'analyse qu'on avait obtenu ce résultat et que cet air avait la même composition que l'air ambiant.

Nous compléterons ce que nous avons à dire sur les météores aqueux, en parlant de la grêle, après avoir traité de l'électricité atmosphérique.

(1) *Bibliotheca italiana*, t. LVI, p. 203.
(2) *Annuaire de l'Observatoire de Bruxelles*, 183[illegible].
(3) *Journal de physique*, 1801, t. II, p. 98.
(4) *Comptes-rendus*, t. XII, p. 317 et suiv.

SECTION IX. — *Des vents de pluie.*

Pour que l'air se charge d'une grande quantité de vapeurs aqueuses, il faut qu'il soit chaud et qu'il traverse des surfaces humides, ayant beaucoup d'évaporation. Ainsi, les vents arrivant de régions plus chaudes et parcourant de vastes espaces de mer ou de contrées marécageuses apporteront avec eux une grande masse de vapeur et approcheront de l'état de saturation. Tels sont les vents de sud-ouest sur les côtes occidentales de l'Europe. Si le vent chaud n'a traversé que des terrains secs, il n'aura pu amener de vapeur avec lui et ne produira qu'une chaleur sèche et pénible : tels sont les vents de sud-ouest en Égypte et en Arabie.

Les vents froids qui ont traversé les contrées humides contiennent aussi des vapeurs, mais seulement dans la proportion de leur température; et au contraire ils sont secs s'ils ont traversé des contrées sèches. Les vents du nord sont humides en Norvège; ils sont secs à Astrakan.

Pour qu'un vent humide devienne un vent pluvieux, il faut que, par la réfrigération, il perde son aptitude à conserver la vapeur, et qu'il se soit ainsi trouvé dans quelques-unes des circonstances que nous avons décrites plus haut; pour qu'un vent sec soit un vent pluvieux, il faut qu'il rencontre un air plus chaud et saturé d'humidité, et n'ayant pas éprouvé encore d'autres circonstances réfrigérantes. Ainsi, en Provence le vent du sud-est est pluvieux parce qu'en traversant les montagnes des Alpes, il y a trouvé une cause de réfrigération ; dans la vallée de la Garonne le vent de O.-N.-O. est pluvieux, parce que, venant de la mer et suivant la direction de la vallée, il éprouve une réfrigération des courants d'air latéraux venant des Pyrénées. A Paris le vent de sud-ouest est pluvieux, parce que venant aussi de la mer, il a subi la réfrigération progressive en parcourant la surface terrestre qui s'étend des côtes dans l'intérieur. Voilà pour les vents chauds et humides.

Mais aussi, en Provence, le vent du nord est pluvieux, parce que le plus souvent les vents chauds et humides du sud, ayant plutôt gagné que perdu leur chaleur en parcourant des plaines brûlantes, ne sont disposés à perdre la vapeur mêlée à l'air qu'autant qu'ils rencontrent une cause de réfrigération puissante, comme celle qui résulte du mélange de l'air froid du nord.

On pourra donc à l'avance connaître les vents pluvieux d'un pays en déterminant la position de ce pays par rapport aux grands amas d'eau, et les causes de réfrigération spéciales à la contrée. Les amas d'eau situés dans la direction des vents chauds par rapport à une localité sont des *réservoirs de vapeur;* la réfrigération est *interposée*, si elle est causée par une chaîne de montagnes ou par un plateau élevé, situé entre la localité et le réservoir de vapeur; *progressive*, si elle résulte d'une vaste surface de pays à parcourir entre le lieu et le réservoir; *latérale*, si la cause de la réfrigération est un pays froid, une chaîne de montgnes située sur les flancs de la route du vent humide et chaud; *opposée* enfin, si le lieu est situé entre le réservoir des vapeurs et le point d'où part le vent froid qui vient se mêler au vent chaud et humide. Ainsi, la position relative du réservoir des vapeurs et du réfrigérant, telles sont les deux données qui expliquent la pluviosité des différents vents.

SECTION X.—*Diminution des pluies; influence des déboisements.*

Quelques observations récentes sont venues renouveler les craintes qu'inspire le déboisement des montagnes; elles tendraient à confirmer l'opinion que ce déboisement agit en diminuant la quantité d'eau que la terre reçoit de l'atmosphère : je veux parler des observations de Berghaus sur le volume des eaux de l'Oder et de l'Elbe. Cet auteur affirme que ce volume ne cesse de s'affaiblir d'après les observations faites de 1778 à 1855 sur l'Oder, et de 1728 à 1836 sur

l'Elbe. Il établit que ces rivières cesseront bientôt d'être propres à la navigation, et que, si la diminution suit les mêmes progrès qu'elle a faits depuis 1781, il faudra, dès 1860, changer entièrement la forme des bateaux usités sur l'Elbe et en construire qui aient beaucoup moins de tirant d'eau.

On a voulu d'abord attribuer ce fait au déboisement des montagnes ; mais M. Mérian ayant observé de son côté que les hauteurs moyennes de dix en dix années du Rhin supérieur, qui au-dessus de Bâle est alimenté par d'immenses glaciers et traverse des pays où le déboisement s'est fait peu sentir, avaient éprouvé les mêmes réductions, il faut bien avoir recours à une autre explication.

On trouve le même appauvrissement dans les eaux du Volga. Au commencement du XVIII^e^ siècle les barques à sel destinées pour la Sibérie pouvaient charger jusqu'à 500 milliers de kilogrammes ; aujourd'hui elles ne sauraient en prendre plus de 180 (1). Est-il possible d'attribuer un aussi grand effet aux défrichements des rives de ce fleuve qui rendrait la terre plus propre à absorber les eaux pluviales, et au déboisement de l'Oural causé par le développement des usines métallurgiques? Si l'on examine sur une carte le faible espace qu'occupent les points cultivés et les forges, en les comparant à l'immensité du bassin qui alimente le Volga, on sera porté à rechercher des causes plus générales de la diminution de ses eaux.

La quantité d'eau qui tombe sous forme de pluie irait-elle en diminuant? A cet égard nous pouvons répondre pour des temps beaucoup plus anciens que ceux où ont commencé à être observés les faits que nous venons de citer. On connaît la quantité de pluie tombée à Paris depuis 1689, et nous trouvons les résultats moyens suivants (2).

(1) *Revue synthétique*, t. II, p. 285.

(2) *Annuaire du Bureau des longitudes*, 1824, p. 162, et *Connaissance des temps depuis* 1824.

1689 à 1698.	527 millimètres.
1699 à 1708.	485
1709 à 1718.	493
1719 à 1728.	358
1729 à 1738.	389
1739 à 1748.	424
1749 à 1754.	514
1773 à 1785.	544
1805 à 1814.	483
1815 à 1824.	544
1825 à 1834.	563
Moyenne générale. .	484

Ainsi, dans le bassin de Paris, les pluies, loin d'avoir diminué, sembleraient avoir un peu augmenté depuis 1689.

Césaris reconnaît le même accroissement de 1763 jusqu'à nos jours pour la ville de Milan (1).

De 1764 à 1773.	935 millim.
1774 à 1783.	866
1784 à 1793.	992
1794 à 1803.	972
1804 à 1813.	1,033
1814 à 1824.	1,224

La plus grande quantité d'eau tomba à Milan, en 1814, où elle fut de 1596, mill.; la plus faible, en 1817, où elle ne fut que de 649 mill.; la moyenne arithmétique de toutes ces années est de 1003. En traitant ces résultats par le calcul des probabilités, M. Césaris trouve que le degré d'erreur possible est d'un peu moins de 2 millimètres en plus ou en moins, et que l'hypothèse de l'augmentation est la plus probable.

A La Rochelle, M. Fleuriau de Bellevue trouve, pour les années de 1777 à 1834, une quantité moyenne de 658 mill.,

(1) *Bibliotheca italiana*, t. LII, p. 386.

et de 1835 à 1840 celle de 754 mill. Ici encore augmentation de la quantité de pluie.

Dans le bassin du Rhône, il résulte des observations udométriques de Flaugergues qu'il est tombé annuellement

De 1778 à 1787.	842 millim. d'eau.
1788 à 1797.	899
1798 à 1807.	926
1808 à 1817.	1,033

Il y a donc encore ici tendance à l'accroissement.

La diminution de la quantité d'eau de pluie ne pouvant expliquer celle des fleuves, on a cherché si le nombre des jours de pluie n'aurait pas changé, car on sait que de grandes pluies tombant à la fois fournissent plus d'eau aux rivières que la même quantité de pluie divisée en plusieurs jours séparés par des intervalles secs, parce que, dans ce dernier cas, la terre ayant le temps de se sécher à la surface, d'un jour de pluie à l'autre, s'imbibe d'une plus grande quantité d'eau. Paris nous donne les chiffres suivants :

	Par année moyenne.
De 1773 à 1785.	140 jours de pluie.
1786 à 1795.	152
1796 à 1805.	124
1806 à 1815.	134
1816 à 1825.	153
1826 à 1835.	148
Moyenne générale. .	142

Il n'y a pas là de changement remarquable. A Viviers nous trouvons :

	Par année moyenne.
1778 à 1787.	83 jours de pluie.
1788 à 1797.	94
1798 à 1807.	106
1808 à 1817.	108
Moyenne générale. .	98

Nous trouvons ici une disposition à l'accroissement progressif du nombre de jours de pluie, ce qui pourrait favoriser l'imbibition des terrains, mais dans une proportion qui n'explique pas les effets marqués que l'on a constatés sur les rivières. Pour s'en rendre compte, il nous semble qu'il faut seulement se rappeler les moyens par lesquels on constate l'état des rivières. On ne les jauge pas, on mesure l'élévation de leurs eaux. Mais l'eau débitée résulte à la fois de sa hauteur et de sa rapidité. Celle-ci augmente dans les crues, surtout si les eaux sont contenues entre des rives fixes : on commet donc une erreur énorme en jugeant l'eau écoulée sur la seule donnée de sa profondeur. Il peut arriver qu'il passe plus d'eau dans le lit, et cependant que son niveau moyen diminue ; les crues peuvent être plus fréquentes et plus fortes que par le passé, quoique la rivière descende plus souvent à son étiage et que son lit reste presque à sec une partie de l'année. Ce fait serait exprimé en météorologie par une augmentation des pluies d'été en proportion des pluies annuelles, car c'est dans l'été que la terre altérée absorbe le plus d'eau, et par conséquent qu'il en parvient le moins aux rivières. Nous n'avons pu faire ce travail que pour Milan seulement, et voici ce qui en résulte ;

	Pluie de l'année, mill.	Pluie de l'été. mill.	Rapport de la pluie de l'été à la pluie annuelle
De 1764 à 1773 . .	935	223	0,238
1774 à 1783 . .	866	223	0,261
1784 à 1793 . .	992	189	0,191
1794 à 1803 . .	971	205	0,211
1804 à 1813 . .	1,033	254	0,245
1814 à 1823 . .	1,224	310	0,253

On voit ici deux phases, une d'accroissement des pluies d'été finissant en 1783, le minimum tombe sur la période de 1784 à 1793, et depuis cette époque jusqu'en 1823 la quantité relative des pluies d'été de même que la quantité absolue ne cesse pas d'augmenter. Ce fait météorologique

pourrait rendre raison jusqu'à un certain point de l'appauvrissement des cours d'eau, si la quantité des pluies annuelles ne s'accroissait en même temps, et si d'ailleurs on pouvait le constater aussi sur une partie un peu étendue du continent européen.

On peut concevoir encore que le déboisement des montagnes, qui a lieu depuis un siècle sur une assez grande échelle dans un grand nombre de pays, a dû contribuer à rendre les crues des fleuves plus fortes et leur étiage plus fréquent. Sur les pentes boisées, l'eau tombe de feuille en feuille sur un terrain couvert de débris végétaux, s'y insinue lentement, l'imbibe complétement et n'en sort qu'en filets, tandis que sur les pentes dénudées elle court rapidement de haut en bas, se creuse des ravins où elle se rassemble, accroissant sa vitesse par sa masse. Ce sont des effets trop certains, mais ils n'ont généralement lieu que sur les montagnes secondaires, et l'observation faite à l'égard du Rhin prouve que les circonstances météorologiques entrent pour la plus grande part dans cette réduction des eaux des rivières navigables, et que ce sont elles surtout qu'il faut interroger soigneusement en les comparant aux observations qui se font aux différents fluviomètres: nous sommes loin d'avoir encore toutes ces données.

Enfin, la culture plus parfaite et plus étendue des plaines et des vallons est une des causes qui doivent affaiblir le tribut que les affluents divers portent aux fleuves. Dans les lieux cultivés, la pluie pénètre aisément dans le sol et l'imbibe, tandis que dans ceux qui ne le sont pas elle court à la surface et pénètre peu profondément. En Amérique, M. Bousingault remarquait qu'avant les guerres de la révolution on se plaignait de la diminution des eaux, mais qu'après celles-ci l'abandon des cultures avait rendu leur ancien niveau aux lacs et aux rivières, partout où l'on avait interrompu la culture, tandis que les lacs, situés dans des bassins où la guerre n'avait pas éclaté et où la culture n'avait pas été

abandonnée, avaient continué à être bas (1). Cette expérience, faite sur une si grande échelle, ne permet pas de douter des effets d'une culture active pour affaiblir le volume des cours d'eau.

Enfin les irrigations, plus généralement usitées, consomment une masse considérable d'eau dans les régions du midi. Nous connaissons dans ces pays des rivières qui, ayant conservé leur richesse habituelle à la partie supérieure de leur cours, ne peuvent parvenir à leur embouchure qui est à sec pendant tout l'été, excepté après les pluies d'orage. Mais cette cause est encore trop locale pour pouvoir influer sur le régime des grandes rivières, et surtout des rivières du nord de l'Europe.

Ainsi, n'admettant pas que l'on puisse tirer de l'état des rivières un argument en faveur de la diminution des pluies, trouvant que le résultat des observations directes, faites en un grand nombre de lieux, est contraire à cette opinion, nous pensons que leur quantité annuelle tient à des périodes encore inconnues, qui font succéder l'un à l'autre le règne de certains vents plus ou moins pluvieux. Un avenir éloigné, après lequel on sera en possession d'une assez longue suite d'observations bien faites, pourra seul montrer s'il y a quelque régularité dans le retour de ces périodes.

SECTION XI.—*Effets des pluies sur la végétation.*

C'est par la pluie que la terre est pourvue généralement de l'humidité nécessaire à la végétation. Son abondance, sa répartition entre les différentes saisons de l'année, ses rapports avec l'humidité naturelle du sol, avec ses propriétés physiques, avec la température de l'atmosphère et l'évaporation, sont autant de données qui compliquent l'étude de ses effets. Ce qui contribue encore à la rendre difficile, c'est que, comme la pluie est accompagnée de nuages qui inter-

(1) *Annales de physique*, février 1837, t. LXIV, p. 119.

ceptent la lumière solaire, on confond trop souvent les effets de cette extinction de lumière, de cette interception du calorique émané des rayons de soleil, avec les effets de la pluie, tandis que souvent les effets attribués à sa fréquence ne sont dus qu'aux phénomènes accessoires qui l'accompagnent. Tâchons d'analyser ces différentes parties de la question.

Pour que la terre se trouvât toujours dans un état convenable d'humidité, il faudrait qu'elle ne retînt jamais moins de 0,10 d'eau à 30 centimètres de profondeur pendant les chaleurs de l'été, et jamais plus de 0,23 dans la saison des pluies. Pour atteindre ce but, il n'est pas indifférent qu'une quantité donnée d'eau tombe en un seul ou en plusieurs jours. Supposons, en effet, un pays où il tombera par mois un décimètre d'eau; il pourra, sans contredit, passer pour très-humide, si ce décimètre est réparti sur un grand nombre de jours; mais il serait très-sec s'il tombait en un seul jour, suivi de vingt-neuf jours de sécheresse. Voulant nous rendre compte de la profondeur à laquelle parvient la pluie, nous avons d'abord constaté que l'humidité *sensible* de la pluie tombant sur un terrain sec, argilo-calcaire en jachère (carbonate de chaux 53, argile 33, silice 20) pénètre en un jour à une profondeur égale à 6 fois la hauteur de la couche d'eau tombée. Ainsi une pluie de 10 millimètres pénètre à 60 millimètres de profondeur, et ce n'est que par une lente imbibition et d'une manière insensible qu'elle fournit de l'humidité aux couches plus profondes. Cependant cette transmission a lieu, car dans les terrains même dont le sous-sol est imperméable, ces couches profondes conservent dans les temps de sécheresse une humidité plus grande que la surface.

Quand de nouvelles pluies surviennent avant que la terre soit complétement sèche, elles pénètrent plus profondément et ajoutent à la profondeur déjà obtenue; la terre s'imbibe alors. C'est ainsi qu'après l'hiver la terre tient en réserve un fonds d'humidité pour les temps secs qui doivent suivre.

Mais quelle serait la quantité de pluie qui entretiendrait la terre dans cet état d'humidité moyenne? Quelle serait la distribution des pluies la plus favorable à l'agriculture? Telles étaient les questions qui se présentaient. Le dépouillement d'une longue série d'observations, où le but pratique agricole n'était jamais oublié, nous permet de les éclaircir.

Pendant les mois où l'évaporation de l'eau n'est pas égale à la quantité de pluie tombée, tous les terrains qui à saturation retiennent plus de 0,40 d'eau sont humides. L'état moyen a lieu quand l'évaporation surpasse deux fois l'eau de pluie. Ainsi, pour apprécier la bonne distribution des pluies, il faut connaître à la fois leur quantité et l'évaporation.

La pluie est d'autant moins bien répartie que les mois secs sont ceux qui précèdent les semailles et ceux qui accompagnent la fructification. Si les mois de printemps sont secs, la récolte de blé souffre, cette plante ne talle pas et monte sur un seul pied; quand ils sont tous humides, il jaunit, donne peu de grains et les grains sont dépourvus de gluten. Les pays où l'humidité domine dans tous les mois sont plus propres aux fourrages et aux récoltes racines. Ceux où ils sont constamment secs ne sont propres à l'agriculture qu'autant qu'on peut suppléer à la pluie par le moyen des irrigations.

La quantité de pluie qui tombe à la fois mérite aussi d'être prise en considération. Les fortes pluies tassent la terre, et l'eau ne pouvant alors pénétrer entièrement dans les terrains qui sont inclinés, elle coule à leur surface et sans leur profiter; elles nuisent aux récoltes qn'elles couchent; en automne elles dérangent les cultures. D'un autre côté, les pluies d'été trop légères ne pénètrent pas le sol et disparaissent promptement par l'effet de l'évaporation. Ces rapports ont une influence marquée : ainsi les pluies à Paris et à Orange sont ainsi réparties d'après la quantité fournie par chaque jour de pluie.

	Hiver.	Printemps.	Eté.	Automne.
	mill.	mill.	mill.	mill.
Orange . . .	7,2	6,4	9,7	9,3
Paris.	2,8	4,4	4,4	2,9

A Orange, le printemps est la saison où les pluies sont les moins abondantes; à Paris, c'est l'automne et l'hiver. A Orange, l'été et l'automne présentent les plus fortes pluies; à Paris, le printemps et l'été. Il est facile de prévoir par là que les cultures doivent se faire plus facilement à Paris et que les plantes y sont moins sujettes à être courbées par les orages, tandis qu'à Orange les pluies ont plus d'impétuosité et doivent causer de plus grands désordres à la surface des terres et parmi les récoltes.

Outre l'évaporation, la nature du sol, sa profondeur et son inclinaison modifient beaucoup la quantité d'eau de pluie que ce sol exige pour rester à l'état de fraîcheur convenable et n'être ni trop sec ni trop humide. On voit en tous lieux des parties sablonneuses de territoire qui peuvent se cultiver en tous temps, et sur lesquelles on peut récolter des plantes qui craignent l'humidité; tandis qu'à côté se trouvent des terrains humides, et où ne peuvent croître que des pâturages, et *vice versâ*. Dans le nord, ce n'est que sur les coteaux inclinés que l'on peut cultiver la vigne, et elle domine quelquefois des terres de même nature, mais qui ne lui sont pas propres, parce qu'ils sont habituellement humides.

Nous avons déjà eu un exemple de ce besoin variable d'eau selon la nature des terrains. Dans les pays du midi, on estime qu'il suffit d'arroser (1) tous les quinze jours les terrains qui ne contiennent pas plus de 0,20 de sable pendant l'été; tous les huit à dix jours s'ils en contiennent 0,40; tous les cinq jours s'ils en possèdent 0,60; enfin tous les trois jours s'ils en ont 0,80. Ces nombres, sans doute, devraient être modifiés proportionnellement à l'évaporation des autres cli-

(1) Voir t. I, p. 380.

mats; mais ils indiquent assez que la quantité de pluie qui est suffisante pour une nature de sol cesse de l'être pour une autre qui contient plus de sable.

Fournir au terrain une quantité d'eau tellement distribuée, qu'il reste le plus longtemps possible dans l'état approchant de 0,23 d'humidité à 0m,30 de profondeur pendant les travaux et la végétation herbacée, et qu'il soit plus rapproché de 0,10 d'humidité pendant la maturation des fruits et des semences; telle est la règle qui peut faire apprécier dans chaque lieu la bonne ou la mauvaise répartition des pluies. Elle réunit dans une seule formule tous les éléments dont se compose l'état le plus favorable de la terre sous le rapport de l'humidité; savoir : la quantité de pluie, celle de l'évaporation, la nature et la situation du terrain; elle échappe à toutes les erreurs que l'appréciation de chacun de ces éléments et de ces rapports pourrait faire naître.

CHAPITRE VI.

Ce que l'on doit entendre par un climat humide.

Maintenant que nous avons parcouru la série entière des météores aqueux, pensons-nous pouvoir saisir parfaitement ce qui constitue ce climat humide? Chacun juge sans hésiter, s'il se trouve dans un climat pareil, soit que, comme Arthur Young, voyageant en Irlande, il ne puisse parvenir à sécher ses gants et ses hardes, soit que le vert clair de la végétation, la beauté des herbages, le témoignent au sens de sa vue; mais quand il s'agit de définir cet état du climat, de traduire notre intuition en chiffres, nous manquons de moyens exacts d'appréciation. Ainsi nous ne les trouvons pas dans la quantité de pluie qui tombe dans ces lieux relativement à celle qui tombe dans les autres; car nos contrées du midi, dont on connaît la sécheresse, reçoivent beaucoup

plus de pluie que les contrées les plus humides du nord. Consulterons-nous l'hygromètre? Ici se présente une autre difficulté qui naît du mode d'observation. Ainsi l'hygromètre de Saussure nous présente les moyennes suivantes pour différents pays :

Genève	82°9 ce qui donne, d'après la table de Gay-Lussac, en représentant l'humidité absolue par 100, une humidité relative de			66,24
Saint-Bernard . .	82,3	—	—	65,90
Marseille.	79,0	—	—	59,76
Bruxelles.	76,9	—	—	56,60
Paris.	76,3	—	—	55,60
Hambourg. . . .	72,0	—	—	49,80

Qui oserait affirmer que cet ordre soit en effet celui de l'humidité relative de ces différents lieux? On pourra dire, il est vrai, que les moyennes hygrométriques peuvent être fortement influencées par l'humidité de la nuit, plus grande dans les pays méridionaux. Mais si nous prenons seulement les moyennes des maxima, nous trouvons :

Strasbourg.	80°63
Saint-Bernard.	80,50
Marseille.	76,5
Genève.	73,4
Bruxelles.	72,9
Paris, ...	70,3

Or cet ordre n'est pas encore celui de l'humidité relative des climats; car si l'humidité de Marseille, qui est située au bord de la mer, ne représente pas celle de l'intérieur de la Provence, Genève est aussi située au bord d'un lac, et sa égétation fait foi que son climat est plus humide que celui de Marseille. On ne peut douter cependant que l'hygromètre ou le psychromètre n'accusent la véritable humidité de l'air : toute l'erreur vient de la manière dont on observe les instruments. On a souvent remarqué les différences considérables que présente le thermomètre selon la position où il est placé. Selon qu'il est près du sol, à une certaine hauteur, au nord,

au midi, le thermomètre donne des indications très-discordantes. La température de l'air n'est la même ni dans ses différentes tranches, ni dans ses différentes couches ; mais ces différences sont encore bien plus considérables pour l'hygromètre. Observez cet instrument au nord d'un bâtiment, puis transportez-le au midi, et vous aurez des degrés très-dissemblables. L'herbe reste mouillée au nord, tandis qu'elle sèche au midi. La chaleur solaire qui échauffe l'air augmente aussi sa capacité de saturation pour l'humidité. Les anomalies que l'on trouve dans les observations hygrométriques ne proviennent que de ce que l'on n'est pas encore d'accord sur la position à donner à l'hygromètre pour l'observer. Qu'on le place dans un lieu isolé à l'abri des rayons directs du soleil, mais entouré de l'air qui en reçoit l'influence, comme nous avons conseillé de le faire pour le thermomètre; que l'on se garde de ces expositions au nord où l'humidité nocturne persiste si longtemps, de même que la température nocturne, et l'on aura les moyens d'apprécier le degré de sécheresse et d'humidité d'un climat. L'erreur qui résulte d'un mauvais emplacement doit affecter principalement les observations de Marseille, où l'hygromètre est placé en plein nord d'un bâtiment élevé. Ayant transporté notre hygromètre au nord et au midi de notre maison d'habitation, à Orange, le 17 juillet, à 2 heures, nous avons trouvé au nord 75°, au midi 60° seulement.

Mais l'hygromètre lui-même ne donnera encore que des indices insuffisants de l'humidité d'un climat. Supposons en effet qu'il signale dans un lieu une moyenne de 85°, dans l'autre de 80° seulement, s'ensuivra-t-il que le premier sera le plus humide? Nullement. La vitesse des courants d'air peut modifier complétement leur situation. Pour s'en convaincre, que dans une chambre fermée on prenne deux morceaux d'étoffe imbibés d'eau, que l'on soumette l'un d'eux à l'action d'un soufflet de forge, que l'autre reste dans un air tranquille; le premier sera promptement séché, tandis

que l'autre aura conservé presque toute son eau ; cependant c'est le même air, également humide, qui a agi sur tous les deux ; seulement le vent a passé sur l'un avec une certaine vitesse qui mettait plus d'air non saturé en contact avec sa surface, tandis qu'il passait moins d'air sur le second. Ainsi, s'il règne des vents violents dans le lieu où l'hygromètre marque 85°, la surface des corps pourra se trouver dans un état plus sec que dans celui où il ne marque que 80°.

C'est donc l'évaporation qui est la véritable mesure de la sécheresse et de l'humidité d'un climat, parce qu'elle réunit et combine en un seul résultat les effets de la chaleur, de la nébulosité, des vents, et ceux de la production plus ou moins grande de la vapeur par les surfaces de terre ou d'eau qui environnent le lieu de l'observation. On peut dire en général que, sous le rapport de leur sécheresse, deux climats sont entre eux comme la quantité d'eau évaporée. Soit qu'on compare les évaporations de l'année pour juger l'ensemble des deux climats, soit qu'on les compare saison par saison ou mois par mois, ces portions de temps présentent toujours entre elles un caractère hygrométrique relatif à l'évaporation. Tout nous ramène donc à conseiller de l'observer attentivement et en suivant les méthodes régulières et comparables que nous avons indiquées. Ce n'est qu'au moyen des données qui en résulteront que l'on pourra parvenir à connaître un jour cet élément si important des relations agricoles qui existent entre les différentes régions.

Les climats secs et les climats humides ont les uns et les autres leurs avantages et leurs inconvénients pour la végétation. Dans un climat sec, l'évaporation est très-abondante, et tant que le sol fournit de l'eau à la plante, la circulation de la sève est rapide, des matériaux nombreux sont apportés à ses organes ; et si le liquide absorbé par les racines est riche en principes nutritifs, la croissance du végétal est considérable, le développement de ses parties est complet. C'est ce qui explique le grand effet des irrigations et la végétation

luxuriante que présentent les climats secs, quand les eaux d'arrosages sont chargées de principes fertilisants ou secondées par l'emploi des engrais. On réalise alors tous les bons effets des deux genres de climats.

Cependant les climats secs sont funestes à la végétation dès que l'humidité de la terre vient à manquer : la plante meurt alors d'inanition. Il ne suffira donc pas de dire qu'un pays jouit d'un climat sec, pour se représenter une riche culture, comme celle de l'Égypte sortant de l'inondation, ou de la Lombardie couverte de canaux d'arrosage; on ne doit pas non plus se le figurer aride comme le désert de Sahara. A côté de la sécheresse ou de l'humidité de l'air, il y a à considérer la sécheresse ou l'humidité de la terre, et ce n'est qu'en rapprochant ces deux termes que l'on pourra prononcer sur la végétation. Mais si l'état hygrométrique de l'air est une propriété qui nécessairement, par le défaut des limites, s'étend à d'assez vastes étendues, il n'en est pas de même de celui du sol, qui ne dépend pas seulement de l'abondance ou de la disette de la pluie, mais surtout de l'état géologique et topographique des terrains, de l'inclinaison de leurs couches, de leur altitude, etc. Ces circonstances n'agissent ordinairement que dans des espaces limités; ainsi le sol pourra être argileux, peu profond, dominé par des hauteurs dont les pentes auront leur écoulement vers sa surface, ayant enfin peu d'inclinaison, et il sera humide, tandis que l'air sera sous des influences sèches. Il faut donc toujours distinguer, dans ce que l'on dit de la végétation d'un lieu, ce qui appartient à une propriété générale tenant à l'atmosphère, et ce qui appartient aux qualités de son sol, qui créent des exceptions dans la physionomie générale d'une région agricole sèche.

Quant aux climats humides, la nature, en les pourvoyant d'une riche végétation de racines et d'herbages, a semblé les destiner plus spécialement à devenir le siége des exploitations pastorales. Mais encore ici les qualités du sol impriment de nombreuses modifications aux effets du climat. Si le

sol est moyennement sec, on y voit prospérer certaines cultures importantes qui affectionnent cet état moyen : telles sont en général les céréales. Il y a donc une foule d'intermédiaires qui servent de transition d'un climat à l'autre, par la combinaison ou l'opposition des qualités du sol et de l'air, par la répartition de ces qualités entre les diverses saisons. Il ne nous est pas donné encore de définir l'influence de ces éléments divers d'une manière certaine, les observations nous manquent pour le faire; mais on comprend tout l'intérêt qu'offriraient de telles déterminations, et l'importance du caractère positif qu'elles donneront à la science agricole quand on pourra y parvenir.

CHAPITRE VII.

De l'électricité atmosphérique; de la grêle.

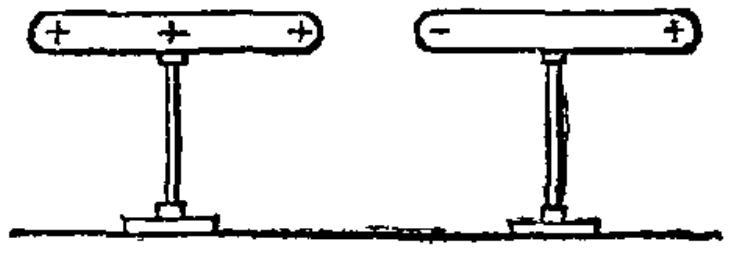
Les belles recherches des physiciens ont associé, après bien des efforts, dans une seule et même théorie, la propriété qu'a la résine frottée d'attirer les corps légers, la foudre qui frappe à grand bruit nos édifices, les mouvements de la fibre animale mise en contact avec deux métaux, l'attraction et la répulsion produites par les décompositions chimiques, les actions qu'exerce l'aimant sur le fer ou sur d'autres aimants, la direction et l'inclinaison de l'aiguille aimantée. Nous sommes bien près de l'époque où il sera démontré pour tous que le fluide électrique, diversement coercé, est la cause unique de tous ces phénomènes.

Nous supposons que la théorie de l'électricité est présente à l'esprit de tous nos lecteurs, et nous abstenant de répéter ce qu'ils trouveront dans tous les cours de physique, nous nous bornerons à leur rappeler que l'on représente tous ces phénomènes par une hypothèse qui consiste à admettre l'existence de deux états de l'électricité ou celle de deux

fluides différents, se détruisant l'un l'autre dans un corps non électrisé : l'un, produit par le frottement des corps résineux avec la laine, que l'on a d'abord appelée électricité résineuse ; l'autre, produit par le frottement du verre, que l'on a nommée vitrée. Ces deux appellations manquaient d'exactitude, car on peut faire naître sur le verre et la résine de l'électricité de nature contraire à celle que développe la laine. Il suffit pour cela de changer l'état moléculaire du corps frottant. On appelle donc maintenant *positive* l'électricité autrefois dite *vitrée*, et *négative* l'électricité autrefois dite *résineuse*. Ces deux noms nouveaux sont d'autant plus justes que les deux fluides électriques se détruisent pour former le fluide neutre qu'on suppose exister en quantité indéfinie dans tous les corps.

Si un conducteur est chargé d'électricité positive et qu'on lui présente un corps léger électrisé négativement, celui-ci est attiré par le conducteur, qui repousse les corps qui possèdent la même électricité que lui. Si à ce conducteur on oppose un autre conducteur non électrisé et isolé, la moitié du nouveau conducteur la plus rapprochée prend une électricité opposée, la moitié la plus éloignée prend une électricité de même nom (*fig.* 2); ainsi le conducteur A étant

Fig. 2.



chargé d'électricité positive, et le conducteur B ne possédant que son électricité neutre, à peine seront-ils opposés bout à bout et sans se toucher, qu'il se fera une répartition de l'électricité neutre de B telle que la portion CB sera électrisée négativement et attirera les corps légers chargés d'électricité positive ; la partie BD sera électrisée positive-

ment et les repoussera, et il y aura indifférence électrique au milieu B du conducteur. C'est ce que l'on appelle électricité par *influence*. Tels sont les principes qui servent de base à l'explication de tous les phénomènes qui se passent dans l'atmosphère, et nous avons dû les rappeler brièvement.

Dans l'état normal, le globe terrestre est pourvu d'électricité négative, et l'espace atmosphérique d'électricité positive. Si, par un temps clair, on a un électromètre en équilibre terminé par une boule, et qu'on fasse communiquer son sommet avec la platine, on obtient une divergence positive des feuilles d'or en l'élevant, une divergence négative en l'abaissant. Quand on le replace au point de départ, les feuilles cessent de se repousser (1). On se rappellera que l'on constate la nature de l'électricité en approchant de la boule un bâton de résine électrisée par le frottement de la laine, qui fait converger les feuilles d'or électrisées positivement et diverger celles qui sont électrisées négativement. Ainsi, l'électricité positive est d'autant plus forte que l'on s'élève davantage dans l'atmosphère ; les couches supérieures sont électrisées positivement relativement aux couches inférieures.

M. Becquerel a cherché à expliquer cette distribution par celle de la chaleur. Quand on plonge une barre de fer par un bout dans un milieu plus chaud que l'air environnant, la chaleur se communique le long de la barre, et il se produit en même temps des effets électriques. Le côté de la barre le plus chaud devient négatif relativement au moins échauffé. Or, la partie supérieure de l'atmosphère étant plus froide que la surface du sol, on doit avoir de l'électricité négative à terre, et de l'électricité toujours plus positive à mesure que l'on s'élève dans l'air, dans tous les cas où la distribution de la chaleur atmosphérique n'est pas intervertie (2).

(1) Peltier, *Annales de chimie*, 3e série, t. IV.
(2) *Annales de chimie*, t. XLI, p. 371.

que présentent les épis et les poils, le grain se dessèche et devienne *retrait*. On croit avoir remarqué que pendant le sirocco, vent du sud-est si incommode en Italie, l'électricité atmosphérique a une tension positive considérable. Ce vent est sec, gêne la respiration, relâche les forces, il est quelquefois accompagné de *strati*; d'autres fois le ciel sans nuage est offusqué, on éprouve une sensation de chaleur considérable, et cependant la température n'est pas plus élevée que d'autres jours où il ne souffle pas et l'on n'éprouve pas ces incommodités. A Palerme, où il dure environ 60 heures, il n'est pas impétueux et n'affecte pas sensiblement le baromètre. Il laisse tomber de l'air une poussière qui couvre les feuilles des arbres et les surfaces planes (1).

Pour expliquer tous ces effets électriques, M. Peltier admet, outre l'électricité négative de la terre, l'existence d'un courant supérieur de vapeur, qui n'est autre que le grand courant d'air qui s'élève des régions tropicales et se rend aux régions polaires. Ce courant entraîne avec lui de la vapeur qui a emprunté à la terre son électricité négative, et l'on conçoit alors que dans les saisons et dans les temps où sa tension électrique devient supérieure à celle de la terre, il peut coercer par influence l'électricité positive près du globe, et rendre celui-ci relativement positif. C'est le combat de ces deux forces qui, selon cet auteur, modifie sans cesse l'état électrique de l'atmosphère, et rend compte de tous les phénomènes qui s'y passent.

Les nuages chargés d'une électricité différente ou d'une tension électrique inégale, soit entre eux, soit avec la terre, sont la cause des orages. On les voit grossir avec rapidité, et ce que nous avons dit de la grande évaporation que provoque le défaut d'équilibre entre l'électricité terrestre et celle des couches supérieures de l'air peut faire comprendre

(1) *Intorno allo scirocco di Palermo*, 1833; *Effemeridi scientiffiche di Sicilia*, t. VIII.

comment tout à coup un petit nuage peut s'élever sur un golfe, sur un lac, sur les marais, et s'étendre démesurément, portant dans ses flancs une tension électrique d'autant plus grande qu'elle est coercée par l'influence des électricités contraires de la couche d'air supérieure et de la terre. L'évaporation du plan supérieur des nuages forme alors le plus souvent une nouvelle couche de nuages superposée aux amas de couches inférieures. L'influence électrique du nuage cause aux êtres animés ce malaise que nous avons décrit en parlant du sirocco. L'orage, ainsi formé sur un point, grossit en marchant poussé par les vents, et s'étend rapidement à de vastes surfaces de pays.

Quand les nuages orageux, isolés entre eux et de la terre par une atmosphère peu conductrice, s'en rapprochent assez pour que l'échange des électricités puisse se faire par le moyen d'une étincelle, il y a ce que l'on appelle un *éclair*, qui est suivi d'un bruit plus ou moins déchirant, plus ou moins prolongé, que l'on nomme le *tonnerre*. Ces phénomènes ont été décrits complétement par M. Arago, dans l'*Annuaire du bureau des longitudes* pour 1838, et nous ne pouvons que renvoyer nos lecteurs à ses intéressantes notices.

On connaît les effets de la foudre, soit qu'elle frappe les récoltes, les édifices, ou les hommes et les animaux qui se trouvent sur son passage; on sait aussi que le meilleur moyen de s'en garantir consiste à élever des paratonnerres bien construits sur les lieux élevés. Leur pointe offre au fluide électrique un moyen paisible de s'écouler du nuage à la terre et de la terre au nuage, et en les épuisant de leur excès, elle prévient la chute du tonnerre (1); on ne peut assez s'étonner de l'indifférence presque générale que l'on porte à un danger réel. Doit-elle être attribuée à la rareté

(1) Voir dans les *Annales de chimie* les instructions sur la construction des paratonnerres publiées par MM. Arago et Gay-Lussac.

des exemples de dégâts causés par la foudre? Considère-t-on, en général, le prix d'un paratonnerre comme une prime trop forte pour s'assurer contre de tels risques? Serait-il vrai, comme nous l'avons souvent entendu dire, que les bâtiments ruraux, généralement peu élevés, soient préservés, plus encore que les édifices des villes, par les arbres qui les dominent et les entourent? Redoute-t-on davantage le danger rendu plus fréquent par la mauvaise construction d'un paratonnerre, que l'on ne se confie à la sécurité amenée par un bon appareil? Toutes ces raisons ne nous semblent pas suffisantes pour se priver de cette sécurité, qu'il est facile de rendre complète en suivant à la lettre et sans en négliger aucune les instructions que nous avons citées. Aujourd'hui, ce n'est qu'auprès de nos grandes villes que l'on voit les châteaux armés de paratonnerres, tandis que les édifices ruraux qui les environnent en sont dépourvus; plus loin on semble ignorer jusqu'au nom de l'invention de Franklin. Nous croyons que des appareils très-sûrs et très-simples, d'un prix peu élevé et cependant présentant toutes les conditions indiquées comme nécessaires, devraient à l'avenir préserver de la foudre toutes les fermes qui renferment de si grands amas de matières combustibles, et où un accident peut détruire en un jour la fortune des fermiers et compromettre celle des propriétaires; que si les assurances contre les incendies peuvent rassurer contre ce danger, la vie des hommes et des bestiaux, qui est elle-même si fortement compromise, est trop précieuse pour que l'on ne cherche pas à la garantir par une précaution aussi simple.

Si l'on supposait toute l'électricité du nuage rassemblée à sa périphérie, on s'expliquerait mal la succession d'éclairs et de tonnerre qui dure quelquefois pendant longtemps; il semblerait qu'après la première décharge l'équilibre électrique devrait être rétabli, et c'est en effet ce qui a lieu entre deux corps solides contrairement électrisés, que l'on rapproche entre eux. M. Peltier écarte cette difficulté en admettant

qu'outre l'électricité générale coercée à la surface du nuage, chaque vésicule de vapeur garde son électricité propre; qu'à chaque coup de tonnerre une partie de cette électricité se répartit de nouveau entre les différentes vésicules et la périphérie générale, ce qui permet une nouvelle étincelle, et que ce n'est ainsi que successivement, et non tout d'un coup, que le nuage se trouve avoir perdu toute électricité sensible.

Les orages sont souvent accompagnés de grêle. On a donné de nombreuses explications de ce météore; avant de les parcourir, il est bon de rappeler les principales circonstances qui l'accompagnent. Le ciel est rapidement parcouru par des masses de nuages noirs-plombés agités quelquefois par des mouvements contraires et d'où partent les éclairs et la foudre; dans l'intérieur des nuages, l'observateur attentif (1) voit les grêlons animés d'un mouvement circulaire et tourbillonnant; ceux-ci ont des formes variées, mais ils sont uniformément formés de couches concentriques de glace plus ou moins transparente; leur centre renferme un noyau blanc poreux, semblable à de la neige; leur volume est aussi très-variable; ordinairement inférieur à celui d'une noisette, on les a vus arriver jusqu'au poids d'un quart de kilogramme; quoiqu'ils tombent d'une grande hauteur, ils ne sont pas animés d'une vitesse qui leur soit proportionnée, et ils n'arrivent pas à terre avec une impulsion qui leur permette de s'enfoncer dans le sol comme devraient le faire des corps pesants qui auraient acquis la force d'accélération que suppose une telle chute; enfin le passage des nuages à grêle est souvent accompagné d'un bruit semblable à celui d'une foule de petits corps qui se heurteraient ensemble. Toute bonne explication de la grêle devra rendre compte de ces circonstances.

M. Olmstedt se borne à concevoir la congélation de la

(1) M. Lecoq.

vapeur aqueuse d'une masse d'air chaud et humide, brusquement mélée à un air excessivement froid dans les hautes régions de l'atmosphère (1). A la rencontre de deux vents, l'un chaud et humide, l'autre froid, la vapeur aqueuse du premier sera congelée, et les grêlons ainsi formés commenceront à descendre en condensant autour d'eux une couche de glace d'une épaisseur proportionnée à l'intensité de froid du noyau originel, à l'espace qu'ils ont à parcourir et à l'humidité des couches inférieures de l'atmosphère. Selon cet auteur, la rencontre des vents explique la noirceur des nuages par la rapidité de la condensation des vapeurs, et les phénomènes électriques par la distribution instantanée de leur électricité à leur surface. Il appuie aussi son explication sur ce que les orages de grêle n'ont jamais lieu ni dans les régions boréales, ni dans la zone torride, puisque c'est de la rencontre de deux courants d'air qui n'ont pas encore perdu la température de leur point de départ, l'un au sud et l'autre au nord, que doit résulter la formation de la grêle. Mais cette dernière assertion est une erreur, car les journaux météorologiques de l'Inde nous apprennent que la grêle n'y est pas rare (2). De plus, l'auteur ne tient pas compte de la chaleur que rayonnent souvent les nuages de grêle avant que les phénomènes électriques s'y soient déclarés; il n'explique pas les causes de la forme étoilée des grêlons, de leur longue suspension dans les airs, de leur choc entre eux, des mouvements tourbillonnants dont ils sont animés; il est évident aussi, qu'il fait jouer un trop petit rôle à l'électricité, qui accompagne si constamment et d'une manière si frappante tous les orages à grêle; mais il donne une solution satisfaisante, et qui d'ailleurs peut s'appliquer à toutes les hypothèses de la faible quantité du mouvement des glaçons pendant leur chute, en l'attribuant d'abord à leur faible

(1) *American Journal of Sciences*, t. XVIII, avril 1830.
(2) Turnbull. Christic. *Edinb. new phil. journ.*, janvier 1831.

pesanteur spécifique qui est un peu moindre que celle de l'eau, et ensuite à ce que la vapeur aqueuse qu'ils traversent, et à laquelle ils empruntent une partie de leur volume, est un corps en repos qu'ils doivent mettre en mouvement en lui cédant une partie de leur vitesse. M. Prevost ajoute (1) que cette vapeur aqueuse n'est pas même en repos, mais qu'elle a un mouvement ascensionnel, montant sans cesse, comme plus chaude, vers les points où a lieu la congélation des grêlons.

L'explication de Volta a eu longtemps l'honneur d'être enseignée par les physiciens. Il pensait que le solcil, donnant sur la surface supérieure des nuages, y occasionnait une évaporation considérable, qu'alors il se formait une nouvelle couche de nuages au-dessus de la première, et dont l'électricité était contraire ; le froid causé par l'évaporation amenait alors la formation de grêlons ; ceux-ci, attirés par la surface inférieure du nuage supérieur, s'y chargeaient de son électricité, et étaient repoussés, puis attirés par la surface supérieure de nuage inférieur ; ce va-et-vient, ce ballottement des grêlons entre les deux nuages, semblables à l'expérience électrique du la danse des pantins, continuait jusqu'à ce que les grêlons, augmentant de volume, ne pussent plus être soutenus par l'attraction électrique, et qu'ils tombassent vers la terre.

Cette théorie supposait que la grêle ne pouvait tomber qu'en présence du soleil, puisque c'était lui qui déterminait la formation du nuage supérieur ; Bellani lui opposa un orage du mois de juillet 1806, qui commença avant le lever du soleil, lançant une prodigieuse quantité de grêle. Il aurait donc fallu que les grêlons eussent oscillé entre les deux nuages pendant douze heures, et que pendant ce long espace de temps l'équilibre électrique n'eût pas été rétabli entre eux, par ce transport constant de l'électricité de l'un à l'autre, opéré par le mouvement des grêlons.

(1) *Bib. universelle*, t. XLV, p. 60.

M. Arago demande aussi (1) comment, les grêlons obéissant à l'attraction électrique, les vésicules du nuage inférieur ne s'en détachent que pour se réunir au nuage supérieur. On objectait encore que le soleil ne pouvait accroître l'évaporation du nuage sans élever sa température; mais M. Perivoschthikoff a répondu à cette difficulté en montrant, par une série d'expériences, qu'une prompte évaporation produit le refroidissement de la masse d'eau évaporante, même sous l'action immédiate du soleil; tandis qu'une évaporation lente permet à la masse de se réchauffer, malgré le froid produit à sa surface (2).

M. Peltier (3) a cherché à éviter ces objections en se rattachant plus fortement aux phénomènes électriques si évidents, qui accompagnent la production de la grêle, et en tenant compte de l'observation de M. Lecoq, qui s'est trouvé un moment au milieu d'un nuage de grêle dont il a vu tourbillonner les grêlons en tous sens (4). Il suppose des nuages diversement électrisés, qui non-seulement se surmontent, mais qui viennent à la rencontre les uns des autres. Une partie de leur électricité est réunie à leur périphérie, mais les parties vésiculaires ont conservé chacune une atmosphère électrique qui leur est propre. Des décharges ont lieu entre les nuages, il s'ensuit de l'évaporation et une production de froid, par conséquent formation instantanée de petites particules de neige, qui, pourvues de la même électricité que les vésicules dont elles émanent, se repoussent vivement entre elles dans l'espace que la disparition des vésicules a laissé libre: de ces actions réciproques et mêlées naît le mouvement giratoire de tourbillonnement qui anime les particules, et pendant lequel se réunissent et se congèlent à

(1) *Annuaire du Bureau des longitudes*, 1838, p. 199.

(2) *Bulletin de la Société impériale des naturalistes de Moscou*, t. I, p. 127.

(3) Peltier, *Des trombes*, p. 109.

(4) *Ann. de chimie*, t. LXI, p. 202, et *Bibl. univ.*, 2e série, t. III, p. 217.

leur surface de nouvelles couches de vapeur ; à chaque coup de tonnerre cette même condensation aqueuse s'effectuant augmente le volume des grêlons, dont la pesanteur finit par l'emporter sur la force qui les met en mouvement, et alors ils tombent à terre.

On sait les ravages que produit la grêle, non-seulement quand les grêlons acquièrent un poids qui s'élève jusqu'à 500 grammes, mais même à un poids bien plus considérable, s'il est vrai que la grêle du 15 juin 1829, qui enfonçait les toits des maisons à Cazorta, en Espagne, était formée de grêlons de 2 kilogrammes, mais encore quand, sous un plus petit volume, sans menacer la vie des hommes et des animaux, elle hache et brise les feuilles, les renverse, et meurtrit les branches des végétaux. On a cherché à en conjurer le danger en soutirant l'électricité des nuages, par la multiplication à la surface de toute une contrée de perches armées de fils conducteurs. Nous avons vu toute la côte du lac Léman, dans le canton de Vaud, armée de semblables paragrêles; mais ces instruments n'ayant pas rempli leur but, une chute abondante de grêle étant venue avertir de l'insuffisance du préservatif, ils ne tardèrent pas à être enlevés. Peut-être serait-on plus heureux si l'on parvenait à lancer des ballons métalliques armés de pointes vers les nuages électrisés, selon l'idée de M. Arago. Les pointes déchargeraient le nuage de son électricité principale, cause de la grêle qui dès lors ne pourrait plus se former.

Si l'on ne peut combattre le danger, on peut au moins en diviser les risques, en formant des compagnies d'assurances mutuelles contre la grêle. Si les associations qui se sont formées dans ce but n'ont pas eu tout le succès désirable, il ne faut en accuser que leur défaut de généralité qui ne permet pas de répartir les risques sur un assez grand nombre de souscripteurs, et sur ce que l'on n'a pas apprécié suffisamment la différence des risques qui ont lieu entre les diverses localités.

CHAPITRE VIII.

De la pesanteur de l'air.

L'air pèse sur la terre avec une force qui est mesurée par le baromètre. Nos lecteurs connaissent déjà la manière de se servir de cet instrument (1).

Il a été un des moyens les plus puissants d'étudier la constitution de l'atmosphère; la perfection apportée dans sa construction, dans les méthodes d'observation, dans les corrections qu'il exige, lui a donné un degré de précision mathématique que sont loin d'avoir les autres instruments météorologiques, et qu'il ne partage jusqu'ici qu'avec le thermomètre placé dans de certaines conditions. Aussi, les observations du baromètre forment-elles le fonds de nos connaissances sur les climats; d'ailleurs le dédain des physiciens pour toutes les recherches qui ne pouvaient offrir encore que des résultats approximatifs, même quand ces résultats auraient suffi pour la pratique, s'ils n'apportaient pas des éléments irréprochables à la physique du globe, a condamné à l'oubli une masse précieuse d'observations accumulées depuis un siècle, qui, selon eux, doivent être regardées comme non avenues. Ces observations, en effet, ne pourront pas servir en météorologie pure à constituer des lois et à établir des formules; mais le degré d'approximation pouvant être assigné le plus souvent, elles deviennent un auxiliaire suffisant pour résoudre les problèmes de climatologie. Aujourd'hui, sans doute, il n'est plus permis d'observer le baromètre d'une manière imparfaite; nous ne conseillerons pas à ceux qui auront la constance de noter leurs observations,

(1) Voir Kaemtz, p. 238 et suiv., pour tous les résultats de l'observation du baromètre; Ramond, *Mémoire sur le baromètre et sur la manière de s'en servir; Annuaire météorologique de France*, pour 1849 et années suivantes.

de se servir de mauvais instruments et de mauvaises méthodes; nous avons voulu seulement dire qu'il était encore possible de lire une foule de phénomènes dans les anciennes annotations, parce que, si elles n'offrent pas des résultats absolus, elles en présentent de relatifs, qui suffisent dans bien des cas.

Les effets de la pesanteur de l'air sur la végétation sont peu marqués. Il est au moins bien difficile de les démêler de ceux produits par la température. La plupart de nos plantes cultivées s'élèvent sur les montagnes à des limites d'altitude qui semblent fixées par la température qu'elles y trouvent; le blé, l'olivier, réussissent sur les plateaux du Mexique et sur ceux de l'Amérique du sud, comme dans nos plaines de la zone tempérée. Il est vrai que les plantes alpines ne se cultivent pas avec autant de facilité quand on les transporte près du niveau de la mer; mais c'est que la saison à redouter sur les hauteurs pour les plantes de la plaine est aussi celle du sommeil de la végétation, tandis que c'est pendant leur végétation que l'été apporte les chaleurs fatales aux plantes alpines; or, nos moyens sont bien faibles pour procurer à ces plantes une fraîche température, sans les priver d'air et de lumière. Cette cause peut agir beaucoup plus que celle de la pression atmosphérique; nous ne connaissons au moins aucune expérience dans laquelle on ait cherché à les séparer et à assigner à chacune le degré d'importance qui lui appartient.

Mais si les effets directs de la pesanteur de l'air sur l'agriculture nous semblent peu considérables, nous reconnaîtrons que le baromètre est un des meilleurs indicateurs de ce qui se passe dans les hautes régions de l'air, des changements qui s'y préparent et c'est en météorognosie que nous traiterons de ses principaux usages sous ce point de vue essentiel pour nous.

Le baromètre nous servira encore à déterminer l'altitude des lieux que nous visiterons, à juger ainsi de sa tempéra-

ture relativement aux lieux environnants où elle est connue, et par suite, de la possibilité d'y établir telle ou telle culture. Pour y parvenir, il faut avoir deux observations de baromètre et de thermomètre, une à la station inférieure, et l'autre à la station supérieure, faites aux mêmes jours et aux mêmes heures ; il faut autant que possible chercher un jour où le baromètre soit près de sa hauteur moyenne et l'air calme, et s'environner de toutes les précautions recommandées par Ramond. On calcule ensuite ces observations par la formule de Laplace, ou au moyen des tables d'Oltmans insérées dans l'*Annuaire du Bureau des longitudes*.

En comparant entre elles les observations d'une grande partie de l'Europe, on s'aperçoit que les mouvements du baromètre s'étendent à une grande distance, et si l'on trace des courbes qui représentent sa marche diurne dans les différents lieux, on les trouve sinon parallèles, au moins semblables dans toute l'Europe occidentale ; en marchant vers l'Orient de Pétersbourg en Sibérie, les mouvements retardent de plus en plus, tout en restant dans le même sens. Le maximum d'élévation observé à Pétersbourg ne se fera sentir que 2 ou 3 jours après à Catherinebourg et à Barnaoul. On peut donc, quand on veut calculer l'altitude d'un lieu, se servir des observations de lieux qui en sont distants de 10 et de 20 myriamètres, sans commettre d'erreur bien sensible.

CHAPITRE IX.

De l'air en mouvement ; des vents.

Quand un corps s'échauffe, il se dilate, il occupe plus d'espace et perd de sa pesanteur spécifique, et si ce corps est fluide et mobile comme l'air, il tend à s'élever et est remplacé par l'air voisin moins échauffé, de sorte qu'il y a un appel continuel de l'air froid pour venir remplir le vide que

laisse l'air échauffé. Cet effet est rendu très-sensible par l'expérience de Clare. On place un petit vase plein d'eau chaude au milieu d'un grand vase d'eau froide. Si l'on présente sur les bords du grand vase une chandelle éteinte encore fumante, on voit la fumée se diriger vers le vase d'eau chaude; si on la place au-dessus du vase d'eau chaude, la fumée monte verticalement. C'était le même phénomène qu'indiquait Franklin, en se plaçant à la porte de communication de deux appartements contigus et diversement échauffés; la flamme de la bougie qu'il portait, placée sur le seuil, allait de l'appartement froid dans l'appartement chaud; placée au haut de la porte, elle allait de l'appartement chaud dans l'appartement froid; au milieu de la hauteur, elle restait sans mouvement. Le fourneau d'appel de M. d'Arcet n'est pas autre chose que cette expérience : échauffer un point pour que l'air qui s'y trouve s'élève et soit remplacé par l'air froid environnant, et par la continuité de l'échauffement établir un véritable courant d'air.

D'après ce qui précède, si la terre était une surface aqueuse uniforme, un océan universel, la partie la plus échauffée étant celle qui est entre les tropiques, il y aurait un courant d'air ascendant s'élevant verticalement au-dessus de la surface; ce courant arrivé à la hauteur où il se trouverait en équilibre statique, se dirigerait vers le pôle; il y aurait en outre un courant rasant le sol et venant du pôle, qui se dirigerait constamment vers l'équateur pour remplacer le courant ascensionnel.

Appelons le premier courant *tropical*, le second courant *polaire*, et suivons successivement le vent polaire dans sa course. En se dirigeant vers l'équateur, il arrive à des latitudes où le mouvement de rotation de la terre est de plus en plus fort; les corps qu'il rencontre le frappent donc avec l'excès de leur vitesse, dans un sens opposé au mouvement de la terre; il semble qu'il souffle un vent d'est. Ainsi un vent alisé général de l'est à l'ouest, tel est l'effet que pro-

duirait le vent polaire, allant du nord au midi avec une vitesse acquise de l'ouest à l'est toujours moins grande que celle des lieux où il parvient. C'est Halley qui, le premier, a donné cette théorie des vents alisés (1).

Mais la terre n'est pas une surface homogène et uniforme, elle est formée de terres et de mers, de montagnes et de plaines qui sont très-diversement échauffées. Si nous nous bornons à considérer l'hémisphère septentrional, nous trouverons que son point le plus froid se trouve au nord de l'Amérique et non pas au pôle: c'est donc le vent du nord-ouest, et non pas celui du nord, qui se dirigera vers l'équateur. Mais en même temps la surface de l'Océan étant moins échauffée que le continent de l'Europe, il y aura aussi un courant de l'ouest à l'est entre l'Atlantique et le continent. Ce courant ne changeant pas de latitude conservera la vitesse de rotation de la terre; celui du nord-ouest perdra de la sienne en allant vers l'est, d'autant plus qu'il s'approchera de l'équateur. Ces deux courants en se mêlant produiront un vent d'ouest-nord-ouest dans le nord de l'Europe, qui deviendra nord-ouest sur les côtes de la Gascogne; nord-nord-ouest en Portugal; puis nord et nord-nord-est en avançant vers le midi (2). Voilà l'état constant et normal des vents sur les côtes d'Europe. Il semblerait dès-lors qu'il ne pourrait y avoir de vents de sud, si ce n'est vers le nord de l'hémisphère, ni de vents d'ouest dans le voisinage du tropique; mais voici ce qui se passe. Dans son ascension, le courant tropical sud-ouest se maintient à une hauteur qui est déterminée par sa pesanteur spécifique; il descend de plus en plus, selon les circonstances qui tendent à le refroidir; il finit par se trouver dans les couches occupées par le courant atlantique nord-ouest et ouest; alors appelé comme lui par l'échauffement des terres voisines, il prend une direction sud-ouest, et

(1) *Fragments philosophiques*, t. XVI, p. 151.
(2) Lacoudraye Lartigue, p. 83 et suiv.

c'est ce qui arrive le plus souvent, si ce n'est quand les terres polaires étant fortement refroidies, le vent tropical conserve une légèreté spécifique plus grande et laisse les vents du nord-ouest, même du nord-est, en possession de la portion inférieure de l'atmosphère. Nous développerons cette idée générale dans la *Climatologie* en l'appliquant à la surface terrestre, non plus homogène comme nous venons de la supposer, mais pourvue de tous les accidents de composition et d'altitude.

Outre ces effets étendus à une grande surface de pays, chaque point du globe subit aussi des influences locales; parce que chacun d'eux a son réfrigérant et son foyer calorifique particuliers outre le réfrigérant et le foyer généraux. Ils produisent les vents appelés *topiques*, au nombre desquels on doit compter les brises de terre et de mer. M. Fournet a observé attentivement les brises des vallées. Le soir, les cimes se refroidissent et il y a un courant d'air descendant; le jour, l'échauffement des pentes inclinées et la réverbération des parois des vallées appellent l'air de la plaine (1). Sur les bords de la mer, le rayonnement nocturne rend la côte plus froide que l'eau, et il y a brise venue de terre, le matin; vers le milieu du jour, c'est la mer qui absorbe moins de calorique, qui est plus froide que la terre, et la brise va de la mer à la terre.

L'existence des courants supérieurs est souvent rendue très-sensible aux yeux par la marche des nuages en sens contraire des vents qui règnent à la surface de la terre; mais quand le ciel est serein, on pourrait douter de leur existence si des expériences réitérées ne la confirmaient. Les voyageurs nous ont appris que le vent d'oust règne sur le pic de Ténérife, pendant que sur la mer on est poussé par le vent d'est (2); les cendres du volcan de Saint-Vincent parviennent à la Bar-

(1) Fournet, *Ann. de la Société d'agr. de Lyon*, t. III, p. 1 et suiv.
(2) Humboldt, *Relation de ses voyages*, t. I, p. 132.

bade portées par le vent d'ouest, tandis que ces îles sont constamment séparées par l'alisé de l'est; les expériences aérostatiques nous montrent constamment qu'après s'être suffisamment élevés, les ballons trouvent un rumb de vent qui les pousse dans une autre direction que celle du vent de terre. Parmi ces expériences, il n'en est pas de plus frappante que celle qui a eu lieu à Nîmes, en 1822, parce que M. Valz a eu soin de déterminer la route d'un ballon par les mêmes procédés dont il se serait servi pour suivre la marche d'une planète. Dans la première expérience, le vent de terre était ouest : il régnait jusqu'à 1,200 mètres d'élévation; là, on rencontra le vent du nord; la vitesse des deux courants était à peu près la même; dans la seconde, l'aérostat trouva près de terre le vent du sud-ouest d'une vitesse de 27,000 mètres à l'heure, jusqu'à la hauteur de 1,270 mètres; alors il changea de direction, il trouva le vent du nord, puis de nord-est jusqu'à 1,700 mètres; de cette hauteur à celle de 2,400 mètres, le vent fut de l'est, puis de nord-est jusqu'à 2,700 mètres; à ce point il retrouvait les vents d'est jusqu'à 2,950 mètres qui fut le point de sa plus grande hauteur. Au-dessus de 700 mètres, la vitesse des différents courants avait été à peu près égale et de 12,000 mètres à l'heure; mais en descendant, le vent du sud-ouest, qui était passé au sud-est, avait augmenté; à 700 mètres d'élévation, sa vitesse était de 60,000 mètres à l'heure; plus près de terre de 33,000 mètres à l'heure (1). Cette expérience nous initie à la connaissance des courants atmosphériques elle nous montre la grande variété des courants aériens qui règnent à différentes hauteurs dans l'épaisseur de l'atmosphère; et la manière dont se font les échanges d'air entre les différentes parties du globe, selon que, plus ou moins échauffées, elles reçoivent de l'air des contrées voisines qui se trouvent dans des conditions de températures différentes, ou leur fournissent la quantité d'air qui leur manque pour que l'équilibre ait lieu.

(1) *Académie du Gard*, 1833, p. 197 et suiv.

SECTION I.—*Moyens employés pour observer les vents.*

L'observation régulière des vents embrasse celle de leur direction et de leur vitesse.

La direction des vents de terre se reconnaît par une girouette placée sur un lieu élevé et non dominé. On prend le terme moyen entre les oscillations de la girouette, car pour peu que le vent soit violent, elle est sans cesse en mouvement.

Les vents supérieurs se reconnaissent à la marche des nuages, et à leur défaut aux mouvements du baromètre. S'il souffle un vent froid à la surface de la terre, et que le baromètre se maintienne haut, on jugera que la masse de l'air est occupée par un vent chaud *et vice versâ*.

On a proposé différents moyens pour déterminer la vitesse du vent. Le meilleur consiste dans un moulinet, dont les ailes opposées au vent sont mises en mouvement avec une vitesse proportionnelle à la sienne. Ce moulinet est porté sur un bras perpendiculaire à la direction du vent, et étant pourvu d'un compteur, il enregistre le nombre de tours des ailes. On détermine le rapport de la vitesse des ailes et de celle du vent en faisant parcourir à l'instrument, par un temps calme, une longueur déterminée avec une certaine vitesse. Les chemins de fer offrent maintenant une ressource admirable pour faire ces expériences. Dans le climat venteux de la vallée du Rhône, il faut que le compteur puisse indiquer au moins 630,000 tours en douze heures, pour pouvoir enregistrer le nombre de tours que peuvent faire les ailettes de l'instrument en vingt-quatre heures.

L'usage que l'on peut faire de la connaissance de la force impulsive du vent, pour appliquer cette force à différentes machines, fait rechercher les moyens de déterminer les rapports de la vitesse à la force. Pour y parvenir, Borda a fait des expériences, mais il les a faites sur de trop petites sur-

faces pour qu'on puisse appliquer ses résultats à de grandes. Il en est du vent comme de l'eau qui, sous la même pression, donne des produits qui ne sont pas proportionnels à l'ouverture d'orifices de différentes grandeurs. Il se produit, derrière l'obstacle opposé au vent, des effets successifs de condensation et de dilatation; il y a à sa surface des effets de réflexion qui ne peuvent être donnés exactement que par l'observation directe, et un coefficient généralement applicable serait le résultat d'une suite d'expériences faites sur des échelles très-différentes, et qui nous manquent encore aujourd'hui. Borda n'a observé que sur des surfaces de 59049, 26244 et 11664 millimètres carrés.

Si l'on appelle P la force du vent en kilogrammes par mètre carré, V sa vitesse, S la surface en millimètres carrés et a le coefficient variable, les expériences peuvent être représentées par cette formule : $P = a \times SV^2$. Le coefficient a doit être augmenté à mesure de l'accroissement des surfaces. Ainsi M. Rouse ayant expérimenté sur 929,000 millimètres carrés, et ses expériences, selon Smeaton, étant exactes pour les petites vitesses de vent, si nous comparons ces résultats à ceux de Borda, nous trouverons pour la valeur du coefficient :

Quand la surface a	11664 millim. carrés	0,92
	26244	1,00
	59049	1,04
Et d'après l'expérience de Rouse	929000	1,20

Il serait bien important que ces expériences fussent reprises et étendues à des surfaces plus grandes. La formule de Fresnel pour le mouvement des fluides donne des résultats trop faibles.

SECTION II. — *Marche des vents.*

A la surface d'une mer ouverte les vents sont réguliers et soufflent d'une manière constante pendant toute leur durée.

C'est ce que l'on éprouve sur les côtes pour les vents qui viennent de la mer, et ce qui rend si régulière la marche des moulins à vent qui élèvent l'eau des polders de la Flandre. Il n'en est pas de même des vents qui viennent de terre ; ceux-ci soufflent par rafale, semblables à des vagues de la mer ; après des moments de repos, survient un accroissemeut progressif, puis une diminution d'intensité, jusqu'à ce qu'il y ait un nouveau repos, sinon total, au moins relatif, suivi d'une nouvelle bouffée. « Parfois, dit M. Rendu (1), l'instant de la plus grande force des ondes aériennes est celui où l'on commence à les ressentir; de là elles vont en décroissant. Toutes les ondes qui se succèdent dans ces temps donnés n'ont ni la même force ni la même étendue, quoique le vent n'ait pas varié. Les intermittences ne sont pas égales ; la vitesse supérieure du vent est uniforme ; mais la vitesse inférieure est tantôt moindre, tantôt plus grande. »

Pour expliquer ce mouvement ondulatoire du vent, ce physicien remarque d'abord qu'on ne saurait assimiler l'air à l'eau, puisque cette dernière est incompressible, tandis que l'air peut être comprimé, et qu'ainsi, si l'on jette un rocher au milieu d'un canal, l'eau s'élèvera en amont, acquerra plus de vitesse des deux côtés de l'obstacle, mais coulera ensuite uniformément ; tandis que, si l'air parcourant un espace d'un mouvement uniforme rencontre un obstacle, il ne peut rétrograder, pressé par l'air qui le suit ; s'il veut s'élever, il éprouve la pression de la colonne d'air supérieure qui le retient; sur les côtes, il rencontre d'autres colonnes d'air en mouvement, ayant une impétuosité et une force de résistance égales à la sienne. Pour s'échapper, il faudra donc qu'il prenne une force de répulsion supérieure; or, l'air comprimé de toutes parts prend un ressort proportionné à la compression ; à l'instant où l'équilibre sera rompu, la colonne d'air retenue s'échappera avec impétuosité et

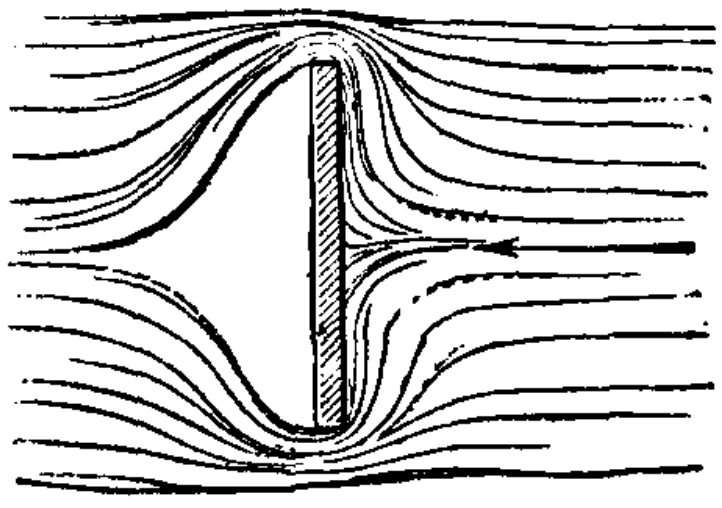
(1) *Mémoires de la Société académique de Savoie*, t. I, 1825.

formera une bouffée ; l'air s'écoulera jusqu'à ce que l'équilibre soit rétabli, et alors commencera l'intermittence, qui ne tardera pas à être suivie d'une nouvelle bouffée.

Si l'on se trouve près de l'obstacle au moment où le vent s'échappe, on sentira que la plus grande force de l'onde est à l'instant de son débordement ; mais à mesure que l'on s'éloignera du point de départ, la plus grande force se rapprochera du milieu, parce que la première couche, qui était d'abord poussée avec le plus de violence, se met en équilibre avec le reste de l'atmosphère ; mais elle ne le fait pas assez vite pour qu'auparavant il ne survienne d'autres couches qui augmentent sa pression. On voit quelquefois une onde passer à quelque distance de soi, tandis que l'air dans lequel on se trouve n'a pas changé de mouvement ; c'est qu'alors on est en dehors de la colonne d'air qui a surmonté l'obstacle.

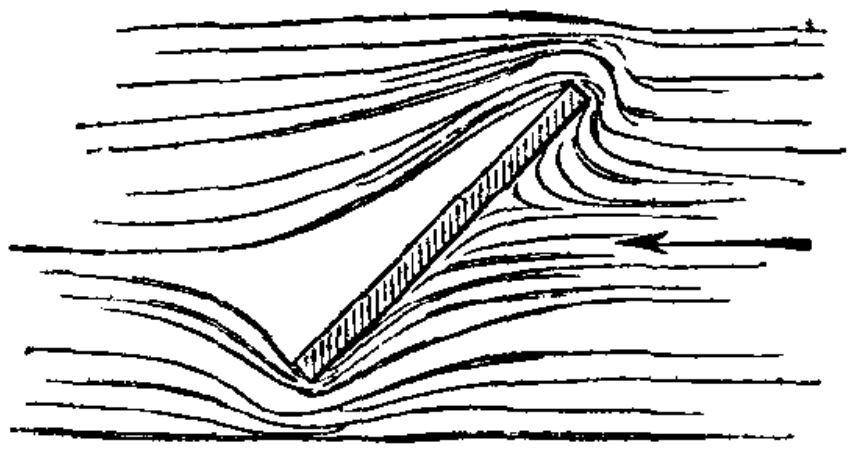
L'observation nous prouve que c'est toujours avant d'arriver à l'obstacle que les colonnes latérales échappent à son action ; c'est qu'il se forme à son pied une accumulation d'air comprimé qui réagit sur le nouvel air arrivant. Ainsi, on a ordinairement le calme au pied immédiat de l'obstacle et jusqu'à une certaine distance proportionnée à sa hauteur et à sa largeur. Ainsi on se tromperait en croyant que le vent vient frapper l'obstacle en y faisant un angle de réflexion égal à l'angle d'incidence ; l'air s'échappe en glissant des deux côtés, et par en haut, en soulevant les couches supérieures. Si l'obstacle est perpendiculaire au vent, comme cela est représenté dans la *fig.* 3, après l'avoir dépassé, il se re-

Fig. 3.



courbe presque à angle droit, parce qu'il ne trouve pas en arrière la même résistance qu'en avant, l'abri y préservant l'air de toute pression. Si l'obstacle est oblique au vent (*fig.* 4), le tourbillon se prononce du côté de l'angle le plus

Fig. 4.



aigu, et après avoir dépassé l'obstacle il se jette en arrière de l'abri de manière à le raser de plus près. Il s'établit presque toujours un tourbillon violent dans les cours des fermes obliques à la direction des grands vents; la meilleure disposition à donner aux bâtiments, dans les pays où ils soufflent, est de les placer bien perpendiculaires à leur direction, alors l'espace qui est en avant est beaucoup mieux abrité.

Le vent perd de sa vitesse en franchissant l'obstacle (*fig.* 5), et laisse tomber la poussière qu'il entraînait au pied

Fig. 5.

A Direction du vent.
B Mur opposé au vent.
C Tas de sable accumulé au pied du mur.
D Point où le vent incliné touche le sol.
E Point où il parvient par réflexion.
F Second point où il frappe le sol.

de l'obstacle, si celui-ci est assez élevé pour que le vent ait perdu de sa force en le surmontant ou en le tournant. Dans le cas contraire, si l'obstacle est peu élevé et que le vent n'ait pas perdu de sa force qu'après l'avoir surmonté, il laisse tomber la poussière en C du côté opposé à la direction du vent.

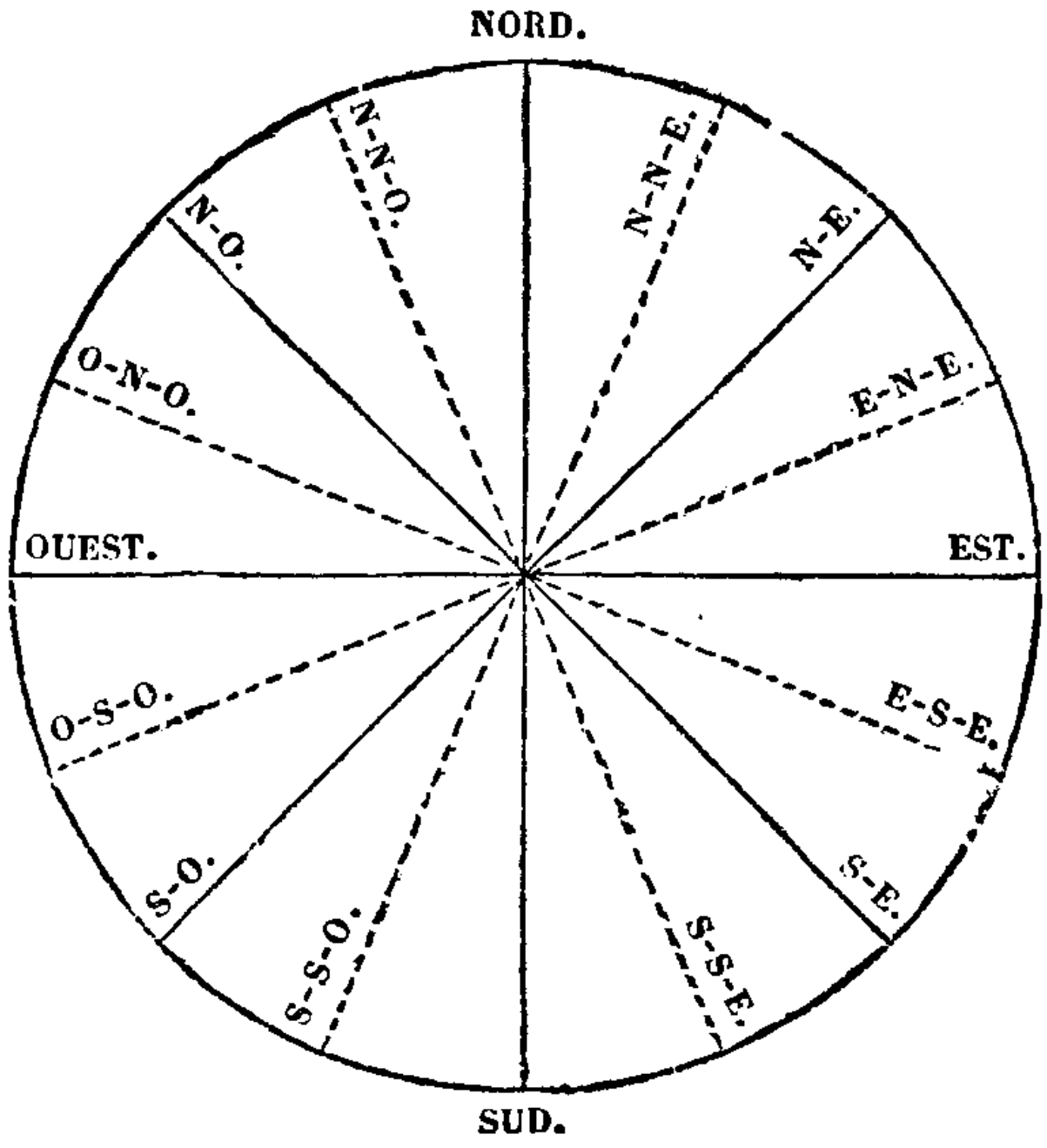
Les obstacles que rencontre le vent dans sa marche produisent encore un autre effet; derrière l'abri la couche d'air qui l'a franchie en dessus, trouvant moins de résistance dans

le bas où l'air est en repos relatif et moins condensé, prend une direction inclinée; il va frapper la terre en D à une certaine distance de l'obstacle; arrêté par le sol, il se réfléchit, remonte à une moindre hauteur E, puis replonge de nouveau, jusqu'à ce que, perdant sa force impulsive et entraîné par la masse de l'air en mouvement, il prenne une direction parallèle au sol. Les points de terrain sur lesquels tombent habituellement ces angles de réflexion en sont fort tourmentés; la terre en est enlevée, les plantes déchaussées et quelquefois déracinées. C'est en général derrière les abris et à une certaine distance que les vents causent le plus de désordres.

SECTION III. — *Caractère des vents.*

Quoique les vents puissent souffler de tous les points de l'horizon et affecter ainsi des angles de valeur différente par rapport à la méridienne, cependant on se borne généralement dans la pratique à désigner 16 ou 32, au plus, de ces directions. La rose des vents (*fig.* 6) indique leur disposition.

Fig. 6.



Le caractère de chaque vent n'est pas le même sur toute la surface du même hémisphère: le vent du nord n'est pas partout le vent le plus froid, le plus sec; le vent du sud n'est pas partout le plus chaud, le plus humide. Les vents se modifient dans chaque lieu, selon les espaces qu'ils ont parcourus avant d'y arriver. Si le vent traverse une région plus froide, il arrivera après en avoir pris la température; s'il passe au-dessus d'une vaste surface aqueuse, il s'y chargera d'humidité, etc. Ainsi les vents contribuent à changer le climat théorique du lieu, celui qu'il aurait s'il n'était exposé qu'aux effets solaires dans un air parfaitement calme; c'est ce que quelques exemples vont nous démontrer. A Paris, la température des vents, à 3 heures de l'après-midi, est la suivante :

	Année entière.	Hiver.	Printemps.	Eté.	Automne.
Nord. . .	15°,2	3°,6	13°,7	27°,2	14°,8
Nord-est.	14 ,2	1 ,2	19 ,4	28 ,1	14 ,3
Est. . . .	23 ,1	2 ,5	17 ,8	30 ,0	16 ,1
Sud-est. .	19 ,1	5 ,7	26 ,0	32 ,8	19 ,1
Sud. . . .	19 ,3	8 ,3	20 ,3	29 ,5	19 ,4
Sud-ouest	18 ,6	10 ,8	18 ,2	26 ,6	15 ,6
Ouest . .	17 ,0	8 ,8	16 ,8	26 ,0	16 ,8
Nord-ouest	15 ,5	6 ,0	14 ,6	25 ,8	15 ,7
Moyenne.	17 ,75	5 ,86	18 ,60	28 ,25	16 ,47

Il faut d'abord remarquer que le caractère des vents change selon les saisons, parce que les espaces qu'ils parcourent présentent aussi des circonstances différentes. Ainsi le vent de sud-est traverse, en hiver, les plateaux de la Bourgogne couverts de neige, il est plus froid que le vent du sud; mais en été ces plateaux présentent des surfaces découvertes et sèches qui absorbent beaucoup de chaleur, réchauffent le vent qui les traverse plus que ne peuvent le faire les plaines cultivées et humides des bords de la Loire.

Nous reconnaissons ensuite que, si tous les vents souf-

flaient un nombre égal de fois pendant l'année et pendant chaque saison de l'année, la température moyenne de Paris, à 3 heures, serait de 17°,75. Voyons ce qui arrive en ne comptant, pour évaluer la température, que le nombre réel de fois que chaque vent a soufflé et en lui attribuant sa température propre :

	HIVER.		PRINTEMPS.		ÉTÉ.		AUTOMNE.	
	Jours de vent.	Somme des températ.	Jours de vent.	Somme des températ.	Jours de vent.	Somme des températ.	Jours de vent.	Somme des températ.
Nord . . .	8	28°,8	14	191°,8	12	326°,4	9	133°,2
Nord-est. .	11	13 ,2	13	193 ,7	8	224 ,8	8	114 ,4
Est	6	15 ,0	6	106 ,8	5	150 ,0	6	96 ,6
Sud-est . .	7	39 ,9	6	123 ,6	3	98 ,4	7	133 ,7
Sud	20	166 ,0	14	284 ,2	10	295 ,0	19	368 ,6
Sud-ouest..	16	160 ,0	15	273 ,0	18	478 ,8	18	352 ,8
Ouest . . .	15	132 ,0	16	268 ,8	23	598 ,0	16	268 ,8
Nord-ouest	8	48 ,0	8	118 ,8	9	232 ,2	8	125 ,6
	91	602 ,9	92	1560 ,7	88	2403 ,6	91	1593 ,7
Temp. moy. du jour.		6°,62		16°,96		27°,31		17°,51
Temp. moyenne d'un nomb. de jours égal à celui des vents. .		5 ,86		18 ,60		28 ,25		16 ,47
Différence.		+ 0 ,76		— 1 ,64		— 0 ,94		+ 1 , 4

Total des différences.

Hiver	+ 0°,76
Printemps.	— 1 ,64
Été.	— 0 ,94
Automne	+ 1 , 4
	— 0 ,78
Différence moyenne.	— 0 ,19

Ainsi, les vents à Paris, élevent la température de l'hiver et de l'automne, mais ils abaissent celle du printemps et de l'été, et la température moyenne de l'année, au lieu d'être, à 3 heures, de 17°,75, est en réalité de 17°,56, parce

que les vents de ces dernières saisons y ont une plus grande influencee.

Les vents, outre qu'ils ont une température propre, tendent encore à abaisser celle de la surface du sol en augmentant son évaporation. Aussi restent-ils froids tant qu'ils traversent des pays humides, et au contraire, dès que les contrées qu'ils traversent sont sèches et n'évaporent plus, les vents se chargent du calorique qui rayonne du sol où il est réfléchi. Dans de telles circonstances, des vents habituellement froids prennent une grande chaleur.

Dans les plaines situées à l'ouest de notre continent, comprenant une grande partie de l'Europe, les vents marchent généralement dans l'ordre suivant, relativement à leur température, en allant du plus froid au plus chaud : nord-est, nord, nord-ouest, ouest, sud-ouest, sud, sud-est, est. Ainsi, partant du nord-est qui vient du pôle du froid, si l'on fait le tour de la rose des vents en allant par le nord et l'ouest et s'arrêtant à l'est, on aura la progression de chaleur des différents vents. Mais cette règle souffre de grandes exceptions locales, quand il y a un réfrigérant énergique placé dans la direction d'un des vents. Ainsi, en Provence, les vents d'est venant des Alpes sont au nombre des vents froids; dans la Lombardie, il en est de même des vents d'ouest.

Les vents affectent aussi le baromètre d'une manière différente, mais avec moins d'exception que pour ce qui regarde la température. Les vents soufflant entre le nord et l'est tiennent le baromètre haut, les vents du sud à l'ouest l'abaissent. La pression des vents sur le baromètre suit en général la loi inverse de leurs températures; elle est plus forte pour les vents froids, plus faible pour les vents chauds. Le baromètre étant ainsi un fidèle indicateur de la température moyenne de la masse de l'atmosphère, les anomalies indiquent seulement que le vent qui règne à terre ne s'étend pas bien haut, et que les vents d'un caractère opposé dominent la masse de l'air. Ainsi l'on a observé qu'à Vienne et à

Bude la pression était très-faible avec les vents d'est, et à Pétersbourg avec les vents d'ouest; ne faudrait-il pas vérifier quels sont les vents généraux qui règnent en Europe, pendant que ces vents soufflent dans ce pays?

Cette comparaison pourrait faire connaître les circonstances locales qui y produisent des contre-courants aériens différents des courants qui se manifestent sur le reste de l'Europe.

SECTION IV.—*Détermination de la direction moyenne des vents.*

Si l'on détermine la ligne qui représente la direction moyenne des vents qui soufflent chaque année dans un pays, ou autrement dit la résultante de toutes ces directions, on saura le côté par lequel les plantes reçoivent les plus fréquentes secousses des vents et la direction que l'on doit donner aux abris. On se sert pour cela de la formule de Lambert; appelant Φ l'angle que fait cette résultante avec la méridienne, en partant du nord et passant par l'est, on a:

$$\text{Tang } \Phi = \frac{E - O + (NE + SE - SO - NO) \text{ sin. } 45°.}{N - S + (NE + NO - SE - SO) \text{ cos. } 45°.}$$

Le sin. et le cos. $45^0 = 0{,}71$; chaque initiale d'un des vents exprime le nombre de fois que le vent a soufflé. Pour Paris, de 1806 à 1826, les différents vents ont été observés les nombres de fois suivants :

Nord.	45	Sud..	63
Nord-est.	40	Sud-ouest	67
Est.	23	Ouest	70
Sud-est.	23	Nord-ouest.	34

Nous aurons donc

$$\text{Tang } \Phi = \frac{23 - 70 + (40 + 23 - 67 - 34)\ 0{,}71}{45 - 63 + (40 + 34 - 23 - 67)\ 0{,}71} = \frac{-73{,}98}{-29{,}36}$$

Or on a

$$\text{Log } 73{,}98 = 1{,}8691143$$
$$\text{Log } 29{,}36 = 1{,}4677561$$
$$\text{Log tang } \Phi = 0{,}4013582$$
$$\text{D'où } \Phi = 68°21'$$

Quand le numérateur et le dénominateur de la fraction sont positifs, l'angle se compte du nord à l'est; si l'un et l'autre sont négatifs, on part du sud en allant vers l'ouest, ce qui revient à ajouter la valeur de l'angle à 180°; si le numérateur seul est négatif, on part du nord en allant vers l'ouest, ce qui revient à retrancher l'angle trouvé de 360; enfin, si le dénominateur seul est négatif, on part du sud allant vers l'est, ce qui revient à retrancher l'angle de 180°. Dans l'exemple ci-dessus, le numérateur et le dénominateur étant négatifs, j'ajoute à 180° le nombre trouvé 68°,21′, et j'ai 248°,21′ pour la direction moyenne des vents pendant l'année, à Paris; c'est une direction entre le sud-ouest et l'ouest.

Connaissant ensuite la vitesse moyenne de chacun de ces vents, on aura la vitesse moyenne de la résultante, c'est-à-dire la vitesse du déplacement de la masse de l'atmosphère dans la direction de la résultante, par cette formule :

$$V = \frac{E - O + (SE - NO + NE - SO) \cos. 45°.}{\text{Sin. } \Phi.}$$

Mais cette valeur qui sera très-utile dans la suite, quand la vitesse des vents aura été plus longuement observée, l'est bien moins en agriculture que la somme de toutes les forces qui n'exige qu'une addition, surtout quand on veut se servir du vent comme moteur. Alors la plus petite vitesse nécessaire pour mettre en mouvement la machine que l'on veut employer étant connue, il faut retrancher, de la somme des forces, tous les vents d'une vitesse inférieure; si on divise ensuite la somme qui reste par le nombre des observations conservées, on aura la vitesse moyenne et par conséquent la force qui agira habituellement sur la machine.

Dans les pays où l'on se sert du vent pour nettoyer et cribler le blé, il est surtout utile de bien connaître la vitesse qui est nécessaire et le nombre de jours où l'on obtient cette vitesse dans les mois de juillet et d'août, qui sont ceux où se

font ces opérations. Nous avons observé, dans le midi, qu'elles exigent un vent qui parcourt au moins 6 mètres par seconde dans les lieux découverts et un peu plus dans ceux qui le sont mal. Dans la vallée du Rhône, les mois de juillet et d'août offrent chacun une moyenne de 10 jours où souffle un vent de cette force. Il faut donc s'arranger pour pouvoir terminer en 20 jours au plus, si l'on a commencé de bonne heure. Les jours de vent de juillet sont moins incertains, moins sujets à des matinées humides et à la pluie que ceux du mois d'août; aussi le proverbe local annonce-t-il que celui qui foule son grain à la *Madelaine* foule sans peine. Le vent entre pour beaucoup dans les considérations agricoles de ce pays, soit par les désordres qu'il cause en hiver, soit par l'aide qu'il apporte en été.

La direction moyenne des mois présente aussi des particularités utiles à recueillir. Ainsi nous avons :

	MILAN. Direction moyenne.	PARIS. Direction moyenne.	CARLSRUHE. Direction moyenne.
Janvier	295° 23′	269° 50′	150° 0′
Février	328 2	225 0	161 15
Mars	68 51	270 2	149 2
Avril	82 12	315 0	153 0
Mai.	87 5	231 10	155 48
Juin	135 12	290 49	158 0
Juillet	114 15	262 49	178 4
Août	93 56	259 1	169 50
Septembre . . .	82 2	247 30	165 30
Octobre	69 39	210 58	154 50
Novembre . . .	356 42	238 3	163 0
Décembre . . .	296 21	213 26	162 6
Direction moy. .	149 8	252 48	159 57

A Milan, les directions des vents se correspondent dans les mois équidistants du solstice, janvier et décembre, mars et octobre, avril et septembre; vers les deux solstices, les directions sont opposées et forment les extrêmes. Les directions des vents parcourent environ la moitié de l'horizon

(200 degrés); 65 appartiennent au cadran occidental, 135 à l'oriental ; en mars et en octobre, quand la terre est à sa moyenne distance, la direction des vents est également moyenne. A Paris, la première moitié de l'année est plus au nord que la dernière; à Milan, les deux extrémités de l'année sont plus au nord que le milieu; à Carlsruhe, la première moitié incline plus vers le sud-est, la seconde vers le sud. Chacune de ces circonstances a son explication dans la situation relative des réfrigérants des lieux et indique leur puissance relative dans les différentes saisons.

De même que l'on a remarqué un changement régulier dans la direction de l'aiguille aimantée, de même aussi ou a cru reconnaître un changement dans la direction moyenne des vents. Cette observation serait importante ; on pourrait y découvrir de certaines périodes dans les saisons, dépendant du déplacement des points où se trouvent les maximums de froid et de chaud, dont les conséquences seraient très-intéressantes à prévoir. Il en résulterait aussi, dans la pratique, que tôt ou tard les bâtiments et les clôtures les mieux abritées, par rapport aux vents, finiraient par lui donner prise.

A Milan, M. Césaris, ayant divisé en plusieurs périodes les années d'observations de son observatoire qui ont commencé en 1763, a trouvé que la direction moyenne des vents avait été :

De 1763 à 1792 . . .	81° 10′
1793 à 1815 . . .	22 2
1816 à 1838 . . .	5 43

Ainsi cette direction a marché continuellement de l'est au nord d'environ 1 degré par année moyenne.

M. Schow a trouvé qu'à Copenhague la direction moyenne avait tourné de l'ouest au sud, de 1765 à 1800.

En analysant les résultats de Cotte, nous trouvons que la direction moyenne des vents était, à Paris,

De 1763 à 1772 . . .	229° 31′
1768 à 1797 . . .	317 4

Ainsi, jusqu'à la fin du siècle dernier, la direction des vents a marché de l'ouest au nord ; mais les observations de M. Bouvard, insérées dans le VII^e^ volume des *Mémoires de l'Académie des Sciences*, nous donnent 248° 21′; de 1803 à 1817, la direction des vents aurait rétrogradé du nord à l'ouest.

Ces résultats font comprendre l'utilité dont peuvent être des observations réduites même à leur plus simple expression. Un recueil où l'on aurait seulement noté la direction des vents pendant une longue suite d'années serait déjà un monument très-précieux pour indiquer les changements qui peuvent être survenus dans le climat d'un pays et dans l'ensemble des climats du globe.

SECTION V. — *Des effets des vents sur la végétation.*

Les vents agissent comme force physique, par leur vitesse multipliée par leur masse; comme corps ayant une température propre et transportant une certaine dose d'humidité, et prenant ou donnant aux corps qu'ils rencontrent, pour se mettre en équilibre avec eux, ou de la chaleur ou de l'humidité.

Les vents modérés sont utiles à la végétation en agitant les plantes: les mouvements qu'ils leur impriment, l'espèce d'exercice qu'ils leur procurent, fortifient leurs fibres et paraissent agir favorablement sur eux. La fécondation des germes paraît plus complète pour les plantes qui ne sont pas entièrement abritées. On pourrait l'attribuer à ce que le vent favorise la dispersion du pollen. Une observation tendrait à nous faire croire qu'ils tendent aussi à enraciner plus fortement les plantes. Dans un même champ, nous avons remarqué que les racines des plantes de froment qui étaient couvertes par des abris étaient moins nombreuses ou moins fortes que celles qui recevaient le vent; c'est surtout dans la direction de laquelle il vient que les racines s'étaient

le plus étendues. Mais quand les vents sont forts et violents dans un pays, ils impriment aux branches une flexion qui finit par devenir habituelle. Toute la tête de l'arbre se trouve portée dans la direction opposée au vent, les rameaux s'allongent dans cette direction, ils sont retroussés dans la direction opposée ; enfin les racines aussi sont beaucoup plus fortes, plus étendues dans la direction du vent, afin de retenir en arrière, comme par des ancres, la masse de l'arbre portée en avant. On a remarqué, lors des ouragans, que les arbres des régions très-venteuses résistaient à leurs efforts, tandis que dans les régions habituellement calmes, où ils sont moins fortement enracinés, ils étaient souvent renversés. Cela arrive surtout quand les vents surviennent après les pluies et que la terre est fort humide.

Les marins apprécient la vitesse du vent d'après les sensations qu'ils éprouvent, et ils leur ont donné différentes épithètes qui expriment cette vitesse: ainsi ils nomment *vent frais* celui qui parcourt 10 mètres par seconde ; *grand frais*, si sa vitesse s'élève à 15 mètres ; *très-grand frais*, à 20 mètres ; c'est une *tempête*, pour une vitesse de 25 à 30 mètres, et un *ouragan* si elle est de 35 à 45 mètres. Des vents qui ont cette impétuosité renversent les murs et les maisons peu solides. Dans la vallée du Rhône, qui est le lit d'un grand fleuve aérien coulant avec beaucoup de vitesse, les arbres résistent à des vents de 35 mètres de vitesse ; tandis que nous avons vu, en traversant le département de l'Yonne, des rangées d'arbres couchées à terre, après des pluies, par un vent qui ne devait pas avoir plus de 20 mètres de vitesse.

Cette propriété qu'ont les vents de fortifier les fibres des plantes par le mouvement habituel qu'elles leur impriment est défavorable dans certains cas. Ainsi le chanvre cultivé dans la vallée du Rhône a une filasse très-grossière, tandis qu'aux abris des Alpes, dans la plaine de Grenoble et dans la vallée de Graisivaudan, elle est beaucoup plus fine.

Les plantes à tige molle ne peuvent pas être cultivées non plus dans les pays exposés au vent, ou ne peuvent l'être qu'à des abris naturels ou artificiels : ainsi les pois, par exemple, exigent une position calme pour prospérer; on peut en dire autant des végétaux dont les graines se répandent facilement; le pavot, le sésame redoutent aussi les expositions venteuses.

Les grands vents qui ne parviennent pas à déraciner les végétaux qui ont cru sous leur influence peuvent cependant causer de grands dommages aux récoltes qu'on en attend : ainsi, quand ils surviennent lors du premier développement des feuilles et lorsqu'elles sont encore tendres, ils les coupent, les arrachent, arrêtent la végétation, et si le produit de l'arbre se fonde sur la récolte des feuilles, comme c'est le cas pour le mûrier, ils le diminuent sensiblement. Il y a aussi certaines positions où la constance seule de certains vents, en mettant même à part leur violence, peut nuire à la végétation, c'est quand des dunes, des terrains sablonneux se trouvent sous le vent des arbres ; les grains de sable entraînés par les vents liment peu à peu l'épiderme des feuilles et des branches, et détruisent ainsi les parties exposées à leur action : aussi, dans les lieux soumis à cette influence, ce n'est qu'au moyen d'abris artificiels que l'on peut parvenir à préserver les arbres, et le rideau le plus exposé au vent est toujours plus ou moins dégarni. Enfin le transport de ces sables sur les terrains cultivés les stérilise, et y établit un nouveau foyer de dévastation pour les terrains situés plus avant. La marche des dunes de Bordeaux a depuis longtemps fixé l'attention du gouvernement (1).

Les vents sont aussi une grande cause de la dissémination des semences ailées des plantes. La culture la plus soigneuse a peine à se garantir de la multiplication des chardons,

(1) *Voir* t. 1, p. 220 et suiv.

quand tous les voisins ne concourent pas à la fois à leur destruction. Il est aussi d'autres graines qui, après certains orages, garnissent spontanément les champs et qui sont apportées par les vents.

A son point de départ, l'air ayant une température acquise la transporte avec lui quand il se met en mouvement, et ce n'est que peu à peu qu'il en change en traversant des pays qui ont une température différente, en se mettant en équilibre de température avec eux. Dans la vallée du Rhône, le vent du nord abaisse la température normale de 7 degrés environ; après quelques jours de temps calme et clair pendant lesquels la température s'est élevée, s'il survient au printemps un pareil abaissement de température, toute la végétation se trouve souvent compromise; même quand il n'y a pas eu de gelée et que les organes des plantes ont conservé leur vitalité, il se produit un effet très-remarquable, leur développement est arrêté, et ils restent rabougris. Nos cultivateurs expriment cet état en disant que les plantes se sont *enrhumées*. Les bourgeons qui poussent plus tard prennent bien toute leur croissance, mais jamais les feuilles et les rameaux qui ont subi cet arrêt de végétation ne se remettent complétement. Cet accident est surtout funeste aux prairies naturelles et artificielles et aux feuilles du mûrier. Quant aux prairies, ce qu'il y a de mieux à faire, c'est de presser leur coupe pour gagner du temps au profit des coupes suivantes; et pour les mûriers il faut attendre le développement de nouveaux bourgeons, retarder l'époque de l'éclosion des vers à soie, et sacrifier même ceux qui sont nouvellement éclos, afin que la nouvelle feuille puisse se développer avant l'époque de la grande consommation.

Les vents secs hâtent d'autant plus la dessiccation de la terre qu'ils sont plus rapides. Après quelques jours de leur règne, le sol se durcit, et cet état prolongé au printemps nuit beaucoup à la croissance des plantes. Le blé reste bas et ne talle pas; les prairies fournissent peu de foin, et s'il ne sur-

vient un temps chaud qui permette de les arroser; car si le vent sec est en même temps froid, l'irrigation leur profiterait peu. Les vents humides et chauds sont généralement favorables aux plantes et surtout aux fourrages. Cependant on remarque que sous leur influence la fécondation se fait mal, que la fructification est imparfaite et la maturité retardée.

Les vents secs et chauds causent une évaporation très-rapide; l'impression qu'ils font éprouver est encore plus forte, si, comme le *simoun* d'Arabie, ils transportent avec eux du sable échauffé par le soleil ardent du midi.

CHAPITRE X.

Influence des saisons sur la végétation.

Quoiqu'on n'ait jamais essayé de rechercher d'une manière scientifique l'influence que les saisons, selon leurs divers caractères, exercent sur la végétation, on est généralement persuadé qu'il est possible de s'en rendre compte et de l'exprimer; ainsi, dans le langage commun, on dit sans hésiter : Les blés ont manqué parce que le printemps a été trop pluvieux, ou l'été trop froid, etc. Mais en y regardant de plus près, on s'aperçoit qu'il faudrait caractériser cette influence sur chaque végétal en particulier, car tous reçoivent une influence différente des mêmes causes; on est ensuite fort embarrassé pour assigner un caractère général à toute une saison, tel qu'il puisse avoir agi pendant toute sa durée: ainsi, le mois de mars aura été sec et froid; le mois d'avril sec et chaud; le mois de mai humide et froid: quel caractère assignerons-nous à la saison? Prendra-t-on seulement en considération les moyennes de chaleur et d'humidité de trois mois? On pourrait commettre une grave erreur, surtout dans la saison du printemps, où l'augmentation considérable de chaleur en avril pourrait compenser ce qui

manquerait au mois précédent et au mois suivant, et masquer ainsi des alternatives de température qui auraient eu de fâcheux effets ; ainsi encore, d'abondantes pluies en mai feraient paraître humide un printemps dont la plus grande partie aurait été sèche.

Il ne faut pas méconnaître cependant que si les saisons peuvent souvent être qualifiées de variables, elles ont quelquefois un caractère marqué et persistant. Alors elles exercent une influence décisive sur la végétation, et, en effet, si profitant des observations que Duhamel joignait chaque année aux *Mémoires de l'Académie des Sciences*, nous y choisissons les années dont quelques saisons présentent un caractère bien tranché, nous y trouvons les résultats suivants, quant à la récolte de blé :

PRINTEMPS FROIDS ET HUMIDES.

1748, 1751, 1756.	Peu de grain et de paille.

PRINTEMPS FROIDS ET SECS.

1749, 1752, 1753, 1754, 1758, 1763, 1764.	Récolte généralement bonne, beau grain, peu de paille, quelques accidents de rouille.

PRINTEMPS SECS ET CHAUDS.

1750.	Mauvaise récolte

PRINTEMPS SECS ET TEMPÉRÉS.

1762.	Très-bonne récolte.

Si les froments d'hiver enracinés avant le printemps reçoivent une influence marquée du caractère de cette saison, il n'en est pas de même des autres plantes ; de l'avoine, par exemple, semée au printemps, et des blés de mars. Leur réussite dépend en grande partie, non de l'ensemble de la saison, mais de l'état de l'atmosphère et du terrain au moment des semailles et de leur bonne sortie de terre. Cependant les printemps constamment froids et humides leur sont très-contraires, mais les printemps froids et secs ne font

souvent que les retarder ; et si les pluies arrivent encore à temps, on peut avoir une bonne récolte.

Les printemps froids et humides ne favorisent pas la croissance des foins, mais quelquefois l'herbe est épaisse et compense ce qui lui manque en hauteur. Si la terre a été bien humectée en hiver, les printemps chauds et secs leur conviennent parfaitement; mais c'est avec les printemps chauds et humides que l'on obtient les meilleures récoltes d'herbes.

Les étés constamment pluvieux retardent la moisson (1845), l'empêchent quelquefois (1816), font germer le blé dans les gerbes et moisir les pailles. Les grains donnent de mauvaise farine, et les animaux qui consomment les pailles sont sujets à des épizooties.

Les étés froids et humides contrarient la maturité du raisin et en rendent la récolte médiocre en qualité et en quantité.

Mais en voulant établir de telles généralités, nous trouvons tant d'exceptions que nous sommes obligé d'avouer qu'elles ne pourraient conduire à aucun résultat sérieux, à cause du petit nombre d'années où les saisons entières revêtent un caractère aussi marqué. Ce qui est surtout important, c'est l'observation de l'état de la terre aux différentes époques de la végétation et celle des époques où surviennent les intempéries. Ainsi, qu'un printemps sec suive un hiver abondant en neiges et en pluies, la terre sera longtemps dans un état d'humidité suffisant pour fournir aux besoins de la végétation : au lieu donc d'attribuer les effets produits sur les plantes à un printemps sec, nous aurions une plus sûre indication dans la quantité d'eau qui reste unie à la terre sept ou huit jours après chaque pluie, comme nous l'avons enseigné dans l'agrologie. Au lieu de rechercher la température moyenne de la saison, il nous serait bien plus utile de signaler les gelées tardives et les retours de froid dans le mois de mai. Les évaporations excessives et accidentelles aux approches de la récolte, surtout si elles étaient accompagnées de

brouillards secs, nous feraient mal augurer du résultat; une floraison accompagnée de beau temps nous pronostiquerait une bonne récolte de seigle; si les autres circonstances étaient d'ailleurs favorables, tout l'épi de cette plante fleurissant à la fois, la pluie, pendant cette période de sa végétation, nous ferait craindre une mauvaise récolte; tandis que le froment fleurissant successivement, nous redouterions moins la pluie qui tomberait alors, si elle n'était pas continue. La température peu élevée retarde l'époque de la moisson des céréales; mais comme la moisson se fait en été, la chaleur est presque toujours suffisante pour leur maturation dans les parties centrales de l'Europe. Il n'en est pas de même des plantes qui mûrissent plus tôt : ainsi la plupart des légumes ont besoin d'une fin de printemps chaude et sèche pour que les gousses puissent se former. Le succès de la vigne dépend à la fois d'un temps sec lors de sa floraison, et d'un temps chaud à l'époque qui précède la maturation; il en est de même des arbres à fruits, et en 1845, par exemple, une belle récolte d'olives a donné, en Provence, moins d'huile que l'on ne devait s'y attendre, parce que la température de l'été a été insuffisante pour amener une maturité complète. Les autres fruits de l'arrière-saison ont également manqué de qualité.

Ces détails, que nous pourrions encore étendre, trouveront leur place lorsque nous traiterons de la culture de chaque plante, mais ils nous montrent suffisamment combien il règnerait de vague dans le rapprochement que l'on pourrait faire des résultats agronomiques et du caractère général des saisons. C'était au reste l'opinion de Duhamel lui-même, et nous ne pouvons mieux terminer qu'en citant une lettre de lui où il l'exprime d'une manière formelle (1). Cotte avait

(1) Elle est contenue dans un manuscrit laissé par Cotte à la Société royale et centrale d'agriculture, petit in-4°, relié en parchemin vert, intitulé : *Observations météorologiques, résultats de Duhamel*, CXI. *Voir* p. 197 et suiv.

essayé de faire le dépouillement des observations météorologiques et géorgiques de Duhamel, et d'en tirer des conclusions non-seulement relatives au caractère des saisons, mais aussi à celui des années. Il adressa le modèle de son travail pour l'année 1748 à Macquer; et en lui annonçant qu'il l'avait poursuivi sur les 19 années suivantes, il disait en avoir déduit ces conséquences : 1° l'humidité et le froid ne font tort au blé et au seigle qu'autant que l'humidité facilite la crue des mauvaises herbes ; peut-être l'humidité jointe au froid ont-ils occasionné le charbon que l'on trouvait dans les épis de 1748 : c'est ce qu'il se proposait d'examiner plus tard ; 2° l'humidité jointe au froid ne fait pas de tort aux foins, parce que, si le froid les empêche de s'élever, l'humidité les fait taller, au lieu que l'humidité jointe à la chaleur peut les faire avorter (observation plus que douteuse); 3° l'orge et les plantes légumineuses ne redoutent pas cette espèce de température ; 4° elle ne paraît absolument contraire qu'aux avoines et à la vigne ; 5° les arbres fruitiers n'en souffrent point ; 6° cette température est nuisible aux chenilles et aux autres insectes, excepté aux hannetons, aux abeilles, aux cantharides, et en général aux insectes ailés qui paraissent mieux s'en accommoder que les autres, etc.

Macquer ayant communiqué cette lettre à Duhamel, reçut la réponse suivante : « ..... Le projet de M. Cotte est sans doute bien médité, mais je doute qu'il puisse encore parvenir à établir des règles générales à l'égard, par exemple, de la multiplication des insectes. Il est certain que les années froides ne leur sont pas aussi favorables que les chaudes, mais j'ai vu une immense quantité de chenilles de toute espèce résister deux années de suite à des gelées, à des petites ondées de neige, de grêle et de pluie froide, et la troisième année lorsqu'il y avait une prodigieuse quantité de chenilles, une pluie froide les fit périr subitement, et cela parce qu'elle survint dans le temps qu'elles changeaient de robe. Voilà qui fait une exception bien marquée à la règle générale.

« Par rapport aux grains, quoiqu'on puisse dire en général que les années humides sont favorables aux menus grains qu'on sème en mars, on voit, dans nos observations, des années sèches où la récolte des avoines a été bonne, parce que le peu de pluie qu'on a reçu est tombé dans des circonstances favorables, d'abord pour les faire lever, ensuite pour les faire croître, et enfin pour les faire épier ; des années plus humides n'ont pas été favorables à cette plante, parce que les pluies ne sont pas tombées dans les mêmes circonstances. Ce qui forme encore des exceptions à la règle générale, c'est la nature du terrain. Des pluies abondantes qui gâtent tout dans les terres fortes, font des merveilles dans les terres légères.

« De même, on peut dire en général que les années sèches sont favorables au froment ; cependant il faut de l'eau dans les terres légères ; et dans les années où les froments étaient les plus beaux du monde, j'ai vu la moisson diminuer tout d'un coup d'un quart ou d'un tiers par des brouillards secs qui rouillaient les blés.

« Vous voyez, monsieur, par ce petit nombre d'exemples, combien il se trouve d'exceptions aux règles générales que l'on voudrait établir. Des années qui paraissent promettre beaucoup ont été très-tardives et n'ont pas permis au raisin de mûrir, par suite d'un orage accompagné de grêle qui a refroidi l'air et suspendu toute végétation pendant des temps quelquefois considérables et dans des circonstances où la chaleur aurait été le plus nécessaire, etc. »

Rien de plus raisonnable que l'opinion qu'émet Duhamel dans cette lettre : c'est sans doute moins la température absolue ou la quantité absolue d'eau tombée qui influe sur la végétation et la vie des insectes, que l'époque où se manifestent le froid, le chaud, la pluie, la sécheresse. Nous ne croyons donc pas que l'on puisse appliquer à tous les cas et à toutes les plantes des règles générales, parce qu'on ne peut ni leur donner les mêmes terrains, ni leur fixer une

époque unique de développement, de floraison, de maturation; mais je crois que l'on ne s'éloigne pas beaucoup de la vérité si l'on pose ce principe : les saisons les plus propices sont celles qui présentent une température élevée et une humidité suffisante et constante du terrain pendant le premier développement de la plante; avec une augmentation progressive de chaleur et une diminution progressive d'humidité jusqu'à la maturité, sans jamais atteindre le point qui caractérise l'état de sécheresse du sol, c'est-à-dire sans jamais descendre à la proportion de 10 d'eau pour 100 de terre à la profondeur de $0^m,33$, huit jours après la pluie. Moins la saison s'écarte de cet état normal, plus l'augmentation de chaleur et la diminution d'humidité suivent les progrès des plantes, et plus leurs récoltes sont assurées. On conçoit bien alors comment une saison peut être défavorable, soit par une interversion des proportions de chaleur et d'humidité, soit par une progression hâtive de l'une et de l'autre, et comment les plantes qui ont des époques différentes de développement ne peuvent pas toutes se trouver à la fois dans les circonstances les plus favorables. On comprend que l'expérience qui, à côté de la température annoncée par le thermomètre, détermine dans les différentes périodes de la végétation la quantité d'eau que renferme la terre a l'avantage de faire abstraction de la nature plus ou moins hygroscopique du sol, puisqu'elle donne directement sa proportion d'humidité.

On a suppléé longtemps à cette méthode par l'observation de la hauteur des eaux des fontaines, des puits et des étangs. Dans ses notes météorologiques, Duhamel ne manquait jamais de tenir compte de cette circonstance. En Italie, on y fait grande attention; Costanzia cite un grand nombre de fontaines et de puits, dits *fontane di mal anno* (fontaines de mauvaise année), qui se sèchent ordinairement pendant plusieurs années, puis dans lesquelles l'eau s'accroît graduellement. On croit que les eaux basses annoncent des années

abondantes, et que la crue précède les années de disette. Cet auteur cite des marchands de grain qui spéculaient heureusement sur les pronostics tirés de ces fontaines (1). On assure aussi que l'administration des grains en Toscane réglait ses approvisionnements sur de semblables observations. La hauteur des eaux des fontaines et des puits annonce l'état de sécheresse des couches de terrain, et quand cette saturation s'étend jusqu'à la surface, elle doit être nuisible aux récoltes ; la sécheresse pourrait y nuire aussi à son tour. On conçoit cependant que sur les versants des Alpes et des Apennins l'humidité du printemps doit toujours être suffisante pour l'alimentation des plantes. Mais l'état d'humidité du sol est produit par des années antérieures de pluies abondantes, et ne peut avoir qu'un rapport indirect avec l'avenir. Ainsi, à Lyon, on a jaugé différentes sources qui naissent au pied du plateau de la Bresse, et l'on a trouvé que leur produit était réglé par la quantité de pluie tombée l'année précédente (2). Le pronostic tiré de la hauteur de ces sources serait donc fondé sur la probabilité qu'une année de sécheresse succède à une année de grandes pluies. Il pourrait être souvent en défaut.

(1) *Opuscoli scelti*, t. XII, p. 45.
(2) Terme, *Des eaux potables*, p. 134.

DEUXIÈME PARTIE

CLIMATOLOGIE.

Nous venons d'étudier séparément les divers phénomènes météorologiques dans leur rapport avec l'agriculture; nous devons maintenant chercher quelle est leur répartition à la surface du globe, c'est l'objet de la climatologie. Le climat d'un lieu, c'est l'ensemble des météores qui, par leurs proportions diverses et leur combinaison, impriment à ce lieu un caractère météorologique défini. Quoique l'on puisse affirmer qu'il n'existe peut-être pas deux points du globe qui, eu égard aux causes nombreuses susceptibles de modifier leur chaleur, leur lumière, leur humidité, etc., aient un climat parfaitement semblable; cependant si l'on réunit en groupes ceux qui se ressemblent le plus sous les rapports principaux, on trouvera des analogies puissantes qui l'emporteront de beaucoup sur les dissemblances; ces groupes nous les appellerons *régions météorologiques*. L'influence des météores sur la végétation étant évidente, si nous cherchons quel est le caractère de la végétation de chaque région météorologique, nous trouverons que chaque région est plus ou moins propre à certaines productions, et choisissant alors pour désigner son caractère la production principale qui s'adapte à la région, nous la désignerons par son nom et elle deviendra une *région agricole*.

La climatologie est une des parties les plus instructives et les plus pratiques de la science agricole, celle qui touche de

plus près aux intérêts réciproques des peuples, puisque c'est de la diversité des climats que naît la variété des productions et la nécessité des relations commerciales entre eux. Il y a eu un temps où l'agriculteur pouvait penser que ses ancêtres avaient fait choix des plantes les plus convenables à son climat, et qu'il avait su admettre dans ses cultures toutes celles qui suffisaient à ses besoins; la communication rapide des idées, l'amélioration du mouvement industriel ont dû lui prouver souvent que l'adoption de certaines cultures n'avait eu d'autre motif que des difficultés de transports qui empêchaient de les obtenir par le commerce à des conditions plus favorables que celles auxquelles les rendait le sol lui-même; que, d'un autre côté, il y avait des conquêtes à faire sur d'autres pays, et qu'on pouvait s'approprier avec avantage des produits que l'on en tirait auparavant. C'est à la météorologie qu'il a fallu surtout demander ces enseignements. Le mûrier, enlevé au monopole de l'Orient, puis trouvant en Europe des limites que l'on tente si souvent de franchir, est une preuve de ce qu'on peut obtenir de la connaissance des faits météorologiques bien étudiés. Combien d'autres plantes peuvent encore ainsi changer la situation relative des peuples! Ne voyons-nous pas le Midi déshérité du commerce de l'huile par la prospérité des cultures des plantes oléifères dans le Nord, et ne peut-il pas la reconquérir rapidement en associant à ses oliviers le madia et le sésame? Et aujourd'hui, au milieu de la passion d'émigration et de colonisation qui tourmente le monde, est-il bien prudent de faire d'avance des plans de culture, d'importer la vigne à la nouvelle Vevey, de chercher à cultiver la canne à sucre à Alger, sans s'être assuré du climat qui peut convenir à ces végétaux, et de ceux qu'ils trouveront dans la nouvelle patrie qu'on leur destine? Jamais l'étude de la climatologie n'a eu plus d'importance que de nos jours; sans elle la pratique des assolements manque de sa base la plus essentielle, puisque, ne connaissant qu'imparfaitement la distribution des saisons, nous ne

pouvons comprendre, ni ce que les anciennes pratiques peuvent avoir de défectueux, ni choisir celles qui peuvent les remplacer convenablement.

La composition de l'atmosphère ne différant sur les divers points du globe que par ses éléments accidentels, ce serait par ceux-ci que nous devrions commencer notre étude, si nous ne manquions pas absolument de matériaux comparables; ainsi, jusqu'à ce que la chimie ait rempli cette lacune importante, c'est à la répartition des propriétés physiques de l'atmosphère que nous devons nous borner.

CHAPITRE I.

Répartition du calorique à la surface de la terre.

SECTION I.—*Répartition de la chaleur moyenne.*

Lignes isothermes.

Quoique la connaissance de la chaleur moyenne d'un lieu soit un élément peu important pour la culture, cependant comme c'est celui qui a été le mieux étudié et que d'ailleurs il représente le résultat des pertes et des gains faits par les couches intérieures de la terre, nous ne devons pas le passer sous silence. M. de Humboldt a le premier imaginé de faire passer des lignes sur les différents points du globe qui avaient la même température moyenne, et il leur a donné le nom de lignes isothermes (1). Cette heureuse pensée a conduit les physiciens à mieux étudier l'état des températures extrêmes, et elle a produit des travaux du plus grand intérêt pour la météorologie.

Si l'on trace sur une carte des lignes entre les points qui sont indiqués dans les tableaux de M. de Humboldt et dans

(1) *Mémoires de la Société d'Arcueil*, et 3e vol. de l'ouvrage de M. de Humboldt sur l'Asie.

ceux de Mahlmann (1), on verra que les courbes qui en résulteront ne suivront pas la direction des parallèles de la terre, comme cela devrait être sur un globe dont la surface serait homogène, mais qu'elles s'infléchissent vers le pôle et vers l'équateur. L'Europe est un des points où elles remontent le plus haut; cette partie du monde a donc une température supérieure à celles des autres pays placés sous les mêmes parallèles. A l'extrémité orientale de l'Asie, il y a un autre point de maximum d'élévation des lignes isothermes vers le pôle. Les points les plus bas sont au centre de l'Amérique et de l'Asie. Ainsi, la ligne isotherme de + 10° passe par Erasmus Hall (États-Unis) (40° 37′), Paris (48° 50′), Manheim (49° 27′) et Bude (47° 30); elle est donc remontée de 9 degrés du nord des États-Unis à Manheim; et puis elle est redescendue de 2 degrés de Manheim en Hongrie. Ces inflexions doivent être principalement attribuées à la direction des vents. Celui de sud-ouest, qui est le plus fréquent en Europe, traverse un océan échauffé par sa latitude et par les courants d'une haute température qui partent du golfe du Mexique. Ces vents se refroidissent en arrivant dans l'intérieur du continent, où ils rencontrent d'ailleurs les vents polaires; ceux-ci dominent sur le continent de l'Amérique du nord.

En traçant les lignes isothermes, il faut avoir soin de réduire toutes les températures au niveau de la mer. Alors Santa-Fe-de-Bogota, qui n'a que 15° de température moyenne, mais qui se trouve à une altitude de 1,350 mètres, aurait au niveau de la mer une moyenne de 19°,7; et nous trouverions que cette ville, dont la latitude est de 4°36′, serait placée sur la même ligne isotherme que Funehal (32° 38′) et Messine (38° 11).

(1) Ils sont reproduits dans le traité de Kaemtz, p. 176.

SECTION II. — *Lignes des hivers d'égale intensité (isochimènes).*

Les lignes isothermes font un angle peu ouvert avec les parallèles, parce que la chaleur des étés sur les surfaces absorbantes des continents y compensent le froid des hivers. Il n'en est pas de même si nous considérons les hivers séparément des étés; les lignes que nous tracerons entre les points où l'hiver a la même intensité couperont les parallèles sur un angle très-aigu, du nord-ouest au sud-est, et donneront des hivers d'autant plus rigoureux que l'on avancera sous le même parallèle, de l'ouest à l'est, sur notre continent. Prenons par exemple la ligne des hivers présentant une température moyenne de — 1° à + 1°. Si on la trace sur la carte en réduisant les températures au niveau de la mer, on trouvera qu'elle passe par Uleaborg (Norwége, 60° 19′ de latitude), Berlin (52°31′), Bude (47°30′), Sebastopol (Crimée, 44° 36′,) Pékin (Chine, 39° 54′); descendant ainsi de près de 21 degrés, de la Norwége à la Chine.

Nous avons indiqué de préférence la ligne isochimène de — 1° à + 1°, parce que tous les pays qui sont situés à son nord sont sujets à éprouver des froids de — 25°. Elle est d'ailleurs caractéristique pour la végétation, en ce qu'elle est au nord la limite de la région du hêtre, que le mûrier ne la dépasse pas et que le châtaignier ne l'atteint jamais; un froid de — 20° fit périr ce dernier dans les Cévennes, en 1709; ces deux derniers arbres ne parviennent même à cette limite que pour y vivre sans produire aucune utilité.

Nous avons dit que la rigueur des hivers était caractérisée non-seulement par le degré, mais encore par la fréquence et la durée des gelées; on trouve dans la table qui suit le nombre moyen de jours de gelée dans un grand nombre de lieux de l'Europe.

	Nombre de jours de gelée.	Température de l'hiver.
Saint-Gothard	208	— 0°8
Nijni-Taguilsk (Ourals)	186	—15,5
Saint-Pétersbourg	171	— 8,4
Spyderberg (Norwége)	163	— 3,8
Stockholm	145	— 3,6
Sagan (Silésie)	129	— 2,6
Tegernsée (Bavière)	123	— 1,9
Ratisbonne	113	— 1,4
Munich	109	— 0,4
Prague	99	— 0,4
Copenhague	95	— 0,4
Berlin	95	— 0,8
Bade	90	+ 0,2
Wurzbourg	83	+ 1,6
Manheim	82	+ 1,5
Genève	79	+ 1,2
Erfurth	70	+ 0,6
Bruxelles	69	+ 2,5
Carlsruhe	64	+ 1,1
Paris	58	+ 3,3
Metz	56	+ 0,3
Orange	54	+ 5,0
Middelbourg	52	+ 2,6
Padoue	43	+ 6,0
Alais	43	+ 6,0
La Rochelle	40	+ 4,2
Rome	11	+ 8,1
Marseille	9	+ 7,5

Il est facile de voir par ce tableau que l'intensité de la température hivernale n'est pas toujours en rapport avec le nombre de jours de gelée. Il y a certaines expositions qui sont soumises à des brises descendant des montagnes ; il en est d'autres où l'air est plus constamment pur ; dans les unes et dans les autres on peut avoir de fréquentes gelées qui cependant n'abaissent pas assez la température pour produire des moyennes d'hiver très-fortes. Ainsi nous voyons

qu'Orange, avec une température hivernale de + 5°, a 54 jours de gelée, et que Middelbourg, avec une température de + 2°,6, n'en a que 52. Cela tient d'un côté à la pureté de l'air de la vallée du Rhône, et de l'autre aux brouillards des côtes de l'Océan. Il y a donc un fort rayonnement nocturne à Orange, tandis qu'il est très-faible à Middelbourg. Ces circonstances méritent toute l'attention des cultivateurs, car elles influent beaucoup sur le succès des récoltes et sur le choix des plantes à introduire dans les assolements.

SECTION III.— *Lignes d'été d'égale chaleur (isothères).*

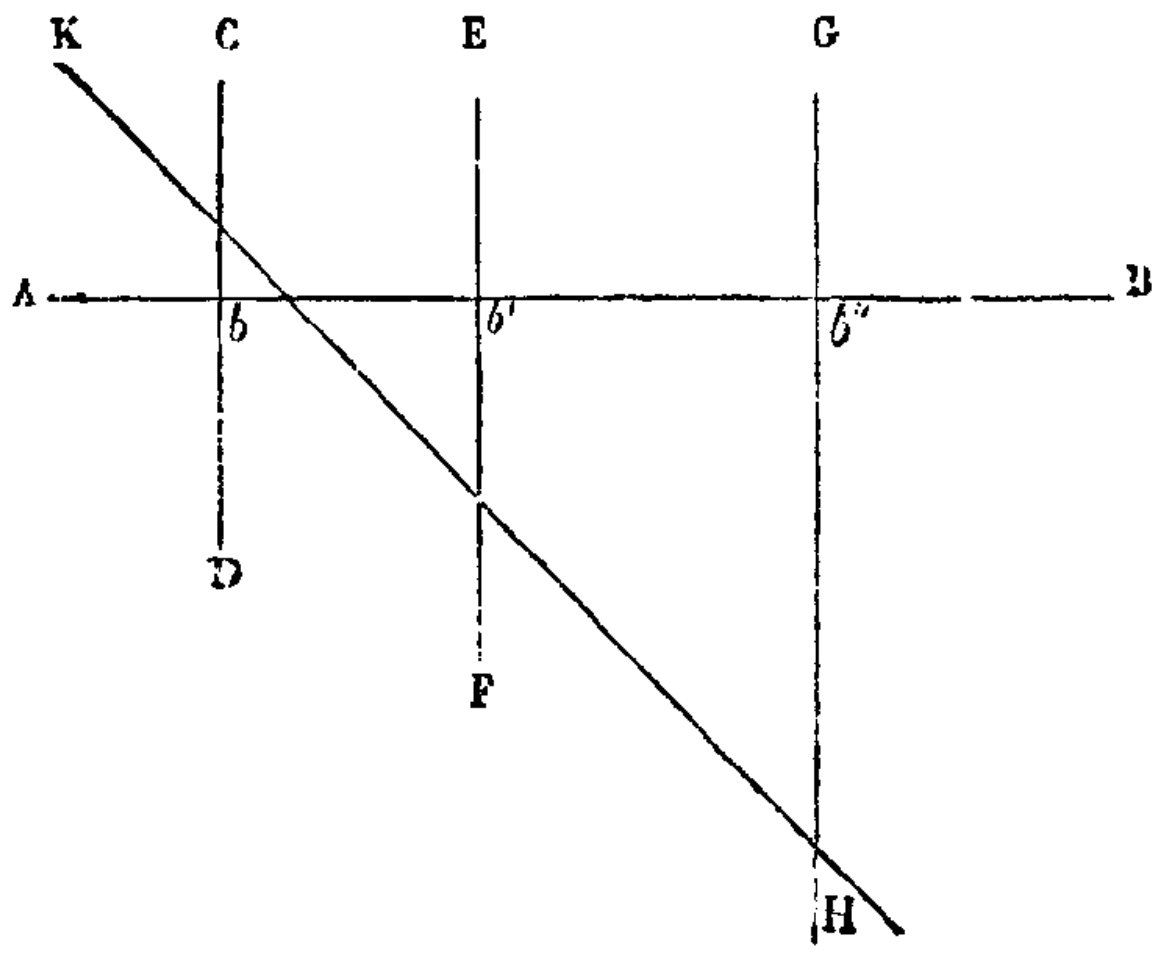
L'inégalité des jours, la direction des vents, l'état de la surface du sol, introduisent une grande complication dans la loi qui règle les lignes d'égale température de l'été que l'on appelle lignes isothères. Le long des côtes occidentales de l'Europe les étés ont une température sensiblement égale, puisqu'elle ne diminue que de deux degrés, de Mafra, près de Lisbonne (+18°,2), à Christiania en Norwège (+16°). Si l'on prenait des températures de l'air au niveau de la mer, la décroissance de chaleur des étés ne serait que de +0°,5 par degré de latitude.

Si nous faisons une première tranche des étés de+17° en séparant, par une ligne droite tirée au pied des montagnes qui forment la vallée de l'Océan au couchant, les côtes de cette mer du reste du continent; si, en partant de cette ligne droite qui va du nord au sud, nous supposons des lignes droites qui lui soient parallèles et qui forment des tranches dirigées dans le sens des méridiens, nous trouverons que la chaleur de l'été augmente dans chacune de ces tranches. Ainsi, la température de l'été est de 24 à 25 degrés à Marseille, à Palerme, à Trieste, à Bologne; de 26 à 27 degrés à Smyrne, à Catane, diminuant aussi dans chaque tranche d'environ 0°,5 par degré de latitude en remontant vers le nord. Cette progression de chaleur des étés

de l'ouest à l'est s'arrête vers le milieu du continent pour remonter ensuite de nouveau vers l'extrémité est de l'Asie.

Ainsi les lignes isothères semblent dépendre surtout de la position des lieux à l'égard des réservoirs de vapeur et de la direction des vents qui rendent l'atmosphère plus ou moins transparente ou opaque, et permettent plus ou moins à la terre d'être échauffée par le soleil. Les lignes isothères CD, EF (*fig.* 7), qui sont presque parallèles aux méridiens, cou-

Fig. 7.



pent à angle droit les lignes isothermes A B, et obliquement les lignes isochimènes K H. Sous la même latitude on rencontrera successivement en A *b* des hivers doux et des étés tempérés ; dans la partie *b b'* des hivers moins doux et des étés plus chauds; dans la partie *b' b''* de rudes hivers et des étés plus chauds encore.

Ainsi, on a pour les lieux suivants :

Villes.	Latitudes.	Températures de l'hiver.	Températures de l'été.	Différences.
La Rochelle	46° 9′	+ 4°,7	+ 19°,2	+ 14°,5
Paris	48 50	+ 2 ,2	+ 22 ,8	+ 20 ,6
Bude	47 29	— 0 ,6	+ 21 ,1	+ 21 ,7
Nicolaïef (Crimée)	46 58	— 3 ,4	+ 21 ,8	+ 25 ,2

La réunion de la chaleur et de l'humidité étant la condition de la végétation, celle-ci étant d'autant plus riche et plus complète que leurs proportions sont mieux gardées, on ne peut établir aucune loi sur la répartition botanique et agricole des végétaux, fondée seulement sur la température des étés. Mais il n'est pas inutile de remarquer déjà que, quand la nature a fourni, ou que l'homme a su se procurer une humidité convenable, la richesse de la végétation a été en raison de la chaleur des étés. Ainsi, jadis la Mésopotamie était renommée par ses produits; aujourd'hui l'Égypte, malgré sa décadence, est encore un des pays les plus fertiles de la terre, la *huerta* de Valence, la Lombardie, les terrains arrosés du midi de la France sont célèbres par la beauté de leurs cultures; dans ces pays, l'humidité a pu se proportionner aux besoins des végétaux que l'on y cultivait. Si la proportion est telle que la plante y trouve toujours les matériaux d'une abondante exhalaison, elle monte en herbe, fructifie mal et difficilement; on cultive alors de préférence les fourrages. Si l'humidité manque dans les couches supérieures pendant une partie de l'été, le pays se couvre d'arbres et d'arbustes; enfin, si elle diminue progressivement, à mesure des progrès de la plante, mais sans s'annuler tout à fait, les plantes annuelles fructifient et mûrissent, et l'on s'adonne à leur culture. La chaleur peut donc augmenter beaucoup et assurer de plus en plus le succès des récoltes: c'est la proportion relative d'humidité qu'il faut maîtriser, selon les besoins de chaque plante. Nous dirons donc que, pour les succès de la culture, le climat est d'autant plus favorable que les étés sont plus chauds, l'humidité du sol étant d'ailleurs suffisante.

CHAPITRE II.

Répartition de la lumière et de la chaleur solaires; étés solaires.

Les jours nébuleux, ceux où le ciel est obscurci, se répartissent sur la surface du globe, selon deux conditions : le voisinage d'un réservoir d'eau et la proximité d'un réfrigérant qui condense les vapeurs et les fait passer de l'état aériforme à l'état vésiculaire. Quand le réservoir des vapeurs est rapproché et qu'on est dans une région chaude, l'air est saturé d'humidité, et les moindres abaissements de température donnent des jours couverts; si les vents soufflent dans une direction venant du réservoir de vapeur, il n'est pas nécessaire qu'il soit très-rapproché pour que l'humidité soit extrême; enfin, si le réfrigérant est très-puissant, comme quand on se trouve dans le voisinage d'une grande chaîne de montagnes, le ciel est souvent couvert par l'effet de l'abaissement de la température, quoique d'abord l'air soit éloigné du point de saturation.

Ceux qui ont étudié les tableaux météorologiques, tels que nous les possédons, savent la difficulté qu'on éprouve à y distinguer les jours véritablement couverts de ceux où le soleil ne se montre que par faibles intervalles, et de ceux où des nuages isolés parcourant le ciel ne cachent la lumière que par moment et lui laissent toute son intensité après leur passage. Les observateurs font ordinairement trois classes de ces différents états du ciel : dans la 1re ils placent les jours absolument clairs; dans la 2e les jours moyens, sans distinguer l'étendue des nuages et la région du ciel qu'ils occupent; enfin dans la 3e les jours couverts. Nous avons cherché, et cela nous a coûté un grand travail, à faire le départ de ces divers éléments; nous n'y sommes parvenus que pour

quelques lieux. Si les chiffres que nous avons obtenus n'ont pas une valeur absolue qui soit irréprochable, nous croyons au moins qu'ils représentent assez bien les rapports qui existent entre les nébulosités des divers pays.

Les observations directes nous manquent pour faire connaître la répartition de la nébulosité hors de l'Europe. Puisse la force avec laquelle nous insistons sur sa nécessité, décider les observateurs à ne plus la négliger! Cependant ce que nous avons dit sur l'évaporation et les vapeurs aqueuses peut nous faire prévoir que sous un même méridien ces vapeurs sont plus abondantes en approchant de l'équateur, mais qu'elles y sont mieux dissoutes, qu'elles sont plus rares vers le pôle, et que c'est sous les latitudes moyennes que leur abondance, jointe à leur dissolution moins complète, rend le ciel plus brumeux, et en lui faisant perdre de sa transparence, abaisse la température solaire. Sous le même parallèle, en Europe, la nébulosité est d'autant plus grande que l'on se rapproche plus de l'ouest où se trouve le réservoir des vapeurs; et d'autant plus faible que l'on avance dans l'intérieur des terres. Ainsi, la ligne d'égale chaleur solaire ne devrait pas s'éloigner beaucoup de la ligne isochimène. La direction des différents courants aériens, selon leur caractère de chaleur et d'humidité propre, devra apporter de nombreuses exceptions à cette loi; il en sera de même du voisinage des grands réfrigérants, les Alpes, les Pyrénées, etc., qui condensent les vapeurs autour de leurs cimes et dans les vallées inférieures, quand elles ne sont pas balayées par les vents.

Pour qu'on puisse se rendre raison de la distribution de la lumière dans les différents lieux, nous avons rangé ces lieux sur trois colonnes, par ordre de latitude : la première comprend ceux qui sont situés sur les côtes occidentales des continents et des îles; la seconde, les pays continentaux, et la troisième, les montagnes élevées.

COTES OCCIDENTALES.			PAYS CONTINENTAUX.			PAYS DE MONTAGNE.		
Latit.		Jours éclairés par le soleil.	Latit.		Jours éclairés par le soleil.	Latit.		Jours éclairés par le soleil.
59° 56′	S.-Pétersbourg.	106	59° 0′	Stockholm.....	140			
59 50	Spyderberg ...	236	56 0	Nijni-Taguilsk...	164			
55 40	Copenhague...	116	55 45	Moscou.....	174			
53 0	Hambourg....	93	52 0	Berlin.....	134			
51 29	Middelbourg..	90	51 0	Sagan.....	123			
			50 58	Erfurth.....	134			
			50 50	Prague.....	126			
			50 50	Bruxelles.....	142			
			49 29	Manheim.....	107			
			49 1	Carlsruhe.....	108			
			49 0	Ratisbonne.....	127			
			48 50	Paris.....	179			
			48 46	Stuttgardt.....	119			
			48 8	Munich.....	108			
			47 29	Bude.....	136	47° 6′	Tegernsée.....	84
			47 4	Bourges.....	135	47 0	Peissenberg...	106
46 9	La Rochelle...	127	46 32	Genève.....	80	46 32	Saint-Gothard.	115
			45 28	Milan.....	205			
			45 26	Padoue.....	187			
			45 26	Vérone.....	235			
			45 11	Grenoble.....	199			
			45 4	Turin.....	205			
			44 29	Bologne.....	169			
			44 25	Bucharest.....	184			
			44 7	Orange.....	223			
			43 46	Florence.....	222			
			43 36	Toulouse.....	90			
			43 17	Marseille.....	201			
38 56	Mafra	127	41 54	Rome.....	193			
38 8	Palerme.....	152	36 47	Alger.....	223			

Si dans ce tableau nous faisons la part des circonstances locales, nous y remarquerons la décroissance du nombre de jours clairs en allant du nord au sud, jusque vers le midi de l'Allemagne ; mais dès que nous avons passé les Alpes, nous arrivons dans une zône éclairée et qui le devient de plus en plus à mesure qu'on s'approche des bords de la Méditerranée. Les pays des côtes occidentales ont toujours moins de jours clairs que les pays continentaux placés au même degré de l'échelle des latitudes ; il en est de même des hautes montagnes. Ainsi, une zône nébuleuse sur la côte occidentale, une autre zône nébuleuse partageant l'Europe de 47° à 52°

de latitude, voilà ce qu'indique ce tableau et ce qui est confirmé par les voyageurs.

Ce partage de la lumière sera rendu encore plus sensible, si nous le considérons dans la saison d'été, nous aurons alors le tableau suivant :

Jours éclairés par le soleil dans la saison de l'été.

CÔTES OCCIDENTALES.		PAYS CONTINENTAUX.		PAYS DE MONTAGNES.	
Pétersbourg . .	32,0	Stockholm	40,6		
Spyderberg . .	67,1	Nijni-Taguilsk. . .	48,0		
Copenhague . .	31,9	Moscou.	56,8		
Hambourg . . .	20,0	Berlin..	46,6		
Middelbourg . .	20,9	Sagan..	33,8		
		Erfurth.	37,5		
La Rochelle . .	34,3	Prague.	35,7	Tegernsée. . .	16,7
Mafra	54,6	Bruxelles.	37,4	Pessenberg. . .	17,9
Palerme. . . .	61,4	Manheim	28,9	Saint-Gothard .	23,1
		Carlsruhe.	37,0		
		Ratisbonne. . . .	31,6		
		Paris.	48,0		
		Stuttgardt.	40,0		
		Munich.	27,3		
		Bade.	42,0		
		Genève.	26,5		
		Milan.	64,4		
		Padoue.	57,3		
		Vérone.	70,9		
		Grenoble. . . .	60,5		
		Turin.	61,7		
		Bologne	55,3		
		Bucharest.	42,0		
		Orange.	60,0		
		Florence.	70,9		
		Marseille.	65,2		
		Rome.	68,0		
		Alger.	70,0		

Si nous prenons la moyenne des jours clairs de l'été dans ces différentes situations, nous trouvons pour les côtes occidentales $31^{j},2$; pour les pays continentaux du nord $39^{j},5$, et

pour ceux du midi 61°,4. Ces nombres indiquent assez la différence climatérique qui existe entre des lieux si différemment éclairés.

Mais la présence ou l'absence dus nuages est loin de nous faire connaître la véritable transparence de l'air. Le soleil ne transmettra pas la même quantité de chaleur pendant toutes les journées que nous appellerons claires. Nous avons déjà vu que la chaleur solaire était plus forte dans les jours clairs (1):

A Orange pendant les mois de février, mars, avril, septembre et octobre;

A Paris, pendant les mois de mars, avril, mai et août;

A Peissenberg, pendant ceux de janvier, avril et juin.

De pareilles différences doivent se trouver entre les climats.

Ainsi d'abord, les physiciens qui ont fait des observations de chaleur solaire sont loin d'avoir pu obtenir à coup sûr les maximums d'effet en choisissant un jour qu'ils regardaient comme un jour clair; ensuite la même différence qui existe entre les saisons doit exister entre les différentes régions. Voyons cependant ce qu'ont produit ces observations faites dans des jours que l'on croyait de même nature.

A Thinivellier (Islande), M. Lottin trouvait, le 21 juin 1836, qu'un thermomètre couvert d'un millimètre de terreau marquait 45° à 2 heures, l'air étant à 14°; la chaleur solaire augmentait donc de 31° la température de la surface de la terre. Un thermomètre appliqué contre un mur de basalte marquait 35°,1, et par conséquent dans cette position la chaleur solaire accumulée était de 21°,5.

Le 4 juillet, le P. Hell obtenait dans l'île de Wardhoë (mer Blanche), d'un thermomètre pendu à l'abri d'un mur, 30°,6, le thermomètre à l'ombre étant à 5°,6. Ainsi la chaleur solaire était de 25 degrés (2).

A Mauheim, trois ans d'observations ne nous donnent pas

(1) Page 80 et 136.
(2) *Ephémérides de Vienne*, 1792.

une différence de plus de 6° entre la chaleur solaire et la chaleur atmosphérique (1).

A Prague, au nord, le 28 février 1785, à 11 heures, le thermomètre marquait :

Au soleil, 18°75; à l'ombre, 5°,38; différence, 13°,37.

Les observations qu'a faites à Toulon, en février 1832 (2), M. Duhamel, sur un thermomètre exposé au soleil, à l'abri du vent, pendant 13 minutes, à midi, nous donnent, pour le maximum de la différence, 17°,3.

Bell trouvait à Anapa, en Circassie, en observant à midi:

Le 24 juillet 1837.		Le 10 août 1837.	
Au soleil.	46°,2	Au soleil.	51°
A l'ombre	18 ,6	A l'ombre.	35,56
Différences. . .	27 ,6		15 ,44 (3)

Dans l'annuaire météorologique de M. Kuppfer pour 1841, nous trouvons les observations des radiations solaires faites à Pétersbourg, à 3 heures, mais seulement pour les jours où le ciel est parfaitement clair. Nous comparerons, dans le tableau suivant, cet état du ciel avec les observations faites à Orange dans les mêmes circonstances :

Moyennes solaires des jours clairs.

	Orange.	Pétersbourg.
Janvier.	16°,7	3°,9
Février	22 ,5	6 ,8
Mars..	22 ,0	10 ,0
Avril..	21 ,0	13 ,8
Mai.	16 ,3	11 ,4
Juin.	16 ,5	14 ,4
Juillet.	18 ,4	13 ,4
Août..	16 ,7	11 ,8
Septembre.	21 ,0	16 ,1
Octobre.	20 ,7	13 ,1
Novembre.	14 ,4	6 ,2
Décembre.	13 ,9	0 ,0
Moyennes annuelles.	18 ,3	10 ,1

(1) *Ephémérides de Manheim.*
(2) *Annales des sciences pour le midi.*
(3) *Voyage en Circassie*, t. I, p. 204.

L'extinction des rayons solaires est proportionnelle à l'épaisseur de l'atmosphère qu'ils ont à traverser et à l'état des vapeurs que l'air renferme.

En admettant, comme nous l'avons dit précédemment, que l'atmosphère absorbe le quart des rayons calorifiques du soleil, l'extinction à Orange sera de 4°,38 pour l'épaisseur atmosphérique, moyenne traversée qui est de 1,59, ou bien elle sera de 2°,89 pour une couche d'air d'une épaisseur égale à 1. Admettons le même chiffre du quart de la chaleur totale à Saint-Pétersbourg pour l'extinction, c'est-à-dire 2°,53 pour l'épaisseur moyenne de 2,74, ou 0°,92 pour une couche d'air d'une épaisseur égale à 1. Alors nous calculerons le tableau suivant contenant pour chaque mois, dans les deux localités, outre l'indication de l'épaisseur atmosphérique et de l'extinction correspondante, la chaleur qu'aurait le soleil au zénith ; cette dernière colonne s'obtient en ajoutant l'extinction à la chaleur observée contenue dans le tableau précédent :

	Orange (1826-43).			Pétersbourg (1841).			
	Epaisseur de la couche atmosphérique traversée à midi.	Extinction de la chaleur solaire.	Chaleur qu'aurait le soleil au zénith.	Epaisseur de la couche atmosphérique traversée à midi	Extinction de la chaleur solaire	Chaleur qu'aurait le soleil au zénith.	Différence d'Orange à Pétersb. Chaleur zénithale.
15 janvier.	2,36	6°,82	23°,52	5,37	4°,94	8°,84	14°,68
15 février.	1,87	5 ,40	27 ,90	3,18	2 ,93	9 ,73	18 ,17
15 mars. .	1,46	4 ,22	26 ,22	2,10	1 ,93	11 ,93	14 ,29
15 avril. .	1,23	3 ,55	24 ,55	1,56	1 ,44	15 ,24	9 ,31
15 mai . .	1,12	3 ,24	19 ,54	1,32	1 ,21	12 ,61	6 ,93
15 juin . .	1,08	3 ,12	19 ,62	1,26	1 ,16	15 ,56	4 ,06
15 juillet .	1,09	3 ,15	21 ,55	1,28	1 ,18	14 ,58	6 ,87
15 août. .	1,16	3 ,35	20 ,05	1,45	1 ,33	13 ,13	6 ,92
15 sept. .	1,32	3 ,81	24 ,81	1,83	1 ,68	17 ,78	7 ,03
15 octobre	1,64	4 ,74	25 ,44	2,67	2 ,47	15 ,57	9 ,87
15 nov.. .	2,16	6 ,24	20 ,64	4,41	4 ,06	10 ,26	10 ,38
15 déc. . .	2,55	7 ,37	21 ,27	6,62	6 ,08	6 ,08	14 ,19
Moyennes.	1,59	4 ,58	22, 88	2, 74	2 ,52	12 ,62	10 ,26

Ce tableau est fort remarquable; nous y voyons d'abord que le chiffre adopté pour l'extinction moyenne, dans l'expé-

rience faite à Orange, celui du quart, pour l'épaisseur d'une atmosphère, est trop faible pour Saint-Pétersbourg; car si l'air avait la même transparence en ce lieu qu'à Orange, la chaleur solaire, réduite au zénith, en ajoutant l'extinction normale à la chaleur observée, devrait être égale dans les deux lieux; or, on voit qu'elle est constamment moindre à Saint-Pétersbourg. Pour ramener les deux chaleurs solaires réduites au zénith à être égales dans les deux lieux, il faudrait admettre à Saint-Pétersbourg une extinction supérieure à la chaleur reçue.

Ces résultats nous font présumer qu'il y aurait de la témérité à vouloir attribuer aux jours clairs de tous les pays et de toutes les saisons un degré égal de translucidité, et que des expériences directes peuvent seules nous apprendre la puissance solaire dans les différents climats. Cependant nous n'avons pu résister à l'envie de rechercher les résultats que produirait ce chiffre hypothétique appliqué au tableau que nous venons de donner des jours clairs des différents pays; nous avons écarté les lieux situés sur de hautes montagnes, dont nous ne connaissons pas bien le pouvoir solaire. Alors considérant que, d'après nos expériences rapportées plus haut, page 136, les jours clairs nous donnent 18°,3 de chaleur solaire; que la moyenne des jours complétement clairs et des jours nuageux sans être couverts nous donne 12°,5, nous avons pensé qu'en assignant en moyenne 15 degrés de chaleur solaire aux jours éclairés par le soleil (clairs moyens), nous aurions un tableau de la chaleur que le soleil ajoute durant l'été à la température atmosphérique de chaque contrée. Ce tableau manquerait d'exactitude pour un grand nombre de lieux, mais il établirait du moins par approximation une échelle de comparaison fort instructive: c'est ce qui nous engage à le mettre sous les yeux de nos lecteurs.

	Chaleur solaire de l'été.		Chaleur solaire de l'été.
Hambourg.	393°,6	Berlin.	758°,0
Middelbourg. . . .	408 ,5	Nijné Taguilsk . .	777 ,2
Munich.	513 ,6	Mafra.	867 ,6
Manheim.	518 ,1	Bologne.	877 ,2
Ratisbonne.	555 ,1	Moscou.	897 ,8
Copenhague	556 ,6	Padoue.	904 ,6
Pétersbourg. . . .	558 ,0	Orange.	941 ,6
La Rochelle	589 ,5	Grenoble.	948 ,4
Prague. , ...	608 ,7	Palerme.	960 ,8
Carlsruhe	626 ,5	Turin.	964 ,9
Bruxelles.	631 ,9	Milan.	1001 ,9
Erfurth.	633 ,3	Marseille	1012 ,9
Stuttgardt	665 ,0	Rome.	1051 ,2
Stockholm	675 ,8	Vérone.	1090 ,9
Bade.	695 ,0	Alger.	1078 ,6
Bucharest	695 ,0	Florence	1090 ,9
Paris.	777 ,2		

Ce tableau exprime bien le passage des pâturages éternellement verts des côtes de l'Océan et des belles récoltes fourragères du centre de l'Allemagne, à l'aridité des campagnes situées au midi des Alpes, lorsque pendant l'été l'irrigation ne vient pas rendre aux champs l'humidité dissipée par la chaleur, et doubler ainsi les produits qu'on obtient naturellement au nord avec un soleil pâle.

CHAPITRE III.

De l'électricité atmosphérique.

En attendant qu'un nombre suffisant d'observations journalières nous apprennent l'équilibre électrique de l'atmosphère dans son état ordinaire, nous ne pouvons guère considérer aujourd'hui que les effets que le fluide électrique produit, lors des ruptures d'équilibre manifestées bruyamment dans les orages, puisqu'ici encore, comme pour beaucoup de météores, on n'a observé que les exceptions.

En étudiant l'histoire des orages dans les monuments que nous présente aujourd'hui la météorologie, nous avons pu en distinguer de deux espèces principales : 1° les uns se forment sur un point donné par une vive évaporation bornée à un espace circonscrit; transportés ensuite par les vents, ils éclatent sur leur passage et finissent par s'épuiser sans s'étendre en tous sens. Ce sont des orages que l'on pourrait appeler *linéaires*. 2° dans l'autre espèce, les nuages électriques, d'abord circonscrits, s'étendent autour d'eux en tous sens et parviennent à couvrir de vastes surfaces, quelquefois toute l'étendue d'un continent et peut-être au delà. Ce sont les orages *rayonnants*. Nous ne pouvons mieux dépeindre leur formation qu'en nous servant des paroles de Kaemtz (1) L'auteur se trouvait sur le Faulhorn, et après avoir parlé des préludes de l'orage, des nuages qui arrivaient poussés par le vent du sud-ouest, il ajoute : « A 7 heures, tout l'ensemble des nuages avait une apparence orageuse; ils s'étendaient uniformément passant par mon zénith, jusqu'à la chaîne qui est entre la Jung-Frau et le Wetterhorn. Les éclairs commencèrent d'abord dans la vallée de Schwitz, et se propagèrent de proche en proche vers l'est. Bientôt il s'établit des éclairs permanents en cinq points de cette masse de nuages, qui s'étendait sans interruption du lac de Genève à Schwitz et Glaris. Sur le soir je vis aussi des éclairs en Allemagne et en France; mais ces derniers étaient trop éloignés pour que je pusse les observer convenablement. Il résulte à mes yeux des observations que je fis pendant plusieurs heures, que l'électricité qui paraissait aux divers points de cette masse de nuages était en communication intime. Pour environ un tiers des éclairs la marche du phénomène était la suivante : l'éclair partait d'abord dans le canton de Vaud et éclairait fortement, comme à l'ordinaire, la couche inférieure; peu de secondes après, souvent presque immédiate-

(1) *Jahrbuch für Chemie.* 1832, t. II, page 22.

ment, on voyait briller, dans le voisinage de Rinderhorn, un second éclair à plusieurs traits rayonnants vers le bas; ensuite il s'en montrait un au-dessus de Berne qui ne faisait qu'éclairer fortement le nuage; puis un trait de feu paraissait par le bas, dans la direction de Lucerne, et il était suivi d'un autre dans la direction de Schwitz. »

Ce que l'auteur a observé par le hasard qui l'avait transporté sur ce bel observatoire dans le moment où l'orage éclata, se passe chaque année et à plusieurs reprises. Nous pourrions donner ici l'analyse d'un grand nombre d'années, mais nous nous contenterons d'une seule pour laquelle nous avons pu réunir le plus d'observations; c'est l'année 1785. Auprès de chaque jour des mois, nous mettons les noms de lieux où les phénomènes électriques, les éclairs et le tonnerre ont été observés.

Orages de 1785.

FÉVRIER.

11. Padoue.

MAR

22. Sagan.

AVRIL.

4. Saint-Ander (Bavière).
15. Moscou.
19. Berlin.
27. Milan.

MAI.

2. Orange.
7. Saint-Ander, Milan.
8. Saint - Ander , Peissenberg , Spyderberg, Moscou, Milan, Orange,
9. Tegernsée, Peissenberg, Bude, Orange.
10. Saint - Ander , Peissenberg , Orange.
15. Milan.
16. Paris.
17. Saint-Ander, Munich, Milan, Orange, Paris.
18. Saint-Ander, Bude.
19. Pétersbourg.
20. Genève.
22. Padoue, Moscou.
24. Padoue.
25. Manheim.
26. Ratisbonne, Sagan, Moscou, Milan.
27. Saint-Ander, Tegernsée, Peissenberg , Genève , Bude , Orange.
28. Padoue.
29. Bude.
31. Padoue

JUIN.

1. Bruxelles, Middelbourg, Moscou.
3. Padoue, Middelbourg.
4. Bruxelles, Padoue.
5. Moscou.
6. Spyderberg.
7. Sagan, Spyderberg.
8. Tegernsée, Paris, Orange.
9. Padoue, Peissenberg, Saint-Ander.
10. Moscou, Bude.
11. Moscou, Stockholm.
12. Berlin, Sagan, Stockholm.
13. Bude, Moscou, Padoue, Peissenberg.
15. Middelbourg.
16. Erfurth, Manheim, Munich, Ratisbonne, Genève, Milan, Orange.
18. Erfurth, Bude, Manheim, Padoue, Milan.
19. Moscou.
22. Berlin.
23. Bude.
24. Pétersbourg.
26. Prague, La Rochelle.
27. Moscou, La Rochelle.
28. Paris, Genève, Peissenberg.
29. Marseille, Genève, Bude, Peissenberg, Tegernsée, Saint-Ander.
30. Genève, Paris, Bruxelles, Middelbourg, Wurzbourg, Peissenberg, Munich, Ratisbonne, Moscou, Bude, Orange.

JUILLET.

1. Saint-Ander, Tegernsée, Peissenberg, Wurzbourg, Erfurth, Middelbourg, La Rochelle.
2. Ratisbonne, Erfurth, Sagan, Berlin, Bude.
3. Padoue, Erfurth, Berlin.
4. Erfurth,
5. Munich, Saint-Ander, Tegernsée, Peissenberg, Manheim, Erfurth, Middelbourg, Paris, Bruxelles, Genève, Milan, Padoue.
6 Padoue, Spyderberg, Milan.
8. Stockholm, Sagan, Milan, Rome.
11. Padoue.
13. Padoue, Milan, Orange, Marseille, Bude, Moscou.
14. Middelbourg, Sagan.
15. Munich, Saint-Ander, Tegernsée, Peissenberg, Middelbourg, Paris, Bruxelles, Moscou.
16. Berlin, Bude, Padoue, Milan.
17. Moscou.
18. Munich.
19. Peissenberg, Erfurth, Wurzbourg, Manheim, Middelbourg, Bruxelles, Paris, Sagan, Moscou.
20. Ratisbonne, Munich, Saint-Ander, Tegernsée, Peissenberg, Berlin, Genève, Marseille, Orange, Padoue.
21. Munich, Middelbourg, Berlin, Paris, Padoue, Milan, Marseille.
22. Stockholm, Moscou, Tegernsée, Peissenberg, Paris, La Rochelle, Genève, Milan.
23. Prague.
24. Pétersbourg.
26. Middelbourg, La Rochelle, Pétersbourg.
27. Munich, Saint-Ander, Peissenberg, Manheim, Wurzbourg, Erfurth.

28. Saint-Gothard, Peissenberg, Spyderberg, Bude, Sagan, Milan.
29. Bude.

AOUT.

1. Spyderberg, La Rochelle, Berlin.
2. Ratisbonne, Munich, Saint-Ander, Saint-Gothard, Tegernsée, Peissenberg, La Rochelle.
3. Munich, Saint-Ander, Middelbourg, Paris, La Rochelle, Manheim, Erfurth.
4. Saint-Gothard, Bruxelles, Paris, Middelbourg, Manheim, Wurzbourg, Erfurth, Prague, Sagan, Berlin.
5. Ratisbonne, Munich, Saint-Ander, Peissenberg, Middelbourg, Bruxelles, Wurzbourg, Berlin.
6. Munich, Saint-Ander, Peissenberg, Berlin, Padoue.
7. Munich, Saint-Ander, Peissenberg, Padoue, Orange.
8. Padoue.
9. Padoue, Milan, Berlin.
10. Ratisbonne, Manheim, Prague, Bude.
11. Stockholm.
12. Moscou.
13. Orange, Milan, Padoue, Saint-Gothard, Manheim, Berlin.
14. Padoue, Milan, Middelbourg, Sagan.
15. Moscou, Manheim.
17. Saint-Ander, Peissenberg, Middelbourg, Manheim.
18. Spyderberg.
19. Moscou.
20. Padoue.
21. Padoue, Genève.
22. Stockholm, Saint-Gothard.
23. Spyderberg, Sagan, Berlin.
24. Sagan.
25. Munich, Saint-Ander, Tegernsée, Saint-Gothard, Pétersbourg, Prague, Bruxelles, Paris, Genève.
26. Ratisbonne, Peissenberg, Bude, Padoue.
27. Saint-Gothard, Padoue.
29. Moscou.
31. Munich, Saint-Ander, Tegernsée, Peissenberg, Saint-Gothard.

SEPTEMBRE.

1. Bruxelles, Middelbourg, Manheim, Ratisbonne, Munich, Tegernsée, Peissenberg, Bude.
2. Sagan.
3. Bruxelles, Padoue.
4. Manheim.
8. Marseille, Middelbourg.
9. Manheim, Genève, Orange, Saint-Gothard, Padoue.
10. Berlin, Sagan, Erfurth, Munich, Saint-Ander, Tegernsée, Peissenberg, Saint-Gothard, Padoue.
11. Erfurth, Paris, Orange.
12. Bude, Sagan, Milan.
14. Sagan, La Rochelle.
15. Marseille, La Rochelle.
16. Bruxelles, Erfurth, Berlin, Saint-Ander.
19. Sagan.
21. Genève, St-Gothard, Orange.
22. Middelbourg, Peissenberg, Padoue.
24. Paris.
27 Sagan, Erfurth, Middelbourg, Padoue.

26. Sagan, Berlin, Tegernsée.
27. Pétersbourg.
29. La Rochelle.

OCTOBRE.

1. La Rochelle, Orange.
2. La Rochelle, Orange.
3. Genève, Padoue.
4. La Rochelle, Paris.
5. Marseille.
6. La Rochelle.
7. Bruxelles, Marseille, Rome.
9. Rome, La Rochelle.
10. Rome, La Rochelle.
12. Bruxelles, Middelbourg.
13. Sagan, Berlin.
19. Rome.
25. Middelbourg.
27. Rome.

NOVEMBRE.

2. Ratisbonne, La Rochelle, Orange.
6. La Rochelle, Rome.
12. Rome.
28. Middelbourg, Rome.

DÉCEMBRE.

1. Rome.
4. La Rochelle.
13. La Rochelle.
18. Rome.

Nous avons cité un passage d'un mémoire de M. Boussingault (1), où il affirme que sous la zone équinoxiale, pendant l'année entière, tous les jours et peut-être à tous les instants, il se fait dans l'atmosphère une série continuelle de décharges électriques. On conçoit que dans cette zone l'évaporation des différents réservoirs d'eau fournit un courant ascendant de vapeurs qui emportent avec elles des doses différentes d'électricité, et constituent un défaut habituel d'équilibre dans l'atmosphère. C'est ce qui se passe aussi dans la zone tempérée pendant la saison chaude. A partir du commencement de mai, nous trouvons à peine un jour dans notre Europe occidentale qui ne soit signalé par des coups de tonnerre et des éclairs qui annoncent ce défaut d'équilibre électrique entre les diverses masses de vapeurs. C'est un échange continuel d'électricité entre les nuages et entre ceux-ci et la terre. Les répulsions et les attractions de ces masses doivent avoir une grande influence sur l'état de l'atmosphère, et la rendre tout autre qu'elle ne serait si elle n'était soumise qu'à l'action de la pesanteur, du calorique et de l'humidité.

(1) Voir t. I, p. 128.

Il n'est pas moins curieux d'observer la marche que suivent ces orages dans leur formation. Si nous examinons le tableau ci-dessus, nous trouverons que les signes électriques se manifestent plusieurs jours de suite dans des lieux isolés et éloignés les uns des autres ; que leur sphère d'activité s'étend, et qu'enfin il arrive un moment où elle embrasse presque toute l'Europe. Plus tard, les signes électriques se localisent de nouveau, jusqu'à une nouvelle invasion générale, qui, dans la saison chaude, a lieu environ tous les 7 à 8 jours.

C'est à un de ces grands spectacles qu'assistait Kaemtz sur le Faulhorn, le 13 août 1833; ce jour-là, l'orage envahit toute l'Allemagne, au nord des Alpes, et s'étendit jusqu'à Paris; le lendemain la Lombardie y participa ; le midi de la France resta clair et sans apparence électrique, ainsi que l'Italie au sud des Apennins.

Dans le tableau que nous avons donné plus haut, on a vu que certains noms de lieux revenaient plus souvent que d'autres, et qu'ainsi, dans leur formation et leur extension, les orages affectaient de préférence certaines directions, soit que les vents supérieurs qui transportent les nuées aient plus de facilité à les suivre, soit que la disposition des montagnes les y attire. Voici le nombre moyen de jours où se sont manifestées des nuées à réactions électriques, éclairs ou tonnerres, dans différents lieux :

	j.				j.				j.
La Rochelle.	21,0	Paris.....	19,0	St-Gothard	18,0	Milan..	24,0	Stockholm.	9,3
Middelbourg.	21,3	Bruxelles...	16,1	Genève...	19,0	Padoue.	41,9	Pétersbourg	12,4
Cuxhaven...	11,5	Giengen....	21,9	Dijon.....	15,0	Rome..	42,4	Abo.....	10,0
Hambourg...	10,7	Manheim...	20,8	Orange...	12,0	Janina.	45,0	Moscou....	22,4
Copenhague.	2,0	Lunebourg..	20,2	Marseille..	9,5			Kasan.....	9,0
Bergen.....	5,8	Gœttingue.	15,0					Nertschinsk	3,1
Sondmor....	3,9	Stuttgart...	20,6					Irkutsk....	8,5
Spitzberg....	7,7	Carlsrnhe..	25,0						
		Augsbourg.	22,3						
		Munich....	22,7						
		Peissenberg.	23,0						
		Tegernsée...	23,2						
		Ratisbonne.	16,9						
		Erfurth....	14,1						
		Berlin.....	17,5						
		Sagan.....	29,3						
		Prague.....	17,7						
		Bude.....	28,0						

Nous voyons dans ce tableau les côtes occidentales présenter un nombre d'orages qui paraît décroître avec la latitude, sauf les influences locales; dans la seconde colonne, qui contient l'Europe centrale, le maximum des orages a lieu dans la vallée de Danube et à Sagan, qui est à la tête de celle de l'Oder; c'est cette partie de l'Europe, qui est déjà signalée comme la plus nébuleuse, qui est aussi la plus orageuse, et cela doit être, puisque la présence des nuages est une condition de la formation d'un orage; c'est vers le sud-est de l'Europe que la fréquence des orages augmente d'une manière bien marquée; Padoue, Rome et Janina ont une quantité d'orages double de celle du reste de l'Europe ; au contraire, dans le nord-est, si l'on en excepte Moscou, les orages sont peu nombreux.

Nous avons indiqué l'immense influence des orages (1) pour préparer, au sein de l'atmosphère, les composés d'azote qui rendent à la terre la fécondité qu'elle a perdue. On ne peut apprécier cet effet par la fréquence seule des orages; il faudrait aussi constater la quantité de pluie tombée pendant leur durée, et les produits azotés qu'elles fournissent. Ces résultats compliqueraient, mais rendraient bien intéressante la tâche des météorologistes. Ils doivent se dire constamment que la science est au berceau, et qu'elle est appelée par la suite à résoudre les questions les plus difficiles de la physique du globe et de l'économie rurale. C'est à eux que nous faisons appel ; ils seront éminemment utiles à notre agriculture, s'ils veulent bien rechercher à l'avenir la quantité d'azote que renferment les eaux des pluies orageuses. Il suffira d'aciduler l'eau de pluie avec l'acide sulfurique, et d'évaporer; l'on aura un résidu que l'on dosera par les moyens indiqués (2). Si l'on ne veut pas faire plusieurs opérations, il suffira de tenir en réserve l'eau après l'avoir acidulée, et de réunir à la fin de la saison toutes les eaux de

(1) Voir t. I, p. 126.
(2) T. I, p. 45.

pluie, pour analyser leur résidu en une seule fois. Si ces expériences étaient tentées sur un grand nombre de points, on connaîtrait bientôt la répartition de la dose de fertilité que les orages produisent.

Les orages éclatent peu en hiver; on commence à en voir quelques-uns en mars, à Rome, à Padoue, à La Rochelle; en avril, ils s'étendent vers le centre de l'Allemagne; en mai, ils pénètrent vers Stockholm et Pétersbourg; ils finissent en août à Pétersbourg, en septembre au centre de l'Allemagne, en octobre sur les côtes de l'Océan, en décembre en Italie.

CHAPITRE IV.

Des vents.

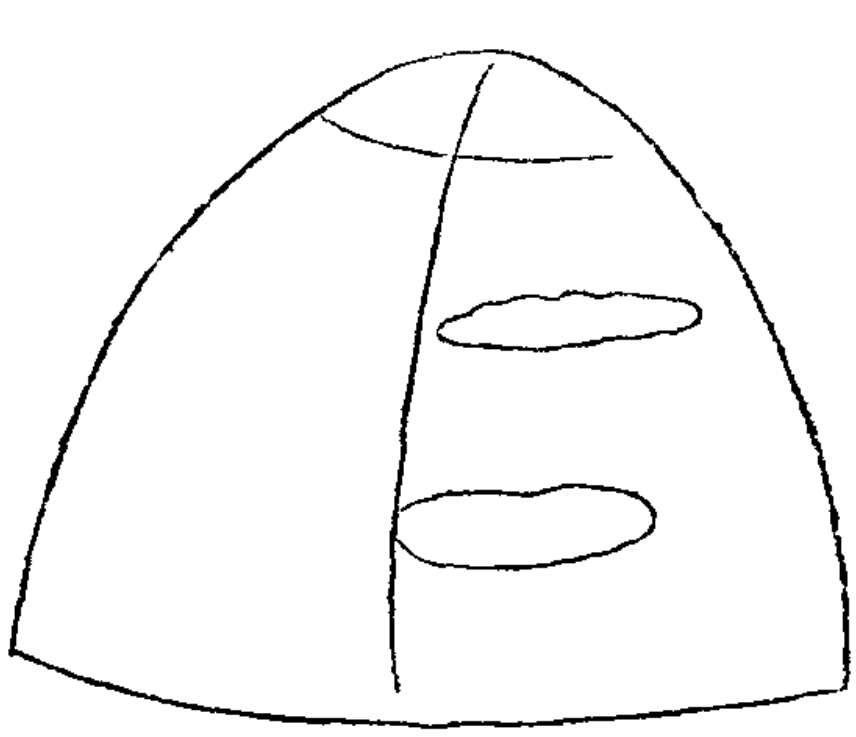
SECTION I. — *Direction générale des vents.*

Les vents sont les grands modificateurs des climats; ils en changent la température, leur apportent la pluie ou la sécheresse. Le temps n'est pas encore venu où du dépouillement des journaux des voyageurs et des nombreuses observations faites sur un grand nombre de points, on pourra tirer des données assez exactes pour tracer leur marche sur la surface du globe. La discussion de ce que nous en possédons nous mènerait même beaucoup trop loin, et nous nous bornerons à examiner ce qui se passe autour de nous en Europe et dans les contrées voisines. Cette étude servira plus tard de jalon pour aller plus avant et pour démêler les causes des nombreuses anomalies que présente la distribution des vents.

Rappelons d'abord leur cause la plus générale. L'air échauffé se dilate, perd de sa pesanteur spécifique et s'élève, Il est remplacé par une égale quantité d'air plus froid qui afflue des points où n'agit pas le foyer de chaleur. A la surface de la terre, la région équinoxiale recevant perpendiculairement les rayons du soleil et acquérant une température supérieure à celle des régions tempérées et polaires, l'air de

cette région a un mouvement ascendant qui produit un vide immédiatement rempli par un courant d'air venant des régions plus froides ; et le courant chaud, après s'être élevé, se dirige vers celles-ci pour y remplacer l'air froid qui a été déplacé. Ainsi, deux courants, l'un froid, inférieur, des pôles vers l'équateur ; un chaud, supérieur, de l'équateur aux pôles ; telle est la plus simple expression de ce phénomène tel qu'il devrait se passer, si la surface de la terre était homogène et uniforme. Ceci posé, voyons ce qui arrivera avec la situation relative des terres et des continents telle qu'elle constitue notre hémisphère. Examinons ce qui se passe dans les deux triangles A et B (*fig.* 8) formés par des

Fig. 8.



méridiens et l'équateur; le premier A comprend l'océan Atlantique, le second B le nord de l'Afrique, la Méditerranée et l'Europe.

Dans ce dernier, le foyer principal de chaleur ne se trouve pas à l'équateur, mais il est formé par le vaste désert de sable, connu sous le nom de *Sahara* et de *désert de Libye*, espace deux fois aussi grand que la Méditerranée et qui s'étend du 15ᵉ au 30ᵉ degré de latitude nord; il s'avance donc jusqu'au tiers de la distance de l'équateur au pôle. En présence de ce foyer se trouve un vaste réfrigérant com-

posé de hautes cimes et de glaciers, les Pyrénées et les Alpes. Ce réfrigérant partage l'Europe, de l'occident à l'orient, par une ligne oblique du 43e au 50e degré de latitude, et se prolonge sous différents noms à travers l'Asie, jusqu'à son extrémité orientale. Ainsi, en Italie, par exemple, ce réfrigérant n'est éloigné que de 15 degrés du foyer de chaleur, et de 15 autres degrés des régions polaires. Il y a donc ici appel énergique de l'air qui repose sur les Alpes et à leur pied, pour venir remplacer l'air qui s'élève du Sahara ; il y a au contraire indifférence, et par conséquent repos, de l'air entre les Alpes et les régions polaires, à cause de l'égalité de chaleur de ces deux parties du continent. Le courant partant des Alpes doit être d'autant plus rapide que les parallèles diminuent toujours de circonférence en approchant des pôles. La masse d'air fournie par un degré de latitude vers les pôles étant beaucoup moins grande que celle qui repose sur une même surface à l'équateur, il faudra que la première s'écoule avec beaucoup plus de vitesse pour remplacer la seconde. Ainsi donc on a : 1° un courant inférieur venant du nord, animé d'une grande vitesse au départ, perdant de son impulsion à mesure qu'il avance et qu'il trouve un plus grand espace pour se développer ; 2° un courant supérieur partant du midi, ayant une petite vitesse à son point de départ, mais se resserrant de plus en plus et acquérant plus de rapidité en avançant. Ce dernier courant se refroidit progressivement en allant vers le nord, et tend par conséquent à s'abaisser sans cesse. Aussi, après avoir traversé les Alpes, arrivant au centre de l'Europe où il trouve un espace dont l'air est sans beaucoup de mouvement propre vers le midi, il descend et l'entraîne dans sa direction.

Quelle est alors cette direction ? Elle est naturellement du sud au nord ; mais en allant vers le pôle, le vent parcourt des latitudes où la vitesse de rotation du globe est toujours de moins en moins grande : il prend donc relativement à la terre une direction qui paraît être celle du sud à l'est ; c'est

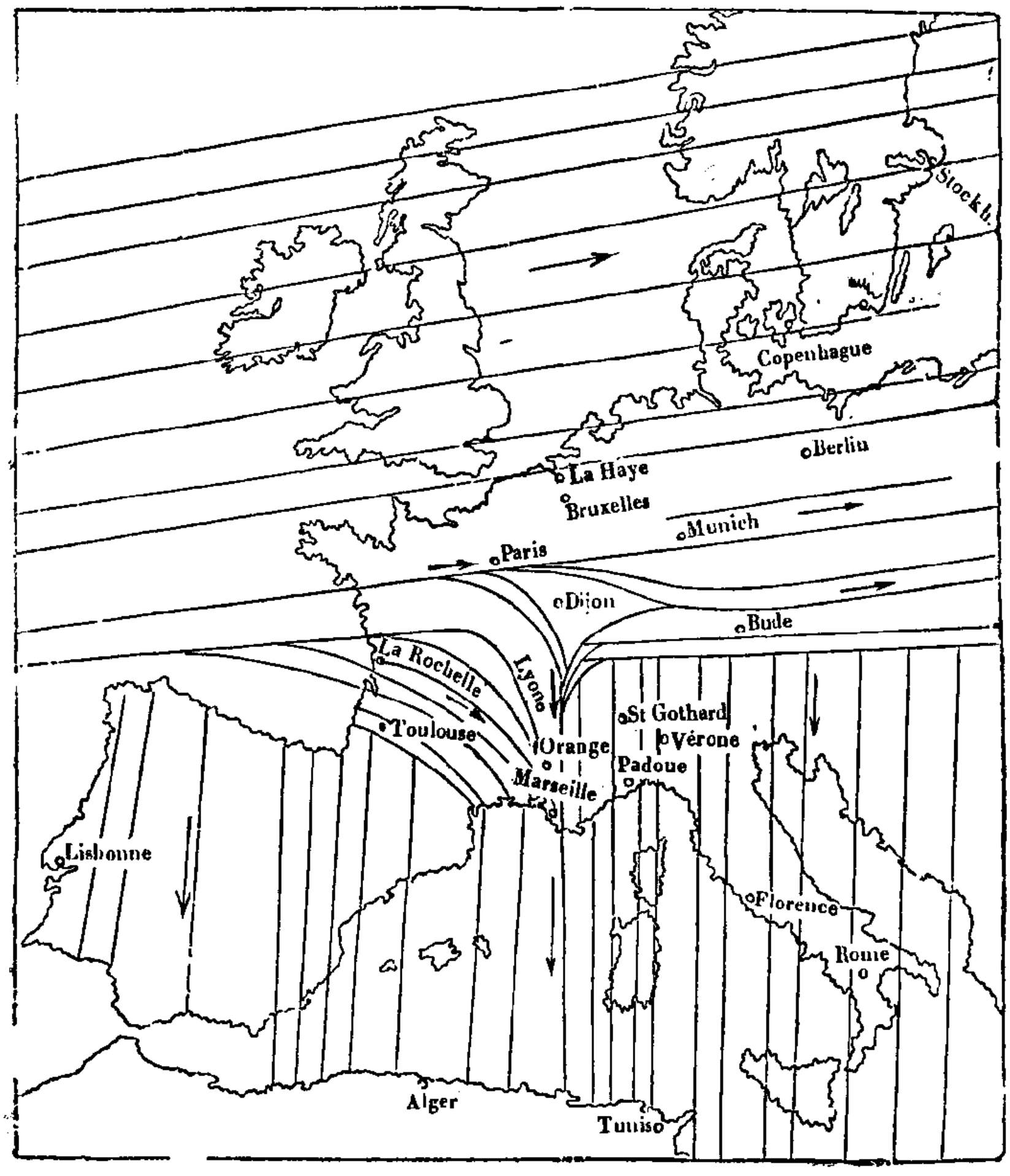
un vent du sud-ouest. Ainsi, la vaste contrée qui s'étend des Alpes au Sahara, et où règnent les vents du nord, étant égale en surface au foyer de chaleur du désert, lui transmet continuellement son air qui est remplacé par l'air chaud d'Afrique, qui, arrivé sur les Alpes, perd sa chaleur et s'abaisse partiellement à leur niveau, mais en partie aussi passe par-dessus et descend sur l'Europe dans la direction du sud-ouest. Il est évident que le vide qui se produit dans la région méditerranéenne ne serait pas comblé si la région moyenne de l'Europe ne lui fournissait pas un fort contingent par une succession de vents du nord plus ou moins fréquents, selon les terrains, et si elle-même ne recevait pas un supplément à sa masse d'air par une autre voie que par celle de ce courant méridional qui s'écoule presque entièrement vers l'est. Pour nous représenter ce qui se passe à cet égard, il faut passer à l'examen de la première tranche, de celle qui se compose du triangle pris sur l'océan Atlantique.

Ici, le foyer est beaucoup plus séparé du réfrigérant; le foyer est moins énergique, car il est situé sur une surface aqueuse qui absorbe beaucoup de chaleur; le réfrigérant est moins puissant, car les glaces polaires sont éloignées et moins étendues sur ce point qu'en face du continent. Le vent du nord part du pôle, règne sur les mers qui l'environnent (Rekiavick a la direction de ses vents à 63°; c'est un vent de nord-est); le vent du sud se refroidit plus rapidement et descend à la surface, vers le 28e degré de latitude, en moyenne, plus près ou plus loin de l'équateur, selon la saison, au lieu du 48 au 50e auquel il se fait sentir sur le continent. La rencontre de ces deux courants constitue une région de vents variables, alternés de calmes et de violents ouragans. En arrivant à la hauteur des côtes de France, le courant se trouve sollicité à incliner vers l'est pour fournir à l'écoulement qui se fait vers l'Afrique; il y participe en donnant à la vallée de la Garonne des vents de nord-ouest, qui sortent dans la Méditerranée vers Narbonne; puis, ayant

dépassé la ligne des Alpes, il trouve tout le centre et le nord de l'Europe où règne déjà le sud-ouest du courant partant du Sahara, et laissant derrière lui un grand vide, soit par le contingent qu'il fournit à l'entretien de l'équilibre sur les Alpes, soit par sa direction qui ne s'étend pas aux parties occidentales du continent: le courant sud de l'Atlantique se précipite donc aussi dans la direction de l'est, devient sud-ouest et fait régner cette direction sur cette vaste contrée.

Telle est l'explication qu'il me semble que l'on peut donner de la marche des vents sur la surface de l'Europe; elle est figurée dans la carte ci-jointe (*fig.* 9). Le tableau qui suit

Fig. 9.



indique la direction moyenne des vents dans tous les lieux par lesquels nous avons pu recueillir des observations. Ceux que nous avons calculés sont marqués d'un N; ceux marqués d'un K ont été calculés par Kaemtz, et sont tirés du t. II de son *Cours*, p. 220.

VENTS DU NORD.

Madère.	K.	20°0′	Rome.	K.	279°0′
Alger.	N.	325 17	Palerme	N.	283 5
Tunis	N.	346 24	Ile de Mann 2		79 46
Le Caire.	K.	9 83	Rekiawich	N.	63 38
Mafra.	N.	8 23	Utrecht.	K.	275 0
Toulouse.	K.	298 0	Middelbourg . . .	N.	395 0
Marseille.	N.	307 40	Cork.	K.	275 0
Orange.	N.	357 42	Penzance.	K.	274 0
Grenoble.	N.	326 2	Manheim.	N.	314 44
Dijon.	N.	66 2	Ander	N.	270 29
Saint-Gothard . .	N.	74 10	Tegernsée	K.	276 0
Milan.	N.	74 12	Halle.	K.	274 0
Vérone.	N.	65 39	Bude.	N.	290 0
Padoue.	N.	0 46	Yakoutsk.	N.	313 13
Bologne	N.	85 47	Zlatoust.	N.	298 23

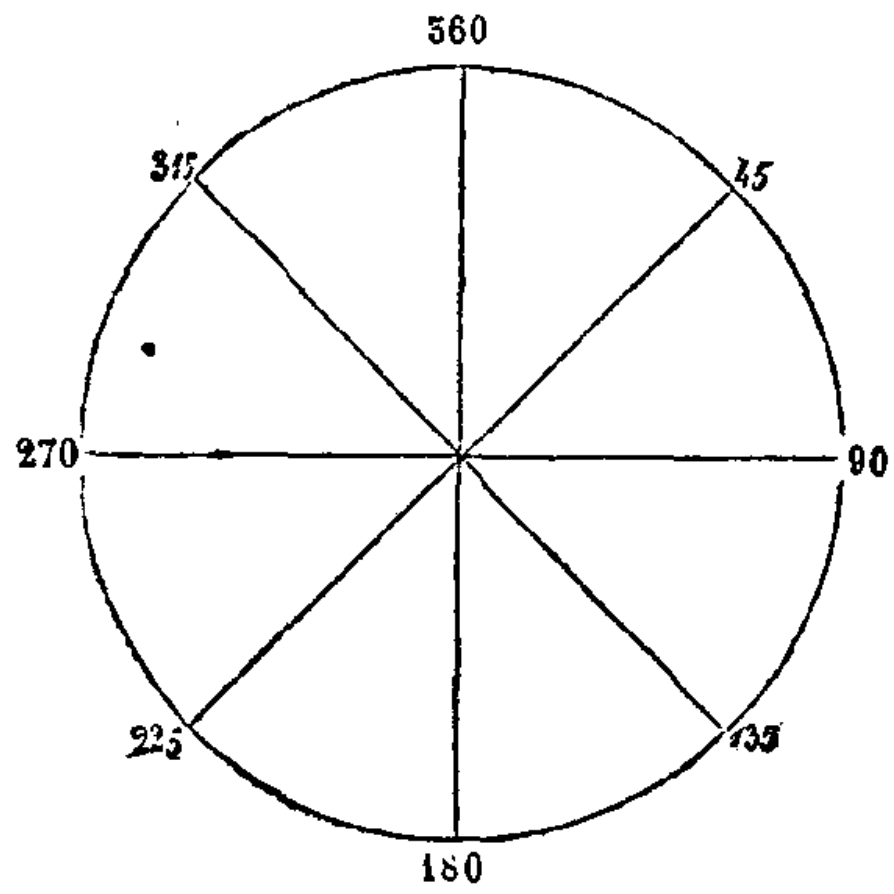
VENTS DU SUD.

Pékin.	N.	222°12′	Copenhague . . .	N.	265°21′
Tobolsk	K.	247 0	Hambourg , . . .	N.	257 29
Barnaoul.	N.	215 25	Lunebourg. . . .	N.	218 31
Catherinebourg. .	N.	250 45	Cuxhaven.	N.	274 1
Moscou.	N.	249 3	Berlin	K.	248 0
Pétersbourg . . .	N.	165 17	Sagan	N.	209 7
Uleaborg.	K.	181 0	Prague.	N.	198 14
Abo	K.	179 0	Erfurth.	K.	258 0
Bergen.	K.	239 0	Voringen.	K.	264 0
Christiansoé . . .	K.	255 0	Stuttgart.	K.	144 0
Skagen.	K.	243 0	Gœttingue	K.	212 0
Viborg.	K.	264 0	Halle.	K.	266 0
Wexio	K.	214 0	Elberfeld.	K.	212 0
Wilna	K.	240 0	Amsterdam. . . ,	K.	241 0
Stockholm	N.	269 14	Gosport.	K.	272 0

Manchester. . . .	K.	222 0	Strasboúrg. . . .	N.	236 18
New-Malton. . . .	K,	262 0	Carlsruhe (Eisenlhor)		244 1
Lancaster.	K.	215 0	Munich.	N.	245 19
Kendal.	K.	249 0	Ander	N.	270 29
Keswick	K.	223 0	Peissenberg . . .	N.	224 27
Londres . .	K.	257 0	Bucharest.	N.	130 2
Bruxelles.	N.	258 5	Turin.	N.	184 5
Paris.	N.	248 21	Florence.	N.	107 24
Denainvilliers. . .	K.	210 0	Naples	N.	248 45
Clermont.	N.	237 19			

La *fig.* 10 indique dans quelle portion de la circonférence se place chacune des directions indiquées.

Fig. 10.



Si au moyen de ce tableau on veut bien indiquer sur la carte d'Europe la direction des vents au moyen de petites flèches placées auprès du nom de chaque lieu, on verra que les vents tout en affectant des déviations plus ou moins fortes, occasionnées par la disposition des lieux, par les contre-courants, et surtout par la puissance des réfrigérants voisins, suivent en général la marche que nous avons indiquée, et qu'ainsi l'Europe se trouve, à leur égard, divisée en deux zones, celle des vents méridionaux (sud-ouest), au nord, et celle des vents septentrionaux (nord-ouest-nord), au midi. La première zone est nébuleuse parce qu'elle reçoit les vents de l'Océan, mais elle est aussi sous une influence calorifique qui modère

la rigueur de ses hivers, et les saisons y ont des températures moins différentes; la seconde zone, lumineuse parce qu'elle reçoit les vents secs et froids du Nord, est aussi pour cette raison moins chaude que ne le comporterait sa latitude, et il existe entre les températures de ses saisons des différences plus tranchées.

Nous devons cependant, au sujet des lieux qui bordent la Méditerranée, expliquer l'anomalie qui en range quelques-uns dans la colonne des vents du sud, quoique le véritable vent dominant y soit celui du nord. Cela tient au retour des brises de mer qui font cesser chaque jour pour quelques heures à Florence, à Naples, et même à Marseille, le vent général qui persiste à peu de distance des côtes. On conçoit alors que si les heures d'observation coïncident le matin et le soir avec le retour des brises, celles-ci emportent la balance, à moins que par des observations faites à d'autres heures ou à de plus courts intervalles on ne fasse disparaître cette cause d'erreur.

SECTION II.—*Distribution des vents selon les saisons.*

Le but spécial de cet ouvrage nous force à nous limiter à un petit nombre d'exceptions qui donneront une idée suffisante des modifications que les saisons font éprouver à la direction des vents. Ainsi nous avons :

		Hiver.	Printemps.	Eté.	Automne.
Pétersbourg. . .	N.	158°37′	105°22′	223°14′	172°10′ (1)
Moscou.	K.	236 0	297 0	312 0	261 0
Hambourg. . . .	N.	235 25	320 51	269 21	236 5
Prague.	N,	238 0	254 0	270 0	251 0
Berlin.	N.	213 0	253 0	277 0	230 0
Paris.	N.	228 0	272 0	272 0	228 0
Orange	N.	354 24	358 53	351 17	358 9
Lyon.	N.	6 2	355 6	353 4	309 56
Turin.	N.	76 43	318 55	207 52	374 6
Naples.	N.	359 9	212 38	212 12	248 7
Madère	K.	6 0	15 0	34	13

(1) Observ. de Kupffer, 183,7 38, 41.

Il y a dans tous ces lieux une tendance des vents à se rapprocher de l'ouest pendant l'été, si l'on en excepte Madère, où les vents tendent alors davantage à l'est. Mais aussi Madère est dans la région de l'alisé, et c'est ce même vent qui devient le sud-ouest en Europe, après s'être réuni aux vents du sud sur les côtes d'Amérique. Cette tendance est déjà marquée au printemps dans la plupart des lieux de la zone des vents du sud-ouest, et même souvent dans celle des vents du nord. En hiver et en automne, toutes les directions se rapprochent du sud dans la région des vents du sud, et du nord dans celle des vents du nord; c'est alors que ces deux zones présentent les plus grandes différences. Ces variations ont lieu plus tôt ou plus tard dans chaque saison, selon la position topographique des lieux.

SECTION III. — *Direction des vents selon les heures de la journée.*

En parlant des brises nous avons déjà fait sentir combien la situation des lieux dans la proximité de réfrigérants puissants avait d'influence sur la direction générale de leurs vents. Prenons pour exemple Marseille, et les observations de M. Silvabelle de 1783 à 1790. On trouve 154° 3′ pour la direction des vents du matin; c'est celle des vents de mer qui envahissent alors la côte, à cause de son refroidissement nocturne comparé à celui de la masse aqueuse. On trouve pour le soir 257° 27′, sous la même influence; tandis que pour la journée, où dominent les vents généraux, qui seuls ont soufflé à quelque distance de la côte et dans toute la Provence, on obtient une direction de 507° 40′, c'est-à-dire que les vents généraux y soufflent du nord, au lieu de souffler du sud-est et du sud-ouest, comme on trouve pour le matin et le soir. Si cependant on fondait ensemble toutes les observations, on trouverait que Marseille présente une direction moyenne de 196° 7′, c'est-à-dire que le vent y souffle du sud-sud-est, tandis que, suivant le sentiment général du

pays et celui des marins, le vent dominant se rapproche du nord-nord-ouest. Et en effet, si l'on tient compte de la force des vents en même temps que de leur direction, les légères brises du sud disparaissent tout-à-fait du tableau, effacées par la violence des vents du nord. Nous n'aurons donc véritablement la direction des vents d'une contrée que quand nous posséderons des tableaux de la force des vents, ou quand nous les observerons dans les lieux qui sont placés hors de l'influence des brises.

On trouverait à vérifier cette remarque dans un grand nombre de cas. Ainsi nous trouvons à Stockholm,

Pour 7 heures du matin.	269°48′
Pour 2 heures après midi. . . .	274 56
Pour 9 heures du soir.	230 54

A Manheim, l'effet est bien plus sensible :

A 7 heures du matin.	24°5′
A 2 heures du soir	254 52
A 9 heures du soir	216 4

A Paris, au contraire, loin de l'influence des réfrigérants, nous avons :

Le matin.	230°11′
Le soir	237 11

Les différences qui se manifestent dans la direction des vents, aux différentes époques de la journée, peuvent avoir une assez grande influence sur la végétation, en diminuant ou en augmentant la fraîcheur des nuits. A Marseille, par exemple, les brises échauffent les matinées en hiver; à Manheim, les vents du nord doivent les refroidir, de même qu'il arrive à l'ouverture de toutes les gorges de montagne. On sent combien l'observation de ces variations locales devient importante quand on veut faire l'application de la météorologie à l'agriculture, et combien il est difficile de juger d'un climat sur des observations tronquées.

SECTION IV. — *Analyse des directions moyennes.*

Nous avons considéré jusqu'à présent les vents dans leur direction moyenne, c'est-à-dire dans la direction qu'ils auraient en se compensant les uns les autres, et en réduisant toutes leurs directions différentes à une direction unique, qui est la résultante des forces qui agissent sur un corps placé dans le lieu de l'observation. Quoique le vent souffle surtout dans cette direction, cependant il affecte aussi presque toutes les directions de la rose des vents. En effet, outre les causes générales qui tiennent à l'existence des grands foyers et des grands réfrigérants géographiques, il y a aussi des causes plus particulières et plus locales. Ainsi des plaines nues et brûlées par le soleil existent dans certains endroits; dans d'autres lieux, on trouve des sinuosités élevées et susceptibles de se charger de neiges; enfin, dans ce grand mouvement de l'atmosphère, il y a des remous fréquents causés par des inégalités dans l'écoulement de l'air, dans la pression latérale qu'éprouvent ses colonnes, dans les brusques changements de température que subissent certains lieux par des chutes de pluies ou de neiges, par un ciel serein ou par un ciel couvert, et qui n'ont pas lieu ou qui n'ont lieu qu'à des degrés différents sur toute la ligne qui participe aux mêmes influences générales. C'est ce qui cause les vents variables qui modifient plus ou moins les mois, les saisons, et qui, en rompant l'uniformité des courants constants, parviennent à agiter l'air dans les différentes directions.

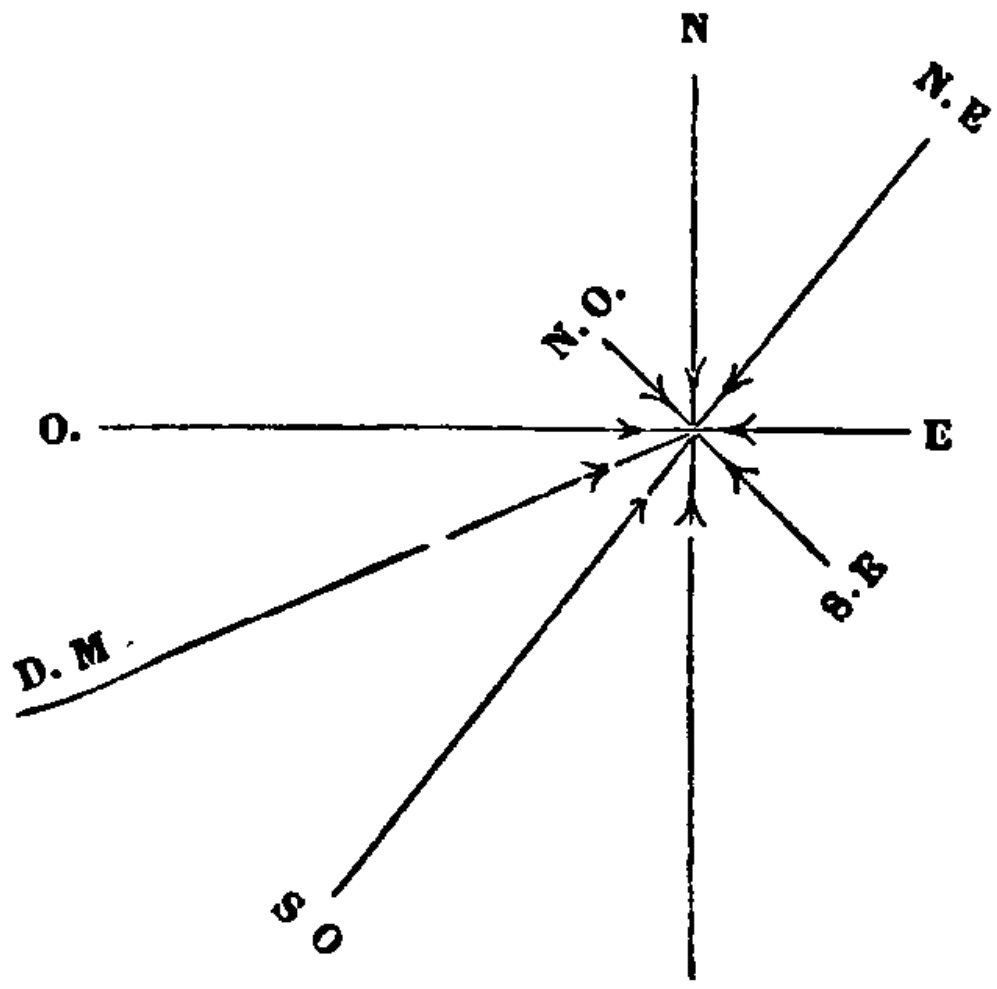
Prenons pour exemple deux lieux choisis dans les deux zones, celle des vents du sud-ouest et celle des vents du nord, Paris et Orange; ils achèveront d'éclaircir ce qui se passe dans la distribution des vents.

A Paris, de 1806 à 1826, les vents ont soufflé, année moyenne, le nombre de fois suivant, dans les différents rumbs de la rose des vents :

Nord	45	Sud.	63
Nord-est.	40	Sud-ouest.	67
Est	23	Ouest, ...	70
Sud-est.	23	Nord-ouest	34

Si nous construisons une figure (*fig.* **11**) dans laquelle

Fig. **11.**



nous donnerons à chacune de ces directions une longueur proportionnelle aux nombres ci-dessus, et à la direction moyenne celle du résultat du calcul de sa force, en supposant celle de tous les vents égale, elle nous représentera l'action générale des vents dans cette ville.

On discerne ici, au peu de longueur des flèches qui indiquent la direction des vents de la bande de l'est, combien ils sont peu fréquents en comparaison de ceux qui soufflent dans la bande opposée, et l'on peut apercevoir à l'œil que la direction moyenne se trouve fixée entre le sud-ouest et l'ouest. Les vents du sud à l'ouest sont ici les vents généraux, les autres ne sont que des vents accidentels amenés par plusieurs causes variables.

Une réfrigération considérable vers les pôles fait verser momentanément une plus grande masse d'air qui vient des

régions du nord, repousse pour quelques jours les vents du sud, jusqu'à ce que l'accumulation de ces vents force l'obstacle, ou que les causes d'augmentation de froid aient cessé. Les vents d'est et de sud-est se manifestent quand la réfrigération supérieure s'est prononcée sur les Alpes ou sur les plateaux de la Bourgogne; et en effet, lors de l'arrivée de ces vents, on ne manque pas d'apprendre des chutes de neige ou de pluie sur ces hauteurs. Mais encore ici comme dans l'autre cas, cette perturbation momentanée dans la marche des vents ne tarde pas à céder à l'influence des vents généraux.

Fig. 12.

A Orange, nous avons les chiffres suivants pour les nombres de jours que soufflent les différents vents par année moyenne :

	jours.
Nord	208,6
Nord-est	3,9
Est.	11,7
Sud-est.	7,6
Sud.	101,0
Sud-ouest. . . .	7,9
Ouest.	12,9
Nord-ouest . . .	11,4

ce qui nous donne la figure 12.

A la vue de cette figure, il est facile de comprendre que la direction moyenne des vents se trouve près du nord; de plus, que la vallée dans laquelle se trouve la ville d'Orange va du nord au sud, puisque les vents se dirigent presque uniquement dans cette direction. L'influence des montagnes des Alpes méridionales et des cou-

rants placés à l'est et au nord-ouest ne peut l'emporter que rarement sur les influences générales qui déterminent les vents du nord ; et quand le vent du sud vient à régner par l'effet de l'abaissement du courant tropical, il affecte aussi la direction qui lui est tracée par les parois de la vallée.

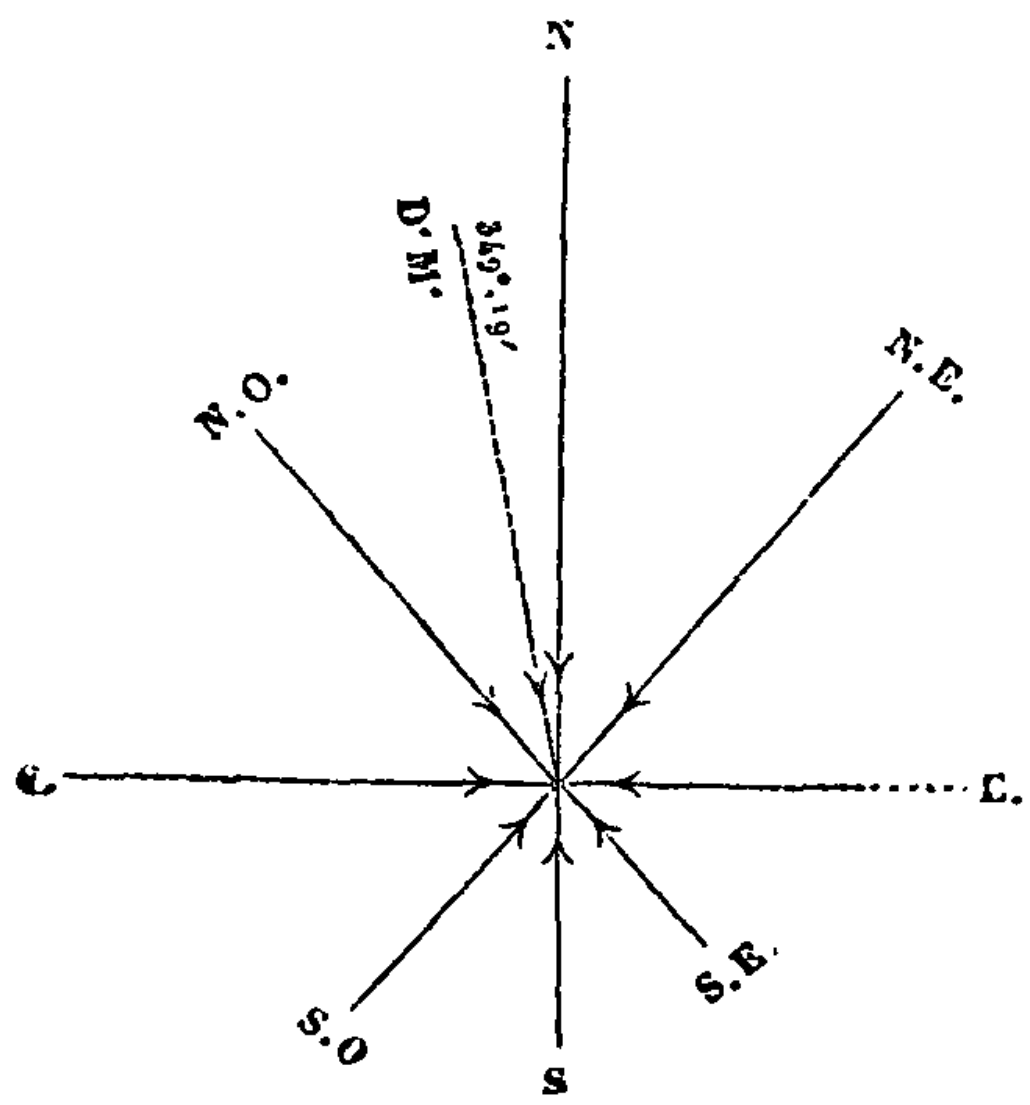
Enfin, si l'on fait la moyenne du nombre de fois que souffle chacun des vents dans les lieux des deux régions nord et sud pour lesquels nous avons des observations, on trouve :

	Pour les régions des vents du nord. jours.	Pour les régions des vents du sud. jours.
Nord.	71,5	31,9
Nord-est. . .	57,7	36,0
Est.	43,6	36,6
Sud-est. . . .	23,8	20,6
Sud	28,4	46,7
Sud-ouest . .	33,7	71,3
Ouest.	55,4	86,3
Nord-ouest. .	51,4	35,6

Si nous construisons les figures de ces deux roses des vents, elles nous représentent à l'œil la marche des vents dans chacune de ces régions.

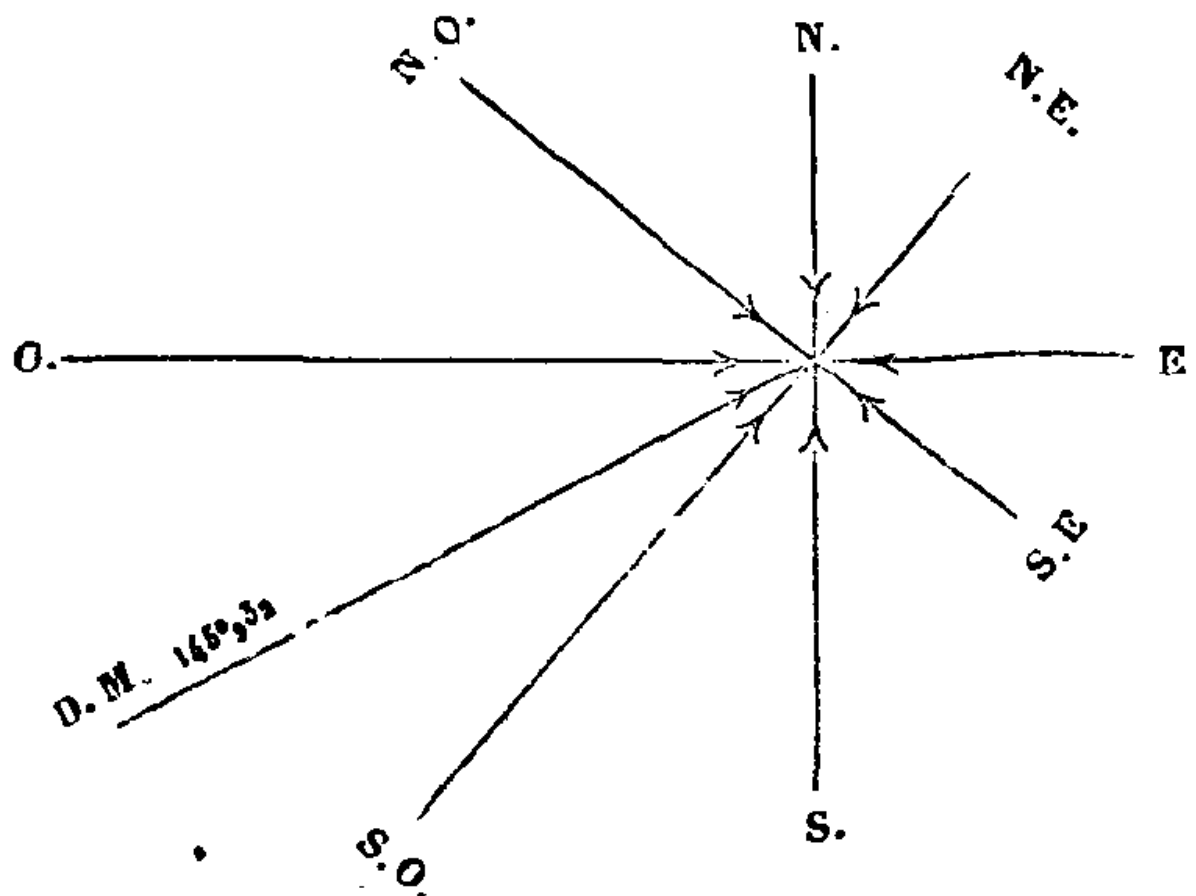
On voit dans la première (*fig.* 13) la prédominance des

Fig. 13.



vents du nord et la direction moyenne (349° 19′) incliner légèrement du nord vers l'ouest, et indiquer par-là l'action du pôle de froid placé au nord de l'Amérique, qui se combine avec celle des réfrigérants humides ; dans la seconde (*fig.* 14), la direction moyenne est entre le sud-ouest et

Fig. 14.



l'ouest, plus rapprochée de ce dernier point (245° 52′), et est due à la rentrée du courant tropical en arrière du réfrigérant des Alpes pour remplir les vides de l'air qui part de ce réfrigérant pour se rendre à l'équateur. Dans l'une et dans l'autre, on remarque le peu de fréquence des vents de sud-est.

SECTION V. — *Force des vents.*

On a peine à croire que, dans ce siècle, où les recherches sur la physique du globe occupent tant de savants et où l'on a attaché tant d'importance à connaître la température moyenne de l'air, celle de l'intérieur de la terre, le poids de l'atmosphère, on n'ait pas encore cherché à obtenir, par des mesures exactes, la vitesse de ces courants d'air qui se déplacent d'une manière si régulière ; à déterminer le lit de ces fleuves aériens qui parcourent la surface de nos conti-

nents. La plupart de nos grands observatoires sont encore dépourvus de tous moyens de constater la force des vents, et si ces vents ne servaient pas aux besoins des hommes, s'ils ne mettaient pas en mouvement nos vaisseaux et nos machines, on serait encore sans idée approximative de leur vitesse. Quelques observateurs ont cependant cherché à définir cette vitesse, en classant les vents en plusieurs degrés de violence, malheureusement leurs résultats ne sont pas comparables entre eux. On a des lambeaux d'expériences faites en plusieurs lieux, qu'il ne faut pas cependant négliger de faire connaître. Ainsi, M. Bueck, dans son livre sur le climat de Hambourg, nous apprend que les vents parcourent moyennement par seconde, à Cuxhaven, les espaces suivants :

	mètr.		mètr.
Nord	6,78	Sud	5,78
Nord-est	6,78	Sud-ouest	6,56
Est	5,58	Ouest	7,41
Sud-est	5,75	Nord-ouest	8,70

La direction moyenne des vents étant de l'ouest (274° 1'), on voit que la plus grande impulsion comme la plus soutenue vient du même point de l'horizon.

A Orange, les deux vents principaux, nord et sud, nous ont donné une vitesse moyenne, le nord de 6m,35, le sud de 1m,22. C'est encore ici le vent dominant qui a le plus de force.

En fait de mesures précises, nous sommes obligé de nous borner à ces deux indications.

Mais l'étude des observations contenues dans les *Éphémérides de Manheim*, où la force des vents est indiquée par des degrés arbitraires, nous a cependant prouvé que leur plus grande force moyenne est toujours dans le sens du vent dominant. Les ouragans ne viennent pas toujours dans cette direction. Ces coups de vents violents qui se font sentir subitement et durent peu partent le plus souvent des réfrigé-

rants locaux ou d'une direction opposée à celle des vents généraux. A Orange, où les vents généraux viennent du nord, le long de la vallée du Rhône, nous avons des ouragans partant du nord-est, de la chaîne des Alpes du Dauphiné et quelquefois du sud. Il semblerait donc que, dans le premier cas, ils seraient le produit d'une violente et subite réfrigération causée par la chute des neiges et de la pluie ; dans le second cas, on ne pourrait les expliquer que par un vide qui se serait formé dans le nord, par l'écoulement trop abondant de la masse d'air vers le midi.

CHAPITRE V.

Distribution des pluies.

Dans les climats naturellement humides, où l'absence de la pluie est le phénomène le plus remarquable, on ne peut concevoir l'importance que les hommes du midi attribuent à la bonne répartition des pluies, à leur arrivée dans les saisons où la terre est desséchée, parce que leur subsistance et leur vie est liée à ce météore qui trompe si souvent les espérances. Plus on avance vers les régions chaudes, et plus on voit croître cette sollicitude des habitants. La sécheresse est encore pour eux le plus grand des fléaux, comme au temps où Dieu en frappait le peuple ingrat de la Judée :

> Les cieux par lui fermés et devenus d'airain,
> Et la terre trois ans sans pluie et sans rosée...

C'était le prodige dont le peuple juif gardait le terrible souvenir. Les liturgies catholiques renferment des prières spéciales pour implorer la pluie, et le peuple en demande souvent la récitation accompagnée de cérémonies et de processions solennelles.

Aussi rien ne caractérise plus un climat que le nombre, la quantité, la distribution de ses pluies entre les saisons.

Il y a déjà longtemps que nous avons traité ce sujet dans un Mémoire qui a été souvent cité par les météorologistes (1), et nous allons essayer, sans entrer dans des détails qui n'appartiennent pas à notre plan, de resserrer dans le cadre qui nous est prescrit tout ce qu'il présente d'essentiel.

Dans les pays équinoxiaux, la saison des pluies est toujours celle où le soleil parcourt la portion du zodiaque qui est placée du même côté de la ligne : alors les vents soufflent du pôle hétéronyme ; puis le soleil passant au côté opposé de l'équateur, les vents du pôle homonyme commencent à souffler et amènent la saison sèche. C'est ce qui constitue la bande équatoriale à pluies d'été. Sur une sphère homogène, cette bande se continuerait sans interruption vers le pôle, seulement les pluies des autres saisons deviendraient de plus en plus fréquentes, et en avançant vers le pôle on aurait enfin une bande à pluies continuelles.

Cette distribution s'explique très-aisément au moyen des principes que nous avons déjà posés. En été, il y a, pour la bande équinoxiale que parcourt le soleil, plus grand échauffement, par conséquent appel d'air plus froid venant non-seulement du pôle homonyme, mais aussi de la bande zodiacale hétéronyme voisine ; cette rencontre de couches d'air à différentes températures et inégalement chargées de vapeurs doit amener nécessairement leur condensation en pluie. En hiver, la bande équinoxiale ne reçoit ses vents que du côté du pôle, et à une température uniforme il n'y a pas cette production de pluie qui résulte du mélange des vents à des températures diverses. Mais dès que l'on arrive au point où les vents du sud se sont abaissés et constituent sur le continent les vents régnants, le mélange qui a lieu toute l'année entre ces vents et ceux qui reposent sur le sol, l'état thermométrique de ce sol plus froid que les vents eux-mêmes, doi-

(1) *Bibliothèque universelle de Genève*, science et arts, 1828.

vent amener la précipitation de l'eau ; cette précipitation est d'autant plus abondante que les vents du sud partent de contrées plus chaudes et plus humides, par conséquent elle est à son maximum en été. Cette distribution est aussi celle de l'Amérique, dont la figure allongée dans le sens du méridien ne cause pas de perturbation locale sensible dans la distribution générale des pluies. De l'équateur en avançant vers le pôle, le maximum des pluies tombe en été ; mais les pluies deviennent d'autant plus fréquentes dans les autres saisons que l'on s'éloigne davantage de l'équateur.

Dans cette progression vers le pôle, nous arrivons à la zone où les vents polaires l'emportent sur les vents du sud. C'est ce qui arrive déjà au nord des Iles-Britanniques et en Islande, comme on peut le voir par les observations faites à l'île de Mann et à Rekiavick; c'est ce que l'on retrouve également au nord de la Sibérie : alors le vent, en se dirigeant vers l'équateur, passe graduellement dans des régions de plus en plus chaudes, et la température de l'air s'éloignant toujours plus de celle de la précipitation de l'humidité, nous rentrons dans un climat sec, relativement aux régions tempérées. Cette sécheresse est d'autant plus grande que l'on se trouve dans la saison de l'été, pendant laquelle le soleil reste constamment sur l'horizon et réchauffe l'air et le sol ; au contraire, pendant l'hiver, en l'absence de soleil, chaque vent méridional qui vient à y souffler, rencontrant une terre privée du soleil et glaciale, y verse de la neige en abondance. Ainsi, sur le méridien de l'Océan Atlantique, on a : 1° une zone à pluie d'été s'étendant jusqu'au point où les vents du sud-ouest deviennent dominant ; 2° une zone à pluie en toute saison ; 3° une zone à pluie d'hiver en approchant du cercle polaire.

Il en est autrement sur le continent européen en raison de sa conformation. Ici nous avons aussi la bande équinoxiale des pluies d'été, mais ensuite du 15° au 30° degré

de latitude, se trouvent les grands déserts de sable qui, par le rayonnement de leur calorique et l'échauffement excessif de la colonne d'air qui s'en enlève, dissolvent toutes les vapeurs et éloignent considérablement l'atmosphère qui repose sur eux du terme de saturation. Ces déserts constituent une bande sans pluie qui, comme nous le verrons, se reproduit ailleurs dans les mêmes circonstances.

Entre cette bande sans pluie constituée par le foyer de chaleur africain et le premier réfrigérant consistant dans la chaîne de montagnes qui traverse l'Europe du sud-est au nord-ouest, que doit-il arriver? Quand les vents du nord y soufflent, comme cela arrive d'habitude, ces vents s'échauffent en avançant, s'éloignent toujours plus du terme de la saturation, et deviennent de plus en plus secs. Quand les vents du sud se présentent, ils n'arrivent pas tout à coup au point de saturation, et ne donnent que peu de pluie à la partie la plus méridionale du continent, surtout en été, où cette région est elle-même fort échauffée.

Seulement, quand le vent du nord vient se mêler au vent du sud, le mélange des deux airs amène une condensation subite, mais passagère. La pluie doit donc être d'autant plus rare dans cette région que l'on se trouve dans une saison plus chaude, et le maximum des pluies doit y tomber en hiver. On a donc ici une bande à pluie d'hiver.

Mais quand on arrive dans la zone des vents du sud-ouest, alors on rentre dans les conditions générales que nous avons décrites plus haut, et le reste du continent reçoit en été le maximum de ses pluies, et il a des pluies en toute saison; enfin vers le cercle polaire, on retrouve la zone à pluie d'hiver déterminée par la prédominance des vents du nord. Ainsi, sous le méridien de l'Europe centrale, on trouve, à partir de l'équateur, 1° une bande équinoxiale

à pluie d'été; 2° une bande sans pluie; 3° une bande à pluie d'hiver (automne et hiver); 4° une bande à pluie en toute saison, mais à maximum de pluie en été (printemps et été); 5° une bande polaire à pluie d'hiver.

Voilà l'ordre qu'une exacte analyse a fait succéder à la confusion que les anomalies nombreuses, produites par les causes les plus compliquées, avaient introduites dans les idées au sujet de la distribution des pluies. En débrouillant ce prétendu chaos, les faits se sont coordonnés, et on a reconnu la marche régulière de cette nature de phénomènes qui ne sont pas dus au hasard, mais qui suivent des lois dont ils ne s'écartent pas au delà de certaines limites.

SECTION I. — *Quantité totale de pluie annuelle.*

Quoique le nombre des observations régulières de pluie ne soit pas encore très-considérable, cependant on peut déjà y démêler quelques-unes des lois qui les régissent, en les groupant d'après leurs différents éléments cosmologiques et topographiques. Nous allons donc chercher : 1° l'influence de la latitude; 2° celle de l'élévation des lieux au-dessus de la mer; celle de leur situation relative par rapport aux vents et aux réfrigérants.

§ I. — Influence de la latitude.

Les localités placées selon l'ordre de leur latitude, en y joignant les quantités de pluies obtenues annuellement, nous donnent les résultats suivants :

Latitude.	Lieux.	Quantité de pluie en millimètres.
3° 0′	Cayenne	334,0
5 5	Christianborg (Guinée)	549,0
7 35	Kandy	1864,9
8 29	Sierra-Leone	2191,0
12 2	Grenade (île de)	2844,9
12 25	Seringapatnam	601,6

Latitudes.	Lieux	Quantité de pluie en millimètres.
18° 35′	Tivoli (Saint-Domingue)	2733,8
18 56	Bombay	2350,0
20 0	Sahara et Égypte	»
22 1	Macao	1746,9
22 33	Calcutta	1928,6
22 54	Rio-Janeiro	1505,0
23 9	La Havane	2320,7
29 57	Nouvelle-Orléans	1270,0
32 27	Madère	757,0
32 46	Charlestown	1210,0
36 47	Tunis	1992,0
39 0	Marietta (Ohio)	1082,3
41 38	New-Bedfort (États-Unis)	1257,8
37° à 43°	Italie, au sud de l'Apennin	846,5
43 à 47	Vallée du Rhône	781,0
45 à 47	Italie, au nord de l'Apennin	1099,2
43 à 47	France septentrionale	690,8
45 à 54	Allemagne	678,0
50 à 56	Angleterre	801,5
55 à 62	Scandinavie	489,9
60	Bergen	2250,4
55 à 60	Russie	386,6

On peut déjà conclure de ce tableau qu'en général les pluies sont d'autant plus abondantes que la latitude est moins élevée. On voit en Asie, en Amérique, comme en Europe, les quantités d'eau diminuer à mesure que l'on s'élève vers les pôles; mais déjà les exceptions qui apparaissent font pressentir que cette influence est loin d'être la seule, et qu'elle se combine avec d'autres causes qui deviennent facilement prépondérantes. Ainsi la sécheresse de Seringapatnam en comparaison des autres localités de l'Inde; les pluies considérables de l'Italie, au nord des Apennins, en les comparant à celles des mêmes latitudes et de latitudes inférieures; les pluies de l'Angleterre qui s'élèvent plus haut que celles de la France septentrionale même, enfin le chiffre extraordinaire de Bergen en Scandinavie, qui rappelle la zône torride, doivent nous porter à examiner les autres conditions qui modifient si puissamment la loi des latitudes.

Mais le tableau suivant rendra encore plus palpable l'existence de ces causes modificatrices. Les côtes de l'ancien continent se prolongent du sud au nord, sous des méridiens peu différents; or elles nous présentent la quantité suivante de pluie :

latitudes.		millimètres.
5° 5′	Christianborg (Guinée)	549,0
8 2	Sierra-Leone	2191,0
32 37	Funchal (Madère)	757,0
38 42	Lisbonne	608,1
44 50	Bordeaux	659,1
46 9	La Rochelle	656,0
47 13	Nantes	1292,0
51 29	Middelbourg	665,5
51 35	Breda	646,6
51 55	Rotterdam	672,5
52 29	Zwanebourg	660,6
53 32	Hambourg	597,0
55 41	Copenhague	468,4
60 24	Bergen	2250,4

Il y a encore évidemment ici des anomalies de situation ; mais si nous partons seulement de Lisbonne et que nous fassions abstraction du terme de Bergen, nous verrons une tendance des pluies à s'accroître du sud au nord, jusqu'en Bretagne, et à décroître ensuite en allant vers le nord ; tendance modifiée par des causes locales qu'il faudra étudier en détail.

§ II. — Influence de l'altitude des lieux.

On avait observé depuis longtemps (1) que des udomètres placés à différentes hauteurs recueillaient des quantités inégales de pluies; il s'en trouvait une quantité moins considérable dans le réservoir le plus élevé. Ces différences peuvent être évaluées de la sorte :

1) Heberden, *Trans. philosoph.*, 1769, p. 350.

	Pour le plus élevé.	Pour le plus bas.
	mill.	mill.
Au mont Brégille, à 200 mètres au-dessus de Besançon	1,0	1,73
A Paris, 28 mètres de différence de hauteur donnent	1,0	1,13
A Copenhague, 32 mètres de différence. . .	1,0	1,27
A Manchester, 25 mètres.	1,0	1,60
A York, 53 mètres	1,0	1,72
A Pavie, 14 mètres	1,0	1,01

D'un autre côté, on avait observé que, selon les saisons, les différences étaient les suivantes :

		mill.	mill.
A York . . .	Hiver	1	1,80
	Printemps.	1	1,81
	Été	1	1,52
	Automne.	1	1,61
A Paris . . .	Hiver	1	1,199
	Printemps	1	1,147
	Été.	1	1,078
	Automne.	1	1,151

La différence entre les quantités de pluie tombées aux stations supérieures et aux stations inférieures est plus grande, comme on voit, en hiver, et plus petite en été ; elle dépend par conséquent de la température.

Il était dès lors probable que la pluie en tombant précipitait et entraînait l'humidité contenue dans les couches inférieures de l'air; mais s'ensuivait-il que la quantité de pluie devait diminuer à mesure qu'on s'élèverait sur les montagnes? Nous n'avons d'observations de pluie que pour une seule hauteur un peu considérable, c'est celle du Saint-Bernard ; or, en les comparant aux observations qui concernent des pays placés à ses pieds, nous trouvons :

	millim.		millim.
Milan.	966,5		
Berne	1138,7	Saint-Bernard . .	1512,9
Genève.	752,7		

Si l'on pouvait résoudre une telle question par un seul

fait, elle serait irrévocablement résolue; mais est-il bien certain que des causes locales n'agissent pas au Saint-Bernard pour augmenter d'une manière particulière les neiges et les pluies dans ce défilé des Alpes?

Un autre exemple nous montre combien il est hasardeux de se confier à une seule comparaison de ce genre. A Catane, 8 années d'observations nous donnent 713 mill.,9 de pluie, et à Nicolosi, situé sur la pente de l'Etna, à 746 mètres au-dessus de Catane, nous avons seulement 708 mill.,0, d'après 28 années d'observations (1811-1839). On conçoit que le problème ne pourrait être résolu que par des résultats obtenus sur des cimes isolées, car si, comme dans les deux cas cités, on se place dans des défilés ou sur des pentes, la disposition des lieux peut changer toutes les conditions de la pluviosité.

Pour attaquer le problème par un autre côté, suivons différentes vallées du bas en haut, et voyons les résultats que nous obtiendrons.

Vallée du Rhône.

	millim.
Arles	610,8
Orange	738,1
Viviers	905,4
Lyon	776,6

Saône.

	millim.
Villefranche	868,9
Berzélaville	844,4
Dijon	617,8
Gray	558,8

Rhône.

	millim.
Genève	752,7
Lausanne	978,1
Vevey	1183,0

Danube.

	millim.
Bude	422,4
Vienne	491,7
Ratisbonne	570,1
Ulm	680,9
Genkingen	1541,2

Pô.

	millim.
Venise	835,3
Padoue	859,5
Bologne	535,7
Parme	799,9
Milan	966,5
Turin	954,2

Rhin.

	millim.
Middelbourg	655,5
Coblentz	553,2
Manheim	571,8
Haguenau	677,0
Strasbourg	680,9
Zurich	870,1
Berne	1138,7

La marche ascendante de la quantité de pluie s'accorde avec celle de l'altitude dans les vallées du Danube, du Rhin, du Pô ; mais elle est interrompue dans celle du Rhône par le chiffre élevé de Viviers, ce qui s'explique facilement pour ceux qui connaissent la position de cette ville dans un vrai défilé où les nuages doivent souffrir une compression ; Mâcon (*Berzélaville*) paraît être le point maximum des pluies, elles vont ensuite en diminuant en remontant la vallée de la Saône : c'est aussi que l'on a dépassé alors la ligne des Alpes et que l'action du réfrigérant devient de moins en moins forte.

§ III. — Influence des circonstances locales sur la quantité de pluie.

En réunissant les lieux où tombent en Europe les plus fortes pluies, celles qui dépassent 1 mètre, nous trouvons:

	millim.
Tolmezzo (États Vénitiens)	2421,9
Bergen.	2250,4
Valleraugue (Gard).	2059,0 (1)
Cercivento (États Vénitiens)	2004,4
Udine	1701,8
Chambéry	1653,5
Saint-Rambert (Ain)	1650,0 (2)
Sacile (États Vénitiens)	1581,3
Genkingen (Forêt-Noire).	1541,2
Mont Saint-Bernard	1512,9
Ivrée.	1470,0 (3)
Marciat (Ain).	1450,0 (4)
Saint-Jean-de-Bruel (Lozère)	1387,2
Camajore (Apennins).	1377,8
Kendal (Angleterre)	1363,7
Gênes	1346,9
St-Étienne-de-Valfrancesque (Lozère).	1328,5
Conegliano (États-Vénitiens)	1291,5
Bourg (Ain)	1171,9 (5)

(1) *Comptes rendus hebdomadaires de l'Académie des Sciences*, t. XXIII, p. 977.

(2, 3, 4, 5) Puvis, *Irrigations*.

	millim.
Brescia	1250,6
Pise	1244,2
Joyeuse (Ardèche)	1240,7
Douvres	1193,5
Tegernsée (Alpes Bavaroises)	1185,0
Aurillac	1150,0 (1)
Berne	1138,7
Spilberg (États Vénitiens)	1117,0
Vicence	1106,0
Pontarlier	1105,1
Trieste.	1067,6
Augsbourg.	1019,3
Lancaster	1007,5

Ce qui nous semble d'abord remarquable dans cette liste, c'est d'y voir un si grand nombre de lieux qui ont ce caractère topographique commun, d'être situés au pied d'une grande chaîne de montagnes opposée à la direction des vents qui viennent du réservoir des vapeurs. Tous les pays situés dans l'entonnoir qui ferme la terre-ferme de Venise sont de ce nombre; ce vaste golfe terrestre est un des lieux les plus pluvieux de l'Europe. Bergen, situé au pied du massif le plus considérable des Alpes scandinaviennes; la plaine de Chambéry, située entre la direction du vent de sud-ouest et le mont Blanc; Genkingen, au fond des gorges de la forêt Noire; différentes localités du département de l'Ain, Bourg, Marciat, Saint-Rambert dont les pluies augmentent en quantité à mesure que ces villes se rapprochent du Jura, auquel elles sont adossées; Saint-Jean de Bruel, Saint-Étienne de Valfrancesque, Joyeuse, au pied méridional des Cévennes; Camajore, Gênes, Pise, dans la même position à l'égard des Apennins, et Brescia à l'égard des Alpes; le Saint-Bernard entouré de toutes parts des glaciers des Hautes-Alpes, donnent un exemple de ce que peut la réfrigération locale.

Ainsi, on peut conclure de ce tableau que deux circon-

(1) Deribier de Chayssac.

stances principales paraissent influer sur la quantité annuelle de pluie :

1° La situation d'un lieu dans une enceinte fermée du coté opposé aux vents humides que les nuages franchissent difficilement, et contre les parois de laquelle ils viennent s'amonceler.

2° Le trajet des vents humides à travers un pays haut et froid où se fait la réfrigération de la vapeur, et où ils sont obligés de suivre une gorge bordée de parois élevées.

Si, après avoir ainsi cherché quels sont les lieux où la pluviosité est la plus forte, nous voulions considérer ce qui se passe quand le vent pluvieux traverse une vaste surface plate, nous aurions le tableau suivant :

	millim.		millim.
La Rochelle . . .	656,0	Laon.	669,1
Tours	565,5	Metz.	748,8
Paris.	564,7	Manheim.	571,8
Auxerre	627,2	Berlin	522,7

On voit dans ce tableau qu'après s'être déchargés immédiatement d'une partie de leur eau, les nuages se refroidissent progressivement, en donnant une quantité de pluie qui va en augmentant, jusqu'à un certain point où les nuages se trouvant épuisés, la quantité d'eau qu'ils fournissent commence à diminuer.

Le même fait se reproduit dans l'intérieur de la Russie, nous trouvons :

	millim.
Upsal.	466,6
Saint-Pétersbourg.	463,4
Zlatousk	404,2
Catherinenburg.	305,0
Yakouskt.	273,0

Si maintenant nous voulons connaître la distribution géographique des pluies, nous trouverons les moyennes suivantes :

	millim.
1° Angleterre à l'ouest.	913,1
2° Angleterre à l'est.	690,0
3° Côtes ouest de l'Europe.	732,2
4° Italie au sud des Apennins et France méridionale. .	846,5
5° Scandinavie.	489,9
6° France septentrionale, Suisse et Allemagne	690,8
7° Russie.	386,6
8° Italie au nord des Apennins.	1099,2

On voit ici que les fortes pluies ont lieu *au sud-ouest et au sud des grandes chaînes de montagnes, qu'elles diminuent d'intensité dans les pays de grandes plaines et d'autant plus que les lieux sont plus éloignés des réservoirs d'humidité.* Les reliefs de montagnes indiquent donc réellement les points pluvieux sur une carte géographique; ces points se trouvent sur leur face sud et sud-ouest.

SECTION II. — *Répartition des pluies selon les saisons.*

La répartition des pluies selon les saisons est un des éléments les plus importants pour la détermination d'un climat agricole.

Le climat sera d'autant plus favorable à la végétation que les pluies tomberont à l'époque de la grande végétation herbacée des plantes; qu'elles s'arrêteront à l'époque de leur maturation, et qu'elles reparaîtront de bonne heure, après l'enlèvement des récoltes, pour favoriser de nouveaux semis.

Dans les climats froids, les neiges de l'hiver seront aussi une condition requise pour le bon succès des récoltes, puisqu'elles les préservent des froids violents et des dégels subits.

Nous trouvons, en Europe, les pluies distribuées de la manière suivante durant les quatre saisons, en séparant toute la surface de cette partie du monde en huit régions différentes :

	HIVER. millim.	PRINTEMPS. millim.	ÉTÉ. millim.	AUTOMNE. millim.
1° Angleterre à l'ouest . . .	233,5	173,0	223,5	283,1
2° Angleterre à l'est.	166,5	145,0	171,3	207,2
3° Côtes de l'ouest de l'Europe	181,0	140,2	171,6	239,4
4° France méridionale, Italie au sud des Apennins. .	214,4	202,6	136,7	292,8
5° Scandinavie	84,6	77,9	181,5	145,9
6° France septentrionale, Allemagne et Suisse. . .	129,5	150,5	228,0	182,8
7° Russie	35,0	65,8	210,1	75,7
8° Italie au nord des Apennins	241,1	247,6	269,4	351,1

Ce qui nous frappe d'abord dans ce tableau, c'est le trait saillant que nous avons mis le premier en lumière dans notre Mémoire sur les pluies (1): la prédominance des pluies d'automne sur les pluies d'été, dans toutes les régions situées sur les bords de la Méditerranée et à l'ouest du continent, jusqu'à la hauteur de l'Angleterre; au nord et à l'ouest de cette bande le maximum des pluies tombe en été.

Ainsi dans la bande des pays à pluies d'automne se trouvent l'Angleterre entière, les côtes de l'ouest du continent jusqu'en Normandie, la France méridionale, l'Italie, la Grèce, l'Asie-Mineure, la Syrie, l'Égypte, la Barbarie, Madère.

La bande des pays à pluies d'été comprend la France septentrionale, l'Allemagne, les côtes de l'Océan à partir de la hauteur de l'Angleterre, l'interposition de cette île entre la direction des vents pluvieux et les Pays Bas, les transformant en pays continentaux.

On voit, en conséquence, que toutes les contrées qui se trouvent au nord du plateau central de l'Europe prolongé des Alpes vers les monts Carpathes, laissant au midi la vallée du Danube, au-dessous de Vienne, constituent une région tout-à-fait distincte de la première.

Si pour concentrer notre attention nous réunissons les

(1) *Bibliothèque universelle de Genève*, 1828.

chiffres des pays compris dans la bande des pluies d'automne et ceux de la bande à pluies d'été, en faisant abstraction de l'Italie au nord des Apennins qui présente un caractère spécial, nous aurons :

	Bande à pluies d'automne. millim.	Bande à pluies d'été. millim.
Année.	795,4	522,5
Hiver.	198,7	83,1
Printemps	165,2	98,1
Eté.	175,9	206,5
Automne.	255,6	134,8
Hiver et automne.	454,3	217,9
Printemps et été	341,1	304,6

De la comparaison de ces chiffres on tire les conséquences suivantes : 1° La quantité totale de pluie qui tombe sur les pays de la bande à pluies automnales est plus forte que celle qui tombe dans la bande à pluies estivales, dans le rapport de 100 à 65. Ce fait s'explique très-bien si l'on observe que dans leur marche les vents pluvieux traversent la bande automnale avant d'atteindre la bande estivale, et que, chargés alors de toute leur humidité, leur condensation, quand elle a lieu, doit produire une quantité d'eau beaucoup plus considérable que quand ils arrivent plus avant sur ce continent, déjà épuisés par la pluie qu'ils ont versée sur ses bords.

2° Nous avons dit que dans la marche régulière des saisons, en supposant la surface de la terre uniforme et homogène, les pluies devaient avoir lieu, comme dans la zone équinoxiale, pendant que le soleil parcourt la partie du zodiaque qui est du même côté de l'équateur, c'est-à-dire de l'équinoxe de printemps à l'équinoxe d'automne. Les pays à pluies d'été suivent cette loi ; tandis que dans la bande automnale le maximum des pluies a lieu de l'équinoxe d'automne à l'équinoxe de printemps. Nous avons montré plus haut la cause de ce phénomène.

L'épuisement des vapeurs causé par les réfrigérants des pays interposés explique la petite quantité de neige qui tombe en Russie; mais c'est un manteau qui, une fois tombé, reste sur la terre et la couvre pendant tout l'hiver. Les premières neiges persistent pendant toute la saison.

SECTION III. — *Répartition des pluies par mois.*

Plus nous particularisons ce qui concerne la distribution des pluies, et moins nous pouvons considérer comme exactes les moyennes prises dans les différentes régions.

Deux causes contribuent à notre incertitude.

1° Chaque localité ne nous présente pas cette longue série d'observations que nous trouvons à Milan, Paris, Londres et Copenhague; un météore aussi variable que la pluie exige une assez grande masse de termes pour pouvoir offrir une moyenne sur laquelle on puisse compter. Ainsi : 1° à Orange, par exemple, nous avons une année qui n'a produit que $457^{mill.},7$ d'eau (1817); tandis qu'une autre (1829) en a produit $1108^{mill.},3$. Ce que nous disons pour la quantité annuelle est bien plus frappant encore pour la quantité mensuelle.

2° On n'a pas observé partout durant la même série d'années; or, nous avons vu que des séries différentes varient entre elles par leurs produits en pluies.

Il faut nécessairement avoir un grand nombre d'années d'observations pour que les moyennes déduites de l'expérience puissent présenter quelque degré de certitude. Ainsi, lorsqu'il arrive une pluie très-abondante comme une *averse*, elle peut influer de manière à fausser toutes les conséquences qu'on est disposé à tirer; on cite, par exemple, l'averse qui tomba le 25 octobre 1822 dans les environs de Genève, et qui produisit 820 millimètres, c'est-à-dire autant de pluie qu'il en tombe à Genève en treize mois et à Paris en dix-huit mois. De tels faits doivent introduire une perturbation com-

plète dans les moyennes, si le nombre des observations n'est pas suffisamment grand.

Plus on comprendra l'importance agricole du genre d'observations que nous conseillons, plus, il faut l'espérer, on les multipliera, et nos successeurs parviendront ainsi à obtenir des résultats exacts qui nous manquent. Il faut se contenter aujourd'hui d'approximations qui tendront chaque année à devenir plus rigoureuses, et ne pas négliger l'instruction qu'elles nous offrent.

Le tableau qui suit indique les approximations que nous obtenons de la combinaison de toutes les observations que nous avons pu rassembler jusqu'à ce jour.

Les chiffres que contient ce tableau démontrent que la quantité de pluie est plus grande durant les saisons chaudes que durant les saisons froides, et que cette quantité augmente à mesure que la latitude diminue. Cependant il y a beaucoup de différences qui ne sont que le résultat de circonstances locales, le plus souvent encore mal définies, mais qui n'en exercent pas moins, sur le nombre et la quantité des pluies, une influence marquée qu'une étude attentive déterminera avec une exactitude dont l'agriculture pourra tirer d'utiles conséquences.

Dans les totaux des pluies de chacune des deux bandes que nous avons formées, nous n'avons pas fait entrer les pluies de l'Italie du nord, n'osant les attribuer définitivement ni à l'une ni à l'autre bande; nous remarquerons d'ailleurs que nous possédons peu d'observations faites sur les Alpes et sur le plateau central de la France, lieux où les condensations de vapeur sont très-abondantes.

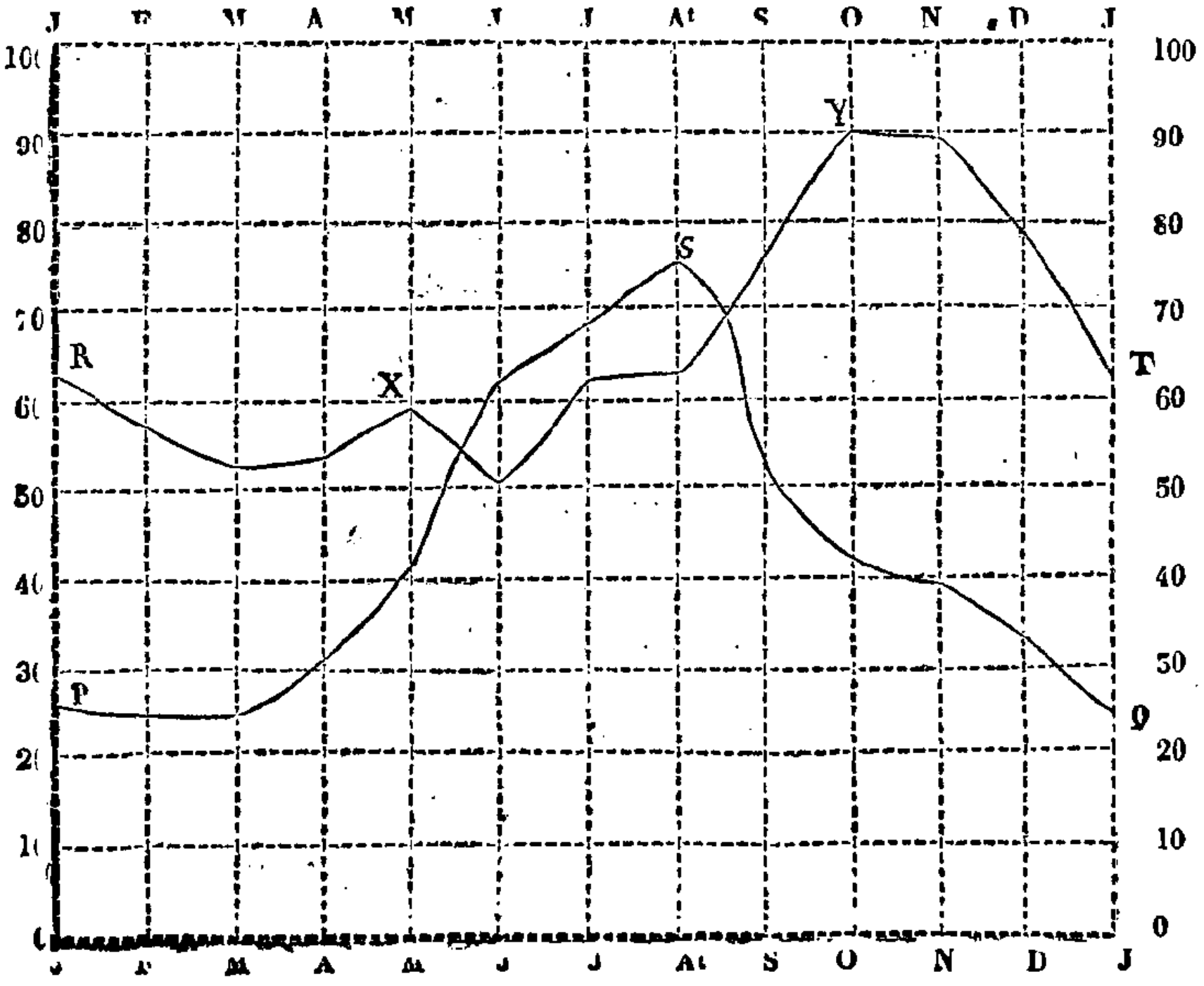
Quelles que soient les causes des exceptions que présente la région de l'Italie septentrionale, si l'on fait attention que l'omission que nous en faisons doit compenser le défaut d'égalité d'étendue des deux bandes, on trouvera peut-être que le chiffre moyen de $658^{mill.},9$ représente assez bien la quantité moyenne de pluie qui tombe en Europe.

	ANNÉE.	DÉCEMBRE.	JANVIER.	FÉVRIER.	MARS.	AVRIL.	MAI.	JUIN.	JUILLET.	AOUT.	SEPTEMBRE.	OCTOBRE.	NOVEMBRE.
Bande à pluies automnales.	mill.	mill.	mill.	mill.	mill.	mill.	mill.	mill.	mill.	mill.	mill.	mill.	mill.
1° Angleterre à l'Ouest.....	913,1	96,1	72,4	65,0	56,8	54,4	61,8	57,1	80,7	85,7	82,6	104,5	96,0
2° Angleterre à l'Est.....	690,0	64,3	51,7	50,5	42,4	47,1	55,7	44,5	67,4	59,4	66,2	72,0	69,0
3° Côtes Ouest de l'Europe.....	732,2	74,7	53,4	52,9	45,3	44,5	50,4	48,3	60,0	63,3	72,1	81,6	85,7
4° France méridionale et Italie au Sud des Apennins.....	846,5	79,7	73,3	61,4	66,9	66,6	69,1	53,1	40,6	43,0	83,5	102,2	107,1
Bande à pluies d'été.													
5° Scandinavie.....	489,9	37,7	24,8	22,1	18,0	28,0	31,9	46,0	60,5	75,0	55,3	41,0	46,6
6° France septentrionale, Suisse et Allemagne.....	690,8	48,0	41,4	40,1	43,2	47,9	59,4	78,5	72,5	77,0	69,0	58,4	55,4
7° Russie.....	386,6	13,3	10,8	10,9	11,6	19,8	34,4	64,0	72,1	74,0	34,9	23,6	17,2
8° Italie au Nord des Apennins...	1099,2	92,1	83,6	65,4	73,7	83,2	90,7	96,3	86,5	86,6	99,4	123,5	128,2
Bande à pluies automnales.....	795,4	78,7	62,5	57,5	52,8	53,2	59,2	50,7	62,2	63,0	76,1	90,0	89,5
Bande à pluies d'été.....	522,5	33,0	25,7	24,4	24,3	31,9	41,9	62,8	68,4	75,3	53,1	42,0	39,7
Moyenne des pluies en Europe...	658,9	55,8	44,2	40,9	38,6	42,5	50,6	56,8	65,3	69,2	64,6	66,0	64,6

La quantité moyenne de pluie de 658$^{mill.}$,9 que l'on conclut du tableau précédent nous donne par hectare 6589mètres cubes d'eau, dont un quart environ, d'après une estimation empirique, sert à l'entretien des cours d'eau ; ceux-ci reçoivent donc de chaque hectare 1647 mètres cubes d'eau. Si les pluies étaient rapprochées également, ainsi que les rivières, de manière à ce que celles-ci pussent restituer aux terres dans leur saison la portion d'eau qui leur serait nécessaire, cette quantité ainsi distribuée serait suffisante pour le maintenir dans un état convenable de fraîcheur et de production. Mais il n'en est pas ainsi, et l'eau de rivière est loin d'être répartie en raison de la sécheresse des climats, et tous les besoins de la culture sont loin d'être satisfaisants.

Si on représente par deux courbes les quantités de pluie des deux bandes, on obtient la figure suivante (*fig.* 15).

Fig. 15.



La marche des pluies de la bande des pays à pluies d'automne étant représentée par la courbe RXYT, et celle des pays à pluies d'été par la courbe PSQ, on remarque que dans la bande des pays à pluies d'automne le minimum des pluies tombe en juin.

Un premier maximum de pluies se présente en mai, de telle sorte que la courbe s'infléchit pour passer du printemps à l'été.

Cette circonstance est très-favorable à la culture des céréales, qui, si elles n'avaient pas les pluies de mai, trouveraient de trop bonne heure la terre desséchée.

Un second et plus fort maximum des pluies a lieu en octobre ou novembre dans toute la bande des pluies automnales.

La courbe de la bande des pays à pluies d'été est beaucoup plus régulière que celle de la bande à pluies d'automne; elle s'élève jusqu'au mois d'août en S, et dans les régions de cette bande où la pluviosité de l'été est la plus prononcée, on sent qu'elle est contraire à la bonne réussite des céréales et qu'on doit y éprouver souvent des intempéries à l'époque de la moisson, ce qui porte les habitants à préférer les récoltes fourragères.

Si nous voulons entrer dans un examen plus spécial des relations qui existent entre les pluies et les cultures, et en particulier la culture des céréales, nous dirons que le succès dépend en grande partie des pluies du printemps, arrivant dans le mois qui précède la floraison du blé, celui où la température atteint $+16^{0}$. Ce mois est celui d'avril pour la France méridionale et toute l'Italie supérieure, le mois de mars pour la Sicile, la fin de mars pour le royaume de Naples. Ce sera donc une discussion utile que celle où nous rechercherons les probabilités que chacun de ces pays a d'obtenir la pluie qui est nécessaire au succès de la culture du blé.

A Orange, 26 ans d'observations nous donnent :

	mill.
Pour le mois d'avril le plus pluvieux. . .	201,5
Pour le moins pluvieux	5,4
Différence.	196,1

qui, divisée par 26, donne 7,5.

Ainsi la moyenne générale, qui est de 61,2, varie entre 53,7 et 68,7. Dans les deux cas, la moyenne est faible dans ce pays où l'évaporation de ce mois est de 200 mill. La différence de la moyenne au maximum est de 140, qui, divisée par l'écart moyen 7,5, donne 19; la différence au minimum est de 56, qui, divisée par 7,5, donne 7,5. Le nombre des années plus sèches que la moyenne sera de 19, et celui des années plus humides, de 7,5. Avril sera donc en général défavorable à la culture du blé dans les terres sèches. Les pluies de mai viennent au moment de la floraison, mais la floraison du froment étant successive souffre bien moins que celle du seigle. Voyons ce qui arrivera en mai.

	mill.
Le mois de mai le plus pluvieux donne. .	191,5
Le moins pluvieux.	7,0
Différence.	184,5

qui, divisée par 26, donnera un écart de 7,1.

La moyenne du mois est de 69,0; la moyenne corrigée de 76,1 ou de 61,9; l'évaporation de 220 mill. Ainsi, encore en procédant comme ci-dessus, on a 17 années sur 26 où le mois de mai est remarquable par sa sécheresse. On sent combien ce pays doit éprouver de bienfaits de l'irrigation.

	mill.
A Milan, le mois d'avril le plus pluvieux.	193,9
Le moins pluvieux.	14,0
Différence.	179,9

qui, divisée par 55 ans, durée des observations, donne un quotient de 3,3.

La moyenne est de 66,8. La différence du maximum à la moyenne est 125,1, qui, divisée par 3,3, donne 38. La différence du minimum à la moyenne est de 16. Il y aurait ici 38 années plus sèches, et 16 plus humides que la moyenne;

mais si l'évaporation n'excède pas celle de Turin, qui dans ce mois ne s'élève pas à plus de 111 mill., nous verrons qu'il y a non-seulement assez, mais même trop d'humidité habituelle dans ce mois, car l'absorption de la terre, qui n'est que le tiers de l'évaporation de l'eau, n'enlève que 37 mill. seulement, la moitié de la moyenne de la pluie. La récolte du blé doit donc être ici habituellement plus abondante en paille qu'en grain.

Voilà une des causes qui, dans l'Italie au nord du Pô, font préférer la culture des prairies, du riz et du maïs qui fructifient plus tard, à celle du blé, et qui donnent l'avantage, sous le rapport de la culture du froment, à la rive droite du Pô, moins exposée aux pluies que la rive gauche.

Avant de quitter ce qui concerne les effets de cette distribution des pluies, il nous reste à parler des sécheresses des étés. Les pluies d'été ont l'avantage de permettre des secondes semailles immédiatement après la moisson, mais la température plus froide de la région où elles ont lieu, si l'on en excepte l'Italie supérieure, ne permet guère que celle des sarrasins et des raves; la chaleur manquerait aux plantes plus précieuses. D'un autre côté, ces pluies ont le grand inconvénient de déranger les moissons, de les empêcher quelquefois quand elles se prolongent, comme cela arriva en 1816, et cela a manqué arriver en 1845, de les rendre pénibles, dispendieuses. Dans la région de la France septentrionale et de l'Allemagne, c'est le mois d'août que nous devons surtout considérer; mais comme il s'agit plutôt ici du nombre des jours de pluie que de la quantité d'eau tombée, nous y reviendrons. Quant à la sécheresse des étés, elle est un obstacle insurmontable à ce que les pays méridionaux profitent de la chaleur qui reste après la moisson, pour obtenir des récoltes tardives, sans le secours de l'irrigation.

Le tableau suivant donne, pour un grand nombre de villes, le chiffre mois par mois de la moyenne obtenue. Il sera utile pour indiquer la pluviosité de chaque climat.

Tableau de la quantité de pluie

	Totaux de l'année.	Décemb.	Janvier.	Février.	Mars.	Avril.	Mai.
				1° Angleterre			
	mill.	mill.	mill.	mill.	mill.	mill.	mill.
Ile de Mann.....	946,9	128,2	65,3	63,2	65,4	65,4	38,2
Dublin	614,8	60,4	53,6	47,2	29,9	56,1	40,6
Penzance	994.3	132,8	90,6	74,8	80,9	41,0	71,0
Bristol.....	591,1	54,3	39,4	27,3	46,5	30,2	64,4
Liverpool.....	875,8	75,3	61,3	51,8	38,5	52.5	65,6
Manchester	917,6	97,1	58,5	65,1	54,5	50,9	73,4
Lancaster.....	1007,5	100,3	87,8	75,9	44,5	55,2	62,4
Townley.....	892,6	76,0	58,2	45,1	68,9	66,1	56,1
Dumfries.....	927,1	79,8	78,5	72,0	54,9	51,2	65,2
Kendal.....	1363,7	157,1	130,9	127,6	83,6	75,3	81.4
Moyenne....	913,1	96,1	72,4	65,0	56,8	54,4	61,8
				2° Angleterre			
Glascow	545,5	50,3	40,6	44,2	30,0	24,7	41,7
Edinburgh.....	621,9	53,4	50,9	43,3	37,0	40,2	49.0
Chattsworth.....	702,3	65,2	55,8	42,0	33,5	52,8	53,7
Barrowby.....	642,9	51,8	36,8	41,0	27,1	37,0	41,0
Branxholm.....	798.8	55.3	58,2	77,9	54.5	45,5	64,0
Kinfauss.....	637,8	63,5	55,6	41,0	35,0	46,2	73,7
Hackneyhill	616.3	53,8	28,9	50,7	35,0	53,1	62,2
Oxford	556,6	50,3	25,8	45,5	22,5	50,3	34,8
Londres	623,9	56,5	43,7	40,1	46,7	44,7	50,7
Londres	525,1	44,1	37,2	31,7	29,7	32,5	41,5
Epping	680.7	66,7	21,6	50,3	45,5	50,1	55,4
New-Malton.....	766,9	83.2	57,4	45,3	48,3	60,9	74,4
Lyndon.....	473,7	33,9	32,9	29,7	26,8	30,6	33,4
Selbourn (Southampt.)	914,8	76,4	90,6	69,9	75,2	45,5	63,9
Gosport.....	753,6	75,5	66,9	66,6	53,4	63,5	64,7
Douvres	1193,5	149,3	123,9	88,9	78,4	75,7	86,3
Moyenne....	690,0	64,3	51,7	50,5	42,4	47,1	55,7
				3° Côtes ouest			
Lisbonne.....	608,1	94,3	59.0	54,0	40,5	93,7	45,0
Bordeaux	659,1	67,2	66,8	50,0	38,6	46,9	55,2
La Rochelle.....	656,0	68,0	56,0	51,0	39,0	42,0	51,0
St.-Maurice-le-Girard.	622,1	86,4	35,5	85.9	18,0	18,0	31,6
Poitiers.....	580,8	60,0	48,9	37,8	44,6	40,5	48,6
Nantes	1292,0	159,0	74,0	133,0	90,0	76,0	116,0
Franecker	751,4	65,1	49,6	54,8	30,6	25,1	54,1
Bruxelles.....	676,6	61,0	47,9	48,1	53,8	49,0	41,6
Sparandam	855,4	76,2	27,1	17,3	41,9	75,5	51,3
Rotterdam.....	672,5	74,5	74,6	57,8	59,3	52,3	54,1
Breda	646,6	68,7	42,9	41,5	32,0	30,0	57,9
Middelbourg.....	665,5	36,9	69,1	44,6	41,9	25,1	30.2
Zwanebourg.....	660,6	52,5	38,3	41,5	39,0	40,1	42,4
Delft.....	763,3	73,7	57,6	23,7	65,4	9,0	23,2
Moyenne....	732,2	74,7	53,4	52,9	45,3	44,5	50,4

qui tombe en Europe.

Juin.	Juillet.	Août.	Septemb.	Octobre.	Novemb.	Observations.
A L'OUEST.						
mill.	mill.	mill.	mill.	mill.	mill.	
45,1	60,9	88,9	79,1	120,6	126,6	6 ans. *Edinb. journ. of sc.*, 1801.
29,9	53,3	60,7	49,8	65,5	67,8	*Acad. d'Irlande*, 1792-1801.
51,4	64,0	76,4	76,9	123,8	110.7	8 ans. Giddy, *Ann. of phil.*
32,7	77,1	27,0	22,0	83,6	86,6	4 ans. Cotte, *Mémoires*, II.
69,9	88,7	83,2	101,2	96,5	91,3	30 ans. Dobs. *Trans. phil.*, 1777.
63,5	93,7	93,1	83,2	99,4	85,2	33 ans. Dalton. *Ann. of phil.*, XV.
63,8	105,0	116,4	95,1	105,2	95,9	20 ans. Campb. *Ann. of ph.*, XV.
71,4	64,5	104,6	93,3	104,6	83,8	17 ans. *Collect. acad.*, VI.
75,5	82,5	81,2	100,7	105,0	80,6	16 ans. Caplaud. *Ann. of ph.*, XV.
67,8	116,9	125,9	124,8	140,9	131,5	31 ans. Kœmtz, t. II.
57,1	80,7	85,7	82,6	104,5	96,0	
A L'EST.						
35,9	58,6	65,1	48,0	58.1	48,3	18 ans. *Ann. of phil.*, XII.
42,6	61,7	65,1	58,1	54,5	66,1	*Edinb. journ. of sc.*
58,1	76,2	61,8	58,1	78,2	66,9	16 ans. *Ann. of phil.*, XV.
53,3	74,8	62,0	90,6	67,1	60,4	10 ans. *Plil. trans.* 1782.
54,7	79,3	61,0	79,7	98,2	70,5	10 ans. *Edinb. trans.*
43,6	56,1	58,1	44,2	55,9	64,9	11 ans. *Ann. of phil.*
46,7	46,4	49,7	65,7	64,4	59,7	10 ans. *Ann. of phil.*
18,7	73,7	43,6	54,1	74,4	62,9	2 ans. *Edinb. journ. of sc.*, I.
43,6	56,5	48,5	56,5	71,5	64,9	16 ans. Howard, *Clim. of Lond.*
44,1	62,2	45,9	46,7	53,1	56,4	40 ans. *Trans. philos.*
51,6	47,6	55,9	70,6	80,4	85,0	5 ans. *Ann. of ph.*, nouv. sér., I.
54,3	55,9	70,3	60,2	79,2	77.5	9 ans. *Ann. of phil.*
47,1	52,0	46,2	42,4	44,0	44,7	56 ans. *Trans. phil.*, 1771.
29,5	99,2	97,7	110,9	72,8	83,2	*Mém. of Manchester*, V.
30,4	54,5	44,6	82,8	73 7	77,0	5 ans. *Ann. of philos.*
57,4	123,2	74,2	91,2	127,2	115,3	4 ans. *Mém. de Manch.*
44,5	67,4	59,4	66,2	72,0	69,0	
DE L'EUROPE.						
4,2	7,5	9,8	32,3	86,0	81,8	6 ans. Balbi. *Eff. stat.*
67,2	47,8	43,6	41,3	64,2	70,3	18 ans. Cotte, *Manuscrits.*
41,0	43,0	42,0	69,0	79,0	75,0	50 ans. *Comptes-Rendus*, 1843.
57,2	27 1	38,8	43,8	93,4	86,4	10 ans. Cotte, *Manuscr.*
43,0	46.0	36,4	49,6	63,6	61,8	41 ans. *Obs. de Lamazière.*
77,0	83,0	106,0	123,0	109,0	146,0	7 ans. *Ann. des p. et c.*, 1834, p. 184
61,9	85,0	75,7	78,8	75,2	95,5	13 ans. Cotte, *Manuscr.*
65,6	53,8	53,9	60,5	71,6	69,9	6 ans. (1833-38).
43,5	140,5	34,3	90,9	131,2	122,7	4 ans. Cotte, *Manuscr.*
35,4	24,7	27,4	63,1	90,9	96,3	14 ans. Cotte, *id.*
33,4	74,8	33,4	85,0	52,5	94,5	5 ans. Cotte.
57,8	52,8	106,0	87,6	74,8	61,4	4 ans. *Eph. Manh.*
58,6	68,3	81,2	75,5	78,4	42,8	44 ans. Cotte.
30,0	86,1	117,3	109,4	72,8	95,1	2 ans. Cotte, *Mém. manusc.*
48,3	60,0	63,3	72,1	81,6	85,7	

	Totaux de l'année.	Décemb.	Janvier.	Février.	Mars.	Avril.	Mai.
				4° France méridionale			
	mill.	mill.	mill.	mill.	mill.	mill.	mill.
Espalais (Lot-et-Gar.).	606,2	36,6	54,3	35,0	40,7	48,1	56,0
Toulouse	642,3	46,5	47,0	41,1	52,5	53,4	63,8
Sorrène	1266,0	119,6	90,0	105,2	114,0	120,5	144,6
Rieux	726,9	51,4	44,9	48,5	82,3	63,6	77,7
Béziers	438,5	54,0	49,4	28,4	40,2	38,3	37,9
Montpellier	822,6	110,5	76,6	45,5	61,8	60,2	61,7
Nîmes	642,4	49,1	44,4	49,6	47,1	50,1	56,6
Alais	991,0	81,1	86,9	61,4	61,3	84,3	90,2
Joyeuse	1240,7	78,7	84,9	81,8	65,9	111,4	114,6
Aurillac	1150,1	77,5	87,4	76,4	72,8	65,6	130,5
Genève	752,7	59,1	58,2	41,3	36,2	48,6	74,7
Villefranche	868,9	82,1	24,3	40,4	52,2	36,1	73,0
Dijon	617,8	45,1	47,9	31,9	39,5	40,9	83,0
Lyon	776,6	39,6	49,1	42,1	40,5	58,0	86,1
Grenoble	920,4	148,0	25,2	103,5	59,3	97,3	40,3
Bourg	1171,9	69,8	92,4	81,2	103,7	74,4	110,4
Viviers	905,4	55,6	67,0	46,1	52,0	68,2	79,4
Orange	738,1	53,5	38,8	56,6	43,6	61,2	69,0
Saint-Saturnin	590,7	42,1	45,1	20,3	63,1	68,3	40,9
Manosque	774,0	74,7	46,5	35,0	81,5	76,1	64,0
Arles	610,8	79,1	32,1	47,1	70,4	29,5	36,7
Marseille	512,0	44,9	36,8	51.1	27,9	44,4	46,2
Toulon	476,8	29,4	54,3	27,3	33,8	40,8	40,6
Gènes	1346,9	94,3	101,0	132,7	85,4	115,8	110,2
Camajore, près Lucq.	1377,8	153,6	138,3	94,7	103,9	112,1	81,7
Pise	1244,2	85,8	110,2	70,6	63,5	106,7	73,5
Cascina, près Pise	929,4	107,9	75,4	78,1	52,2	49,2	94,4
Florence	914,8	112,6	65,2	66,8	78,4	79,8	67,1
Sienne	948,9	102,0	50,0	45,2	91,5	66,8	95,5
Rome	784,0	93,9	86,6	56,0	66,8	58,1	59,8
Naples	738,8	76,4	79,9	70,9	79,2	60,4	44,3
Palerme	602,4	82,3	78,5	63,1	70,0	41,6	27,5
Catane	713,9	97,2	92,9	57,4	104,6	57,6	22,8
Nicolosi	708,0	95,2	116,2	67,5	121,1	57,8	17,5
Alger	959,9	159,6	187,6	149,6	80,1	88,2	44,5
Moyenne	876,5	79,7	73,3	61,4	66,9	66,6	69,1
				5° Scandinavie.			
Rekiawick (Islande)	752,4	79,2	76,2	69,6	74,8	47,1	47,5
Bergen	2250,4	213,1	197,2	186,7	184,3	115,2	100,5
Alten	528,9	34,2	22,5	27,5	19,5	40,6	25,0
Copenhague	468,4	40,2	24,1	25,1	18,2	23,6	30,2
Lund	489,7	36,1	24,5	27,8	20,7	29,7	32,0
Stockholm	489,4	36,3	23,6	9,9	9,0	10,1	36,1
Upsal	466,6	29,1	29,1	20,0	22,5	36,1	36,1
Moyenne en ne tenant pas compte des posit. insulaires et excepl. de Rekiavick et Bergen	489,9	37,7	24,8	22,1	18,0	28,0	31,9

Juin.	Juillet.	Août.	Septemb.	Octobre.	Novemb.	Observations.
						ET ITALIE AU SUD DES APENNINS.
mill.	mill.	mill.	mill.	mill.	mill.	
56,4	38,0	46,4	77,6	49.5	67,6	11 ans. Remis par M. Martins.
77,1	41,4	35,5	69,5	58,4	56,1	7 ans. *Journ. des prop. toulous.*
95,9	89,2	63,1	98,3	112,7	112,9	43 ans. (1797-1839). *Obs. m. de Clos.*
90,2	65,3	36,2	70,8	37,0	59,0	8 ans. Cotte.
31,6	7,4	11,3	25,0	31,6	83,2	8 ans. Cotte, *Mémoires.*
50,0	22,0	33,4	73,2	140,5	87,2	26 ans. Poitevin, *Clim. de Montp.*
28,5	27,3	33,6	92,1	64,6	99,4	17 ans. Bauer et Valz.
45,4	52,2	44,0	132,4	140,4	111,4	35 ans. D'Hombres.
63,2	83,4	56,1	155,8	185,2	158,7	19 ans. Tardy.
83,8	88,3	107,5	135,2	93,9	131,3	*Bibl. britan. et universelle.*
62,9	79,7	71,5	70,8	79,4	70,3	17 ans. *Bibl. universelle.*
70,6	49,2	94,1	95,8	94,3	159,8	4 ans. Cotte.
50,9	59,9	30,9	62,7	58,6	65,5	9 ans. Cotte.
72,0	89,9	64,4	86,2	73,3	75,1	(1765-80) 16 a. *Com.* p. M. Bravais.
66,0	41,5	69,6	56,1	123,3	90,3	2 ans. Dr Charvet.
96,9	87,9	101,5	105.9	123,9	123,9	9 ans. Paris.
69,2	51,0	63,5	112,0	128,1	113,3	40 ans. Flaugergues.
42,3	27,8	40,5	112,5	104,8	87,5	27 ans. Nos observations.
72,1	23,2	12,3	38,4	70,8	99,1	10 ans. Cotte.
64,2	17,6	27,4	58,3	93,4	135,3	7 ans. Cotte, *Manuscrits.*
38,8	18,7	24,1	50,4	94,9	89,0	5 ans. Cotte, *Mémoires.*
18,9	10,1	26,1	51,5	85,2	68,9	20 ans. *Comm.* par M. Valz.
17,9	9,2	17,2	66,7	71,9	67,9	33 ans.
50,0	52,5	115,0	173,3	143,7	173,0	10 ans. Garibaldi et Grillo.
83,9	50,6	58,4	105,8	189,2	205,6	40 ans. Schow., *Clim. de l'Italie.*
58,7	47,9	47,1	146,4	171,8	262,0	12 ans. Schow, *ib.*
49,5	35,5	25,4	102,0	139,6	120,2	8 ans. Schow, *ib.*
52,5	42,5	40,3	90,4	111,3	107,9	19 ans. Schow, *ib.*
74,3	68,2	37,1	99,9	117,2	101,2	10 ans. Schow.
42,5	18,4	25,4	54,1	118,3	104,1	40 ans. Schow.
37,6	14,5	22,4	61,7	107,8	97,7	14 ans. Anneli et Schow.
17,8	7,0	8,6	62,6	77,0	66,0	31 ans. Schow.
8,3	3,3	4,3	51,0	130,0	84,5	8 ans. *Acad.*
10,5	0,4	4,3	50,3	94,5	69,7	27 ans. Les frères Gemellari.
5,8	0,2	7,2	29,7	62,2	145,2	8 ans. (1838-45).
53,1	40,6	43,0	83,5	102,2	107,1	
35,4	47,9	61,6	60,1	77,8	75,2	8 ans. *Voyage* de M. Gaimard.
125,4	132,9	214,0	277,6	235,0	268,5	10 ans. Kaemtz.
59,2	70,0	94,8	48,0	32,6	55,0	3 ans. *Voyage* de Martins.
43,6	59,0	73,9	47,6	40,0	42,9	17 ans. Schow.
42,2	63,1	56,3	53,8	55,4	48,1	21 ans. Kaemtz.
39,0	58,1	101,0	77,9	50,5	47,8	8 ans. *Eph. Manh.*
46,2	52,5	49,0	49,2	41,5	39,3	*Savants étrangers*, IV.
46,0	60,5	75,0	55,3	44,0	46,6	

	Totaux de l'année.	Décemb.	Janvier.	Février.	Mars.	Avril.	Mai.
				6° France septentrionale.			
	mill.	mill.	mill.	mill.	mill.	mill.	mill.
Lausanne	978,1	51,1	50,9	71,7	65,6	45,3	78,0
Orbe	862,9	55,9	39,5	67,5	38,1	56,5	56,7
Berne	1138,7	62,7	51,9	108,6	63,6	79,3	95,4
Lons-le-Saulnier	1020,1	89,9	63,6	81,3	67,6	76,0	76,8
Pontarlier	1105,1	121,9	73,1	44,7	56,1	80,6	94,8
Berzé-la-Ville	844,4	62,8	47,6	54,1	53,6	65,4	88,0
Le Puy	887,6	67,9	32,0	43,2	51,5	93,1	32,0
Paris	564,7	48,8	38,7	38,4	44,5	37,8	64,8
Denainvillers	482,3	34,1	30,0	27,1	37,4	37,7	38,6
Montmorency	697,2	69,9	26,1	14,8	36,5	68,5	49,0
Lille	748,9	42,9	51,7	43,2	50,7	44,4	36,4
Bergues-Saint-Vinox	667,6	89,5	49,4	43,1	50,0	28,0	40,2
Cambrai	457,9	21,2	22,9	18,2	30,2	46,2	35,1
Maëstricht	656,5	51,2	46,8	50,4	60,7	30,8	65,4
Laon	669,1	51,4	52,2	53,6	50,0	45,1	45,1
Montdidier	579,6	47,4	49,9	36,1	47,4	44,2	40,9
Troyes	605,3	42,6	45,5	25,1	30,4	54,1	81,6
Châlons-sur-Marne	595,0	49,9	48,7	45,3	44,9	45.7	47,7
Metz	748,8	56,8	56,8	45,6	44,1	73,7	75,2
Mulhouse	769,2	40,4	54,5	52,0	35,7	88,2	80,4
Strasbourg	680,9	41,2	36,8	31,0	43,9	42,3	65,9
Haguenau	677,0	32,4	56,7	37,9	45,8	47,4	50,7
Manheim	571,8	33,9	41,5	28,9	36,5	49,6	51,8
Coblentz	553,2	42,9	29,5	18,4	43,1	39,7	52,5
Carlsruhe	672,8	59,3	38,4	45,1	48,3	43,3	61,6
Stuttgard	642,4	49,0	30,4	50.0	35,2	36,8	55,4
Tubingue	646,6	37,7	32,7	24,3	37,2	34,1	67,2
Giengen	689,3	36,3	43,1	29,5	37,9	36,3	83,2
Wurzbourg	356,5	21,6	34,1	36,3	30,5	27,1	30,3
Gottingue	673,4	47,1	32,7	44,2	39,7	47,4	36,8
Erfurth	336,2	16,0	14,2	20,2	15,0	23,2	33,1
Sagan	427,8	33,4	26,5	29,6	27,3	25,0	27,1
Prague	416,7	9,2	12,6	32,0	18,0	21,0	57,5
Augsbourg	1019,3	59,9	64,9	56,7	62,0	47,4	118,5
Ratisbonne	570,1	44,5	34,3	31,8	27,8	25,6	47,1
Saint-Ander	499,8	24,8	19,8	34,1	48,8	42,6	39,3
Peissenberg	559,8	25,0	22 5	24,9	21,4	28,2	66,3
Tegernsée	1185,0	51,4	60,3	81,9	65,6	63,5	90,6
Moyenne	690,8	48,0	41,4	40,1	43,2	47.9	59,4
						7° Russie.	
Pétersbourg	463,4	29,9	18,5	22,5	25 2	25,9	25,3
Catherinebourg	305,0	6,6	5,7	3,6	5,4	21,2	34,4
Barnaoul	266,9	8,8	3,5	1,8	4,7	8,5	25,1
Nertschiuck	522,6	3,4	2,1	3,3	3,5	6,8	17,9
Zlatousk	404,2	11,4	10,9	10,1	12,4	18,8	35,3
Bogolowsk	412,8	17,9	17,1	20.1	11,2	33,0	43,9
Lougan	323,7	25,4	17,8	14,2	19,0	24,1	58,7
Moyenne	386,6	13,3	10,8	10,9	11,6	19,8	34,4

Juin.	Juillet.	Août.	Septemb.	Octobre.	Novemb.	Observations.
			Suisse et Allemagne.			
mill.	mill.	mill.	mill.	mill.	mill.	
117,0	94,5	128,5	72,1	130,2	73,2	8 ans. *Soc. écon. de Berne.*
105,0	94,9	99,7	78,1	103,1	67,9	11 ans. *Id.*
149,9	104,4	154,4	77,1	126,0	65,6	7 ans. *Id.*
160,0	84,6	68,3	100,8	77,4	74,6	6 ans. Cotte, *Mémoires.*
119,3	126,3	99,2	104,8	91,5	92,8	9 ans. Cotte, *Id.*
75,1	75,1	89,3	73,4	73,4	86,6	19 ans. M. Benon des Charmes.
127,4	63,4	58,6	95,1	103,5	39,7	3 ans. Deribier.
54,6	40,8	44,0	55,6	53,9	46,9	21 ans.(1806-26).Bouv. *M. de l'Ac.*
63,8	46,2	42,8	50,8	33,2	40,6	11 ans. Cotte.
108,3	47,8	71,8	71,0	75,5	51,0	15 ans. Cotte, *Mémoires.*
93,1	81,6	95,0	87,5	57,9	65,1	6 ans. Cotte, *Id.*
54,1	58,8	63,3	56,3	60,4	54,1	4 ans. Cotte.
45,1	61,1	43,6	43,6	47,8	42,9	7 ans. Cotte.
68,5	73,7	56,6	49,7	55,2	47,5	7 ans. (1811-19). *N. Ac. de Brux.*
73,9	62,8	66,7	58,3	61,5	48,5	8 ans. Cotte.
33,9	65,7	63,2	59,1	47,6	44,2	8 ans. Cotte.
59,7	54,8	55,9	46,2	26,2	83,2	6 ans. Cotte.
47,4	56,1	52,9	45,6	51,4	58,4	43 ans. (1806-48). Cholette.
47,9	56,2	60,6	87,8	46,9	97,2	10 ans. Cotte.
86,6	48,5	84,3	47,8	62,1	88,7	6 ans. Cotte.
78,5	85,9	81,6	71,7	48,4	53,7	26 ans. Hern et Schneider.
72,2	29,7	86,1	81,6	48,5	88,6	6 ans. Cotte.
68,3	62,2	54,5	55,2	50,3	39,1	12 ans. *Eph. Manh.*
63,1	66,5	67,8	60,1	23,6	46,0	11 ans. *Stat. de Rhin-et-Moselle.*
63,1	80,6	63,5	57,7	53,6	58,3	4 ans. Eisenlhor, *Clim. de Carls.*
86,6	54,9	73,2	70,8	49,6	50,5	10 ans. Eisenlhor, *Id.*
85,2	87,3	85,4	59,7	50,3	45,5	10 ans. Kaemtz.
96,3	76,6	87,7	56,5	48,3	57,6	7 ans. Kaemtz.
38,4	32,5	29,1	30,1	22,6	23,9	7 ans. *Eph. Manh.*
65,5	83,4	92,7	73,4	54,5	55,9	Kaemtz.
31,6	48,9	59,0	29,8	23,7	20,5	7 ans. *Eph. Manh.*
49,8	59,6	49,6	31,2	38,8	30,5	12 ans. *Id.*
12,2	35,4	95,4	37,2	39,1	47,1	4 ans. *Id.*
108,2	138,8	107,5	92,0	90,9	77,5	14 ans, Kaemtz.
65,6	86,6	76,2	53,4	39,3	37,9	24 ans. Kaemtz.
52,8	79,2	81,4	23,7	21,9	29,9	12 ans. *Eph. Manh.*
92,0	96,5	78,4	44,6	37,4	22,6	12 ans. *Id.*
184,5	182,5	163,3	93,5	94,7	53,2	12 ans. *Id.*
78,5	72,5	77,0	69,0	58,4	55,4	
43,6	72,7	60,3	53,6	52,2	33,7	14 ans., jusq. 1845. Kaemtz et Kupf.
69,2	74,3	44,7	13,6	17,2	9,1	4 ans. (1842-45). Kuppfer.
45,9	47,7	78,2	24,7	8,6	9,4	4 ans. (1842-45). Kuppfer.
104,3	133,5	158,8	57,2	15,6	16,2	4 ans. *Id.*
67,1	79,2	69,3	47,2	27,2	22,3	9 ans. (1837-1845). Kuppfer.
42,2	57,1	78,0	31,8	41,1	26,4	7 ans. (1839-1847). *Id.*
75,4	40,2	28,4	13,5	3,3	3,7	7 ans. *Id.*
61,0	72,1	74,0	34,9	23,6	17,2	

	Totaux de l'annee.	Déeemb.	Janvier.	Février.	Mars.	Avril.	Mai.
				8o Italie au nord			
	mill.	mill.	mill.	mill.	mill.	mill.	mill.
Molfetta (Pouille).....	542,4	57,1	49,2	46,5	42,8	34,4	41,4
Altamura.....	612,8	51,6	63,2	47,6	56,8	58,4	87,5
Ariano.....	841,7	99,8	79,0	57,6	57,3	71,4	72,2
Bologne	535,7	45,2	21,3	31,9	37,1	34,7	36,0
Chioggia.....	796,7	68,9	77,9	42,5	45,2	51,4	55,2
Venise.....	835,3	54,6	54,1	46,5	36,3	77,0	112,0
Padoue.....	859,5	64,5	65,8	47,2	54,5	56,2	76,4
Bude.....	422,4	40,2	23,5	22,6	41,2	35,9	27,5
Trieste	1067,6	118,8	87,7	44,4	70,8	70,8	88,5
Udine	1701,8	142,6	115,8	82,5	117,7	143,4	116,4
Tolmezzo.....	2421,9	184,5	174,5	141,2	148,0	172,4	174,3
Cercivento.....	2004,4	146,1	119,1	86,9	76,5	160,4	149,3
Spilberg.....	1117,0	97,1	127,5	44,6	36,0	104,1	55,4
Val Donadene.....	1551,5	108,6	117,2	87,7	100,1	126,4	119,4
Sacile	1581,3	136,1	120,4	77,9	107,2	90,6	146,4
Conegliano	1291,5	102,8	88,5	73,5	93,9	70,8	116,1
Castel Franco	976,9	84,4	72,7	54,1	105,6	70,6	59,0
Vicence	1106,0	79,5	94,4	61.4	76,8	93,3	73,5
Vérone	950,1	68,1	57,3	46,8	49,2	70,0	93,1
Mantoue.....	772,9	65,3	60,7	42,7	58,6	69,7	83,2
Brescia.....	1250,6	118,0	95,2	55,2	74,5	85,4	120,4
Bergame.....	999,1	120,0	59,2	50,9	90,4	34,2	91,7
Milan.....	966,5	79,5	72,2	53,8	57,1	78,1	94,7
Parme.....	799,9	66,2	71,1	60,0	59,0	44,6	80,3
Turin	954,2	53,2	64,8	22,1	59,2	115,6	112,6
Saint-Bernard.....	1512,9	141,5	140,1	173,2	163,2	142,8	73,0
Moyenne....	1099,2	92,1	83,6	65,4	73,7	83,2	90 7

Section IV.—*Nombre de jours de pluie.*

Nous avons fait sentir dans la première partie de la météorologie toute l'importance du nombre de jours entre lesquels se distribue la pluie qui tombe dans un lieu pour l'établissement de son climat. Un climat n'est pas sec parce qu'il y tombe fréquemment une petite quantité de pluie; au contraire, cette circonstance indique un ciel habituellement voilé et une faible évaporation; mais un pays reçût-il un décimètre d'eau en un seul jour, chaque mois de l'année, il sera très-sec, car cette eau n'aura pu imprégner le sol, mais aura couru à sa surface pour grossir les torrents, et l'évaporation terrestre qui est si forte, sollicitée par un ciel pur, en aura bientôt fait disparaître le reste. Il nous faut donc étu-

Juin.	Juillet.	Août.	Septemb.	Octobre.	Novemb.	Observations.
DES APENNINS.						
mill.	mill.	mill.	mill.	mill.	mill.	
29,2	20,8	44,6	58,7	61,7	56,0	13 ans. *Mém. della Soc. ital.*, XII.
51,6	18,6	33,0	39,8	56,5	48,2	8 ans. Schow, *Clim. de l'Italie.*
53,3	36,8	58,7	50,1	93,4	112,1	11 ans. *Mém. Soc. ital.* XII.
83,9	32,5	43,0	55,9	71,6	42,8	18 ans. Schow, *Clim. de l'Italie.*
68,9	71,9	56,0	78,1	93,6	87,1	26 ans. Schow, l. c.
74,9	73,5	67,1	87,3	56,0	96,0	7 ans. Schow.
91,5	69,1	66,4	76,4	99,4	92,1	48 ans. Schow.
32,3	35,0	40,8	23,9	42,6	48,9	10 ans. *Eph. de Manh.*
80,8	95,0	78,4	125,6	98,2	108,6	12 ans. Schow.
184,8	169,7	127,5	153,7	192,7	155,0	16 ans. Schow.
208,7	218,2	172,1	204,5	273,9	349,6	22 ans. Schow.
225,2	208,0	158,7	165,6	231,7	276,9	17 ans. Schow.
40,1	41,4	101.4	134,8	194,1	141,0	6 ans. Schow.
148,3	142,0	97,4	130,4	179,7	194,6	21 ans. Schow.
152,3	147,4	114,0	117,5	185,6	185,9	14 ans. Schow.
146,4	97,4	101,7	96,6	153,4	150,4	14 ans. Schow.
85,2	56,0	81,2	74,1	108,3	126,1	8 ans. Schow.
109,1	78,1	74,1	106,0	132,1	127,7	17 ans. Schow.
97,7	99,0	74,2	103,3	110,2	81,2	36 ans. Schow.
42,7	67,5	70,0	58,6	67,5	86,4	7 ans. Schow.
99,6	72,2	106,1	92,3	177,2	154,7	11 ans. Schow.
68,9	83,6	183,5	86,9	119,1	110,5	3 ans. Schow.
80,6	74,6	77,9	83,1	109,9	105,0	68 ans. Césaris, *Bibl. ital.*
42,4	37,6	46,3	79,2	119,9	93,3	13 ans. Schow.
119,4	94,4	70,6	68,4	90,4	83,1	15 ans. Schow.
85,6	108,0	106,3	134,0	126,4	118,8	14 ans. (1813-31). *Bibl. univ.*
96,3	86,5	86,6	99,4	123,5	128,2	

dier la répartition des jours de pluie entre les différentes régions pour pouvoir leur faire l'application des principes que cet examen nous fera découvrir.

§ I.—Influence de la latitude sur le nombre de jours de pluie.

Si nous prenons en masse les observations que nous avons pu recueillir sur le nombre des jours de pluie, et que nous les disposions selon la latitude des lieux, nous trouverons :

	Jours de pluie.
Entre les tropiques	159,1
Région méditerranéenne	93,7
Italie au nord des Apennins. . . .	102,6
Angleterre	155,7
France septentrionale et Allemagne	145,4
Scandinavie.	133,3
Russie.	101,8

Si nous faisons abstraction de la région méditerranéenne et de l'Italie, nous voyons ici le nombre des jours de pluie aller en diminuant du sud au nord. En approchant du réfrigérant polaire, les nuages arrivent épuisés d'humidité. Il en est autrement dans la région méditerranéenne, où les vents du sud arrivent chargés de vapeurs, pour être refoulés par le vent du nord partant du réfrigérant alpin, et où les pluies doivent aller en augmentant en approchant de l'abri des Alpes.

§ II. — Influence de l'altitude.

Pour juger de l'influence de l'altitude sur la fréquence des pluies, nous disposerons les lieux dans chaque région, en partant de ceux qui sont les moins élevés au-dessus du niveau de la mer, et en remontant vers les sommités.

1° Italie du sud.

mètres.		jours.
0.	Catane	55,7
776.	Nicolosi . . .	67,0

2° France méridionale.

0.	Marseille . . .	60,0
22.	Orange. . . .	90,9
57.	Viviers	98,0
200.	Lyon	119,0
338.	Dijon.	139,0
352.	Berzé-la-Ville.	169,8
372.	Genève. . . .	117,3
2491.	Saint-Bernard.	100,6

3° Italie du nord.

30.	Padoue. . . .	96,5
120.	Milan.	93,5
271.	Turin.	108,0
2075.	Saint-Gothard.	161,1
2491.	Saint-Bernard.	100,6

4° France sept., Allemagne.

	Rotterdam. . . .	152,0
	Coblentz	86,4
	Manheim	149,0
144.	Strasbourg . . .	163,6
195.	Colmar	164,0
	Carlsruhe	172,0

5° Vallée du Danube.

	Bude	111,7
185.	Vienne	162,2
	Ratisbonne . . .	116,3
538.	Munich	151,4
	Peissenberg. . .	163,4
	Tegernsée. . . .	170,2

6° Allemagne centrale.

44.	Berlin.	140,0
	Erfurth	141,0
	Sagan.	191,0

Ici, comme pour la quantité de pluie, le nombre des jours de pluies augmente en même temps que la hauteur, sauf quelques cas particuliers qui tiennent à la proximité de ré-

frigérants puissants sur lesquels se fait une condensation qui épuise les nuages. C'est ce qui a lieu pour Genève, pour le grand Saint-Bernard, et pour Coblentz. Aussi ne peut-on pas tenir compte de l'altitude seule dans ces appréciations, et les anomalies doivent nous avertir qu'il faut faire une large part aux circonstances locales.

§ III.—Influence des circonstances locales.

Pour déterminer l'influence des circonstances locales, il ne peut y avoir de meilleur moyen que de mettre en regard, pour chaque région, les lieux où les nombres de jours de pluie sont supérieurs ou inférieurs au nombre moyen de la région, et de discuter ce qui se passe dans ces différents lieux; ainsi nous avons :

1° Italie du sud.

	jours.		jours.
Gênes.	132,0	Palerme.	70,3
Camajore	123,7	Catane	55,7
Florence.	114,6	Cagliari.	66,9
Sienne.	103,8	Messine.	37,0
Rome	113,8	Ajaccio.	45,2
Naples.	112,2		
Bastia.	113,0	*Nombre moyen.* .	90,7

On reconnaît d'abord ici l'influence générale de la latitude; la réfrigération devient de plus en plus complète à mesure qu'on avance vers le nord; mais, de plus, nous verrons par la suite, en traitant des vents de pluie, que les vents les plus humides sont ici ceux du sud-est, et alors on s'explique le climat pluvieux de Gênes, où ces vents n'arrivent qu'après avoir traversé le cap élevé qui se termine à la Spezzia, et où ils se trouvent ensuite comme emprisonnés dans un amphithéâtre couronné par l'Apennin. On s'explique alors aussi les pluies fréquentes de Palerme, où ces mêmes vents n'arrivent qu'après avoir traversé une portion peu élevée de la Sicile, en comparaison des pluies rares de

Catane où ils n'ont souffert aucune réfrigération ; celles de Bastia, si fréquentes en comparaison de celles d'Ajaccio où les vents ne parviennent qu'à travers de hautes cimes très-froides, où ils se déchargent de leur humidité. Ainsi cette première série nous montre encore le pouvoir des réfrigérants et déjà celui des enceintes fermées de montagnes.

2° France méridionale.

	jours.		jours.
Alais.	115,2	Joyeuse.	98,0
Genève.	117,3	Villefranche.	98,0
Dijon.	139,0	Mont-Dauphin. . . .	90,0
Tournus.	107,0	Embrun.	87,5
Lyon.	119,0	Viviers. , ...	98,0
Vienne.	114,0	Orange	90,9
Grenoble.	173,7	Marseille	60,0
Gr.-Chartreuse. . .	155,0	Toulon	44,0
Arles.	107,7	*Nombre moyen* . . .	106,2

Ici, tous les lieux qui reçoivent les vents humides directement et sans qu'ils aient traversé les réfrigérants ont encore un petit nombre de jours de pluie; mais dans les lieux situés derrière les réfrigérants, dans leur voisinage et dans les gorges des vallées, le nombre des jours de pluie est considérable.

3° Italie septentrionale.

	jours.		jours.
Bude	111,7	Venise	83,5
Chioggia.	109,7	Padoue.	96,5
Brescia.	128,1	Trieste.	46,8
Turin	108,0	Vérone.	97,5
Saint-Gothard . . .	161,1	Milan.	93,5
Bologne	96,8	Saint-Bernard. . .	100,6
		Nombre moyen. .	102,8

C'est encore ici le voisinage des réfrigérants qui paraît avoir la plus grande influence. Chioggia comparé à Venise présente une anomalie qui ferait suspecter les observations, si d'ailleurs Padoue lui-même n'offrait pas une si grande différence avec Venise. Nous soupçonnons plutôt d'inexacti-

tude les observations de Trieste et celles de Venise. Trop souvent les observateurs négligent de noter les faibles chutes d'eau, quelques gouttes tombées dans la journée, tandis qu'ailleurs ils en tiennent compte. Nous avons déjà parlé de ce qui concernait le Saint-Bernard.

4° France septentrionale.

	jours.		jours.
Laon.	164,0	Châlons-sur-Marne.	82,8
Cusset.	147,0	Montdidier.	132,0
Maubeuge.	155,0	Poitiers	106,2
Mayenne.	146,0	Clermont.	145,0
Paris	157,0	Chartres.	134,0
Montmorency . . .	147,0	Tours.	106,2
Lille.	169,0	Luçon.	105,8
Metz.	167,0	Montargis	131,0
Strasbourg.	163,0	Troyes.	120,0
Mulhouse	164,0	Rouen.	140,0
		Nombre moyen. . .	139,1

Les circonstances locales sont ici tellement variées, tellement spéciales, qu'un soigneux examen des lieux pourrait seul nous éclairer, et qu'en supposant d'ailleurs l'exactitude de toutes les observations, il exigerait des détails trop considérables. On voit cependant en général que les lieux les plus pluvieux sont les plus avancés vers le nord ou dans l'intérieur du continent ; si l'on en excepte Châlons-sur-Marne et Troyes, Tours et Chartres, où la nature sèche du sol explique assez bien la dispersion des nuages à leur approche. Dans les lieux boisés ou abondamment pourvus d'eaux courantes, le nombre des jours de pluie augmente.

Nous bornons là ces recherches que nous pourrions étendre avec les mêmes résultats aux autres régions ; il s'ensuit évidemment que c'est à la puissance de la réfrigération, à la position des lieux par rapport aux réfrigérants et aux vents humides, que l'on doit le plus ou le moins grand nombre de jours de pluie.

SECTION V. — *Répartition des jours de pluie selon les saisons.*

C'est principalement la répartition des jours de pluie selon les saisons qu'il nous faut considérer. Nous avons fait sentir suffisamment jusqu'ici que la végétation avait deux phases, celle de la croissance, celle de la maturation ; que dans les pays à une seule récolte annuelle de graines, il importait que la première époque fût accompagnée d'une humidité suffisante, suivie d'une sécheresse relative dans la seconde, et qu'ainsi, si le sol était naturellement humide, il fallait peu de pluies annuelles, tandis que, s'il était sec, il fallait des pluies suffisantes en hiver et au printemps, et de la sécheresse en été. Mais dans les pays à deux récoltes annuelles de graines, il faut des pluies au printemps, et des pluies à la fin de l'été et au commencement de l'automne. Dans les pays à pluie constante pendant toutes les saisons, les récoltes d'herbes, les récoltes fourragères sont celles qui offrent les meilleures chances. Cela posé, voyons quelle est la distribution des pluies dans les différentes régions de l'Europe.

	Année entière.	Hiver.	Printemps.	Été.	Automne.
	jours.	jours.	jours.	jours.	jours.
1° Angleterre à l'ouest	159,1	43,1	37,2	33,9	44,9
2° Angleterre à l'est.	152,4	40,0	39,5.	34,4	38,5
3° Côtes ouest de l'Europe. .	140,9	34,8	34,3	33,4	38,4
4° France mérid., Italie du sud	93,7	25,5	25,3	17,3	25,6
5° France sept. et Allemagne.	145,4	36,2	36,6	37,1	35,5
6° Scandinavie.	133,3	35,2	30,4	32,6	35,1
7° Russie.	101,8	23,0	24,1	28,0	26,7
8° Italie au nord des Apennins	102,6	24,4	26,4	25,1	26,7

A la vue de ce tableau, qui ne croirait qu'il dessine en effet la véritable distribution des cultures en Europe? La constance des pluies dans la 1re, 2e, 3e, 5e et 8e région ne semblerait-elle pas les indiquer comme des pays à pâturages, si les quantités de pluies étaient les mêmes dans tous? D'un autre côté, avec la même supposition, la 4e ne serait-elle pas le pays par excellence des froments? Et c'est en effet dans cette région que se trouvent les anciens greniers de l'Europe,

la Sicile, l'Égypte, la Barbarie. Mais si nous supposons que les latitudes et les températures varient entre ces régions, et par conséquent l'évaporation et le besoin d'eau d'un autre côté, et que les quantités de pluie soient différentes aussi, nous comprendrons que ce tableau ne nous dit pas tout, et qu'il ne nous présente qu'une des faces de la question. Nous la verrons plus tard s'éclaircir encore.

SECTION VI.—*Répartition des pluies selon les mois.*

Le tableau précédent ne nous a pas paru suffisamment instruit du climat agricole des lieux relativement à la répartition des pluies; une saison est bien longue pour les cultivateurs; et si les mois présentaient de grandes différences, si, par exemple, au printemps le mois de mars était le plus pluvieux, et que les mois d'avril et de mai fussent relativement secs; si en été juin et juillet étaient pluvieux et le mois d'août sec, qui ne doute que ces causes n'influassent profondément sur l'agriculture d'un pays? Le moment auquel arrivent les pluies d'automne dans les régions méridionales est aussi décisif pour certaines cultures. Nous en citerons une entre autres, celle du coton herbacé. Sous l'Empire, on l'essaya avec obstination dans le midi de la France; il réussit parfaitement toutes les fois que les pluies arrivèrent tard en octobre; mais il suffit de consulter le tableau que nous allons donner, pour voir qu'à Orange, par exemple, le mois de septembre est déjà assez pluvieux, puisqu'il donne une pluie tous les trois à quatre jours. Il fallut donc renoncer à ces essais. Au contraire, cette plante réussit bien en Sicile et à Alger, où, avec une température plus chaude, les pluies ne surviennent qu'en octobre.

Le tableau de la pluviosité mensuelle de chaque région nous donnera donc des notions précieuses qu'il n'est pas permis de négliger pour tirer des conclusions certaines sur la nature des cultures propres à chaque pays. Nous soulignons tous les mois où le nombre des jours de pluie surpasse le nombre moyen.

	MOIS MOYEN.	ANNÉE ENTIÈRE.	DÉCEMBRE.	JANVIER.	FÉVRIER.	MARS.	AVRIL.	MAI.	JUIN.	JUILLET.	AOUT.	SEPTEMBRE.	OCTOBRE.	NOVEMBRE.
	jours.	jours.	jours.	jours.	jours.	jours.	jours.	jours.	jours.	jours.	jours.	jours.	jours.	jours.
1° Angleterre à l'Ouest. .	13,3	159,1	16,8	13,8	12,5	13,5	11,1	12,6	9,2	11,0	13,7	13,7	15,9	15,3
2° Angleterre à l'Est.....	12,7	152,4	14,7	13,1	12,2	13,6	12,3	13,6	10,4	11,9	12,1	12,1	12,8	13,6
3° Côtes ouest de l'Europe	11,7	140,9	12,8	10,9	11,1	11,0	11,5	11,8	11,5	11,9	10,0	11,7	13,5	13,2
4° France méridion. et Italie au Sud des Apennins.	7,8	93,7	9,2	8,7	7,6	8,6	8,2	8,5	7,1	5,1	5,1	7,3	8,4	9,9
5° France septentrionale, Suisse et Allemagne ...	12,1	145,4	12,7	11,6	11,9	11,9	12,0	12,7	12,8	12,8	11,5	10,7	11,9	12,9
6° Scandinavie	8,6	102,6	8,6	8,2	7,6	7, 5	9,0	9,9	9,6	7,9	7,6	8,3	9,5	8,9
7° Russie.....	11,1	133,8	12,1	11,8	11,3	12,2	8,2	10,0	9,1	11,4	12,1	11,1	11,7	12,3
8° Italie au nord des Apennins.....	8,5	101,8	8,3	7,3	7,4	7,1	7,1	9,9	10,3	9,2	8,5	8,6	8,8	9,3

Ainsi :

1° Dans la 1re région, pluies constantes, excepté d'avril en juillet ; la récolte du blé n'a lieu qu'en août avec de fréquents dérangements; mais le grain a eu le temps de mûrir par la sécheresse des mois précédents; l'humidité de la terre doit être grande, vu la durée des pluies;

2° Dans l'Angleterre de l'est, l'hiver et le mois de mai ont les pluies les plus nombreuses; mais il pleut presque uniformément le reste de l'année;

3° Il en est de même des côtes ouest de l'Europe; ces deux contrées ayant des gazons toujours frais sont des pays à pâturages;

4° La 4e région avec des pluies toujours rares a un été absolument sec. C'est un pays à céréales pour les localités pluvieuses, et à arbustes pour l'ensemble de la région;

5° Dans la France septentrionale et l'Allemagne le blé mûrit avec les pluies; heureusement le mois d'août, où se fait la récolte, est un peu moins pluvieux. Le printemps fréquemment sec rend le climat moins propre que l'Angleterre et les côtes de l'ouest aux cultures fourragères. Cependant la presque égalité et le grand nombre de pluies mensuelles lui assurent des avantages précieux;

6° En Scandinavie le nombre moyen de pluies est moins élevé; la fin du printemps et le commencement de l'été sont secs, mais la fin de l'été, l'automne et l'hiver sont pluvieux; ce pays doit s'adonner à l'élève des bestiaux ;

7° Le chiffre moyen de la Russie est bas; les neiges d'octobre, novembre et décembre préservent les céréales; les nombreuses mais faibles ondées de l'été sont accompagnées de chaleurs assez fortes; ainsi, ce pays à grains serait encore propre à l'élève des bestiaux, si la longueur des hivers ne la rendait onéreuse;

8° Dans l'Italie au nord des Apennins les pluies durent jusqu'en juin, et elles sont plus fréquentes en été et plus abondantes que dans la région précédente ; c'est un climat propre à toutes les cultures.

Le tableau suivant indiquera mieux les modifications locales de chaque région, et on trouvera des indications propres à chaque localité dans les chiffres des lieux voisins ou semblablement situés.

Tableau du nombre de

	Totaux de l'année.	Décemb.	Janvier.	Février.	Mars.	Avril.	Mai.
1° Angleterre							
	jours.	jours.	jours.	jours.	jours.	jours.	jours.
Ile de Mann.....	145,5	15,5	9,8	11,0	13,5	9,8	10,5
Penzance.....	164,2	18,2	16,0	14,9	13,3	10,8	13,0
Lancaster.....	167,2	16,8	15,5	11,5	13,8	12,8	14,3
Moyenne....	159,1	16,8	13,8	12,5	13,5	11,1	12,6
2° Angleterre							
New-Malton.....	135,2	13,1	11,4	8,1	14,0	11,0	12,1
Londres	174,7	16,5	14,6	15,5	13,9	14,8	14,3
Kinfauss.....	147,5	14,4	13,3	13,1	13,0	11,1	14,3
Moyenne....	152,4	14,7	13,1	12,2	13,6	12,3	13,6
3° Cotes de l'Ouest							
Dax.....	133,0	12,0	10,0	11,0	8,0	14,0	12,0
Bordeaux.....	146,0	13,0	12,2	13,0	12,0	12,0	12,0
La Rochelle.....	146,0	14,0	14,0	11,0	12.0	11,0	12,0
Mézin.....	147,0	12,0	10,0	8,0	12,0	17,0	13,0
Marens.....	147,0	16,0	12,0	14,0	14,0	14,0	11,0
Saint-Jean-d'Angély ..	133,0	14,0	8,0	11,0	16,0	9,0	11,0
St.-Maurice-le-Girard.	134,0	13,0	10,0	11,0	12,0	10,0	12,0
Poitiers.....	106,0	10,0	9,0	8,0	10,0	8,0	10,0
Saint-Malo	162,0	16,0	13,0	13,0	14,0	15,0	14,0
Oléron (île d').....	112,0	12,0	8,0	9,0	9,0	8,0	12,0
Honfleur.....	137,0	12,0	11,0	13,0	3,0	11,0	11,0
Rouen.....	140,0	13,0	10,0	12,0	15,0	11,0	11,0
Abbeville.....	178,0	14,5	13,5	13,5	13,0	13,5	13,5
Arras.....	97,0	7,0	8,0	8,0	8,0	8,0	6,0
Cambrai.....	112,0	10,0	7,0	9,0	8,0	9,0	9,0
Lille.....	169,0	15,0	16,0	12,0	11,0	13,0	17,0
Dunkerque	152,0	12,0	12,0	12,0	11,0	12,0	11,0
Bruxelles.....	169,9	14,4	16,8	13,6	16,9	13,6	13,2
Franecker	172,4	14,7	10,5	11,3	10,1	13,0	18,5
Rotterdam.....	152,7	17,5	15,1	14,4	14,4	13,4	10,9
Breda	158,0	17,0	9,0	12,0	9,0	11,0	10,0
Middlebourg.....	133,2	7,0	9,7	8,7	8,1	9,7	9,7
Hambourg.....	113,9	8,1	4,8	7,1	7,5	7,7	11,7
Moyenne....	140,9	12,8	10,9	11,1	11,0	11,5	11,8

jours de pluie et de neige.

Juin.	Juillet.	Août.	Septemb.	Octobre.	Novemb.	Observations.
A L'OUEST.						
jours.	jours.	jours.	jours.	jours.	jours.	
7,0	9,0	14,7	13,5	15,7	15,5	6 ans. *Édinb. journ.*, V.
9,4	11,6	12,7	12,0	15,3	17,0	8 ans. *Ann. of philosoph.*
11,2	12,3	13,7	15,5	16,8	13,5	20 ans. Dalton.
9,2	11,0	13,7	13,7	15,9	15,3	
A L'EST.						
8,9	8,9	10,7	11,4	12,2	14,4	9 ans. *Ann. of philosoph.*
12,2	14,4	14,9	13,1	15,5	15,0	Luke Howard.
10,0	12,5	10,7	11,9	11,7	11,5	11 ans. *Ann. of philosoph.*
10,4	11,9	12,1	12,1	12,8	13,6	
DE L'EUROPE.						
10,0	8,0	10,0	11,0	12,0	15,0	12 ans. Cotte.
14,0	11,0	9,0	11,0	13,0	14,0	18 ans. Cotte, *Manuscrits.*
12,0	12,0	9,0	12,0	13,0	14,0	10 ans. *Eph. Manh.*
14,0	12,0	11,0	12,0	12,0	15,0	10 ans. Cotte.
10,0	11,0	7,0	10,0	13,0	15,0	*Manuscr.*
15,0	10,0	8,0	11,0	11,0	9,0	4 ans. Fusée Aublet.
13,0	10,0	9,0	9,0	11,0	14,0	13 ans. Cotte, *Manuscr.*
10,0	9,0	6,0	8,0	9,0	9,0	15 ans. Cotte, *id.*
9,0	14,0	12,0	12,0	15,0	15,0	10 ans. Cotte.
7,0	11,0	6,0	6,0	14,0	10,0	3 ans. Fusée Aublet.
12,0	15,0	10,0	13,0	10,0	11,0	4 ans. Cotte, *Manuscr.*
12,0	14,0	6,0	12,0	12,0	12,0	11 ans. Cotte, *id.*
16,0	15,5	13,5	17,5	17,5	16,5	10 ans. *Mém. de la Soc. d'émul.*
7,0	7,0	8,0	10,0	10,0	10,0	16 ans. Cotte, *Manuscr.*
9,0	11,0	8,0	10,0	10,0	12,0	14 ans. Cotte.
11,0	15,0	12,0	12,0	16,0	19,0	6 ans. Cotte.
12,0	13,0	17,0	14,0	13,0	13,0	5 ans. Cotte.
12,8	13,5	12,7	13,0	14,8	14,6	13 ans. *Eph. Manh.* (*N. M. del' A.*)
13,5	15,4	14,1	16,8	17,2	17,3	Cotte.
8,6	9,0	7,6	10,8	15,1	15,9	5 ans. Cotte.
14,0	13,0	9,0	17,0	27,0	10,0	13 ans. Cotte.
11,5	11,8	13,3	13,7	14,6	13,4	*Eph. Manh.*
11,1	13,5	13,5	9,3	9,2	10,4	Bueck, *Clim. d'Hamb.*
11,5	11,9	10,0	11,7	13,5	13,2	

	Totaux de l'année.	Décemb.	Janvier.	Février.	Mars.	Avril.	Mai.
4° France méridionale,							
	jours.	jours.	jours.	jours.	jours.	jours.	jours.
Oléron (Béarn).....	127,0	13,0	10,0	10,0	13,0	12,0	12,0
Toulouse.....	111,1	9,4	10,4	7,5	9,2	9,0	9,0
Rieux.....	132,0	12,0	10,0	11,0	14,0	11,0	14,0
Agen.....	94,0	3,0	10,0	7,0	8,0	10,0	10,0
Mont-Louis.....	98,0	6,0	8,0	10,0	6,0	12,0	10,0
Perpignan.....	70,0	6,0	7,0	7,0	5,0	6,0	6,0
Montpellier.....	81,7	9,1	7,7	6,2	7,4	8,0	8,0
Nîmes.....	150,3	4,6	5,2	3,6	4,8	5,2	3,4
Rhodez.....	102,0	8,0	11,0	6,0	9,0	12,0	9,0
Alais.....	115,2	11,7	11,9	9,3	7,6	10,4	10,7
Joyeuse.....	98,0	9,4	8,3	7,7	7,0	8,5	10,6
Genève.....	117,3	9,3	9,8	8,6	9,1	8,9	11,6
Dijon.....	139,0	14,0	10,0	13,0	10,0	6,0	18,0
Tournus.....	107,0	13,7	9,0	9,0	11,0	9,0	7,0
Villefranche.....	98,0	8,0	7,0	8,0	7,0	8,0	10,0
Lyon.....	119,0	10,0	9,7	4,7	6,0	11,0	16,0
Vienne.....	114,0	8,0	11,0	9,0	8,0	11,0	11,0
Grenoble.....	173,7	17,0	9,5	14,0	16,6	17,4	16,8
La Grande-Chartreuse.	155,0	14,0	11,0	13,0	19,0	13,0	13,0
Mont-Dauphin.....	90,0	10,0	7,0	8,0	8,0	7,0	6,0
Embrun.....	87,5	5,0	7,7	5,7	4,7	5,0	12,7
Viviers.....	98,0	10,0	8,6	7,0	7,9	9,1	8,4
Saint-Paul-Trois-Chât.	77,0	9,0	7,0	6,0	10,0	5,0	5,0
Orange.....	90,9	7,2	6,8	7,0	5,8	9,0	9,8
Saint-Saturnin.....	73,0	7,0	7,0	3,0	9,0	8,0	5,0
Arles.....	107,7	15,0	8,0	8,0	12,0	7,0	9,0
Marseille.....	60,0	7,0	6,0	5,0	6,0	6,0	5,0
Toulon.....	44,0	3,0	4,0	3,0	4,0	2,0	3,0
Gênes.....	132,0	11,0	12,0	10,0	11,0	12,0	14,0
Camajore.....	123,7	14,1	12,0	9,8	9,6	10,9	9,7
Cascina, près Pise....	81,9	9,7	10,5	7,4	6,6	6,0	6,7
Florence.....	114,6	14,1	11,2	9,3	10,8	9,7	10,1
Sienne.....	103,8	12,2	7,4	7,2	10,1	9,5	8,8
Rome.....	113,8	13,4	11,8	9,0	12,0	10,5	9,3
Naples.....	112,2	12,4	8,0	11,3	12,7	13,5	11,2
Bastia.....	113,0	9,0	12,0	12,0	11,0	9,0	11,0
Ajaccio.....	45,2	3,6	6,6	3,0	3,6	5,3	4,0
Cagliari.....	66,9	10,0	11,0	5,3	9,6	3,6	4,0
Messine.....	37,0	7,0	7,0	4,0	6,0	2,0	1,0
Palerme.....	70,3	10,2	8,5	9,3	7,5	6,4	3,7
Catane.....	55,7	8,2	7,6	5,0	7,8	3,7	2,6
Nicolosi.....	67,0	7,4	8,5	5,8	9,3	5,6	4,0
Alger.....	56,0	9,5	7,2	6,5	6,0	4,0	1,7
Le Caire.....	21,5	1,5	3,5	1,0	1,0	5,0	4,0
Moyenne....	93,7	9,2	8,7	7,6	8,6	8,2	8,5

Juin.	Juillet.	Août.	Septemb.	Octobre.	Novemb.	Observations.
ITALIE AU SUD DES APENNINS.						
jours.	jours.	jours.	jours.	jours.	jours.	
10,0	9,0	7,0	10,0	9,0	12,0	10 ans. Cotte, *Manuscr.*
9,9	7 6	6,5	7,6	10,8	9,4	*Journ. des propriétaires ruraux.*
13,0	9,0	9,0	10,0	10,0	9,0	6 ans. Cotte.
8,0	6,0	7,0	9,0	9,0	7,0	7 ans (1841-46).
10,0	5,0	7,0	6,0	7,0	10,0	6 ans. Cotte.
7,0	3,0	4,0	5,0	8,0	6,0	7 ans. Cotte.
5,5	4,0	4,6	6,5	7,5	7,2	26 ans. Poitevin.
2,4	2,7	3,6	4,6	5,6	4,6	17 ans. Baux et Valz.
7,0	5,0	7,0	6,0	9,0	13,0	4 ans. Cotte.
7,8	6,4	4,7	9,3	13,0	12,4	4 ans.
7,7	6,4	5,8	7,6	9,8	9,2	19 ans. Tardy.
9,8	9,8	8,7	10,2	10,7	10,8	17 ans. *Bibl. universelle..*
11,0	14,0	9,0	9,0	8,0	17,0	9 ans. Cotte.
8,0	7,0	6,0	9,0	8,0	11,0	8 ans. Cotte.
9,0	9,0	4,0	6,0	12,0	10,0	Cotte.
13,0	6,7	7,3	10,3	11,3	13,0	3 ans. *Ann. de la Société d'Agr.*
12,0	8,0	7,0	8,0	11,0	10,0	6 ans. Cotte.
16,8	13,6	12,6	15,0	9,0	15,4	7 ans. Dr Charvet.
17,0	11,0	10,0	11,0	10,0	13,0	6 ans. Cotte.
9,0	6,0	7,0	6,0	6,0	10,0	5 ans. Cotte.
6,7	2,5	5,5	11,5	8,0	12,5	(1838-40). Dr Bertrand.
7,6	5,7	4,9	7,5	10,5	10,8	40 ans. Flaugergues.
4,0	5,0	4,0	7,0	6,0	9,0	8 ans. Cotte.
6,7	5,3	6,5	8,0	9,7	9,1	30 ans. Nos observations.
8,0	4,0	2,0	3,0	6,0	11,0	10 ans. Cotte, *Manuscrits.*
6,0	6,0	7,0	9,0	8,0	12,0	5 ans. Cotte, *id.*
3,0	2,0	3,0	5,0	5,0	7,0	17 ans. Cotte, *id.*
5,0	1,0	3,0	4,0	7,0	5,0	2 ans. Cotte.
8,0	7,0	8,0	13,0	11,0	15,0	10 ans. Garibaldi et Grillo.
9,5	6,2	6,6	8,7	12,1	14,5	Schow.
4,2	3,1	2,1	6,4	9,5	9,7	Schow.
7,6	4,8	4,7	10,3	10,7	11,3	33 ans. Schow.
8,8	5,2	3,4	7,2	11,0	13,0	5 ans et demi. Schow.
7,2	3,9	4,3	7,4	12,7	12,5	Schow.
6,1	3,0	4,7	7,3	7,8	14,2	6 ans. Annali.
7,0	3,0	5,0	11,0	7,0	16,0	7 ans. Cotte.
2,3	0,3	1,3	3,0	5,6	6,6	3 ans. *Statistique de la Corse.*
4,3	1,6	0,3	5,3	6,3	5,6	3 ans. La Marmora.
0,0	1,0	1,0	1,0	2,0	3,0	6 ans. Cotte.
1,8	1,4	2,4	4,4	7,0	7,7	32 ans. Schow.
1,8	2,1	1,7	5,5	6,4	4,1	13 ans. *Acad. gioienia.*
3,0	1,6	2,5	5,0	8,3	6,0	29 ans. Les frères Gemellari.
0,1	1.5	2,9	4,6	4,4	7,6	8 ans (1836-46). Don.
0,0	0,0	0,0	1,0	3,0	1,5	2 ans. Jomard, *Comp.-rend.*, 1839.
7,1	5,1	5,1	7,3	8,4	9,9	

	Totaux de l'année.	Décemb.	Janvier.	Février.	Mars.	Avril.	Mai.
				5° FRANCE SEPTENTRIONALE,			
	ours.	jours.	jours.	jours.	jours.	jours.	jours.
Berne	140,6	9,0	8,4	8,8	9,2	10,2	15,4
Besançon	150,0	14,0	10,0	16,0	12,0	11,0	12,0
Lons-le-Saulnier	130,0	13,0	10,0	12,0	14,0	11,0	9,0
Pontarlier	135,0	13,0	10,0	12,0	11,0	12,0	10,0
Berzé-la-Ville	169,8	14,6	14,0	14,0	14,6	13,8	15,3
Le Puy	81,0	13,0	4,0	4,0	4,0	9,0	9,0
Clermont-Ferrand	145,0	11,0	8,0	6,0	16,0	15,0	16,5
Cusset	147,0	14,0	13,0	10,0	10,0	11,0	15,0
Mayenne	146,0	13,0	13,0	12,0	11,0	16,0	17,0
Chinon	120,0	11,0	11,0	10,0	9,0	10,0	10,0
Tours	106,8	7,8	6,5	11,0	10,2	8,8	6,2
Chartres	134,2	13,0	12,0	12,0	11,0	11,0	12,0
Denainvilliers	115,0	11,0	10,0	10,0	10,0	11,0	10,0
Paris	157,0	14,7	11,8	12,9	13,0	12,8	13,8
Montmorency	147,0	11,0	13,0	14,0	11,0	12,0	13,0
Lille	169,0	15,0	16,0	12,0	11,0	13,0	17,0
Cambrai	112,0	10,0	7,0	9,0	8,0	9,0	9,0
Maëstricht	212,0	21,0	16,0	14,0	17,0	18,0	16,0
Maubeuge	165,0	11,0	12,0	13,0	11,0	16,0	17,0
Laon	164,0	13,0	14,0	15,0	18,0	12,0	12,0
Montdidier	132,0	12 0	11,0	11,0	12,0	10,0	8,0
Troyes	120,0	10,0	9,0	9,0	9,0	11,0	12,0
Châlons-sur-Marne	121,5	12,0	10,3	10,3	10,2	9,6	9,3
Rhetel	173,0	22,0	12,0	12,0	14,0	17,0	21,0
Metz	166,0	15,0	14,0	12,0	14,0	14,0	16,0
Nancy	145,0	13,0	13,0	12,0	11,0	10,0	13,0
Mulhouse	164,0	11,0	13,0	11,0	10,0	19,0	16,0
Strasbourg	163,6	13,2	12,0	11,4	12,8	12,2	13,4
Haguenau	166,0	12,0	15,0	14,0	12,0	15,0	14,0
Manheim	149,0	12,8	12,6	12,9	11,3	11,7	12,1
Coblentz	86,4	10,2	8,0	7,0	5,8	9,0	9,0
Carlsruhe	172,0	16,0	16,0	16,0	16,0	14,0	14,0
Stuttgart	127,4	11,0	10,6	10,8	7,8	10,8	12,0
Wurzbourg	128,5	10,3	12,9	12,0	11,9	10,5	10,5
Gottingue	180,0	14,5	11,5	14,8	16,0	13,7	12,8
Berlin	140,3	13,5	14,1	11,4	12,5	10,4	10,5
Erfurth	141,1	9,9	10,1	11,0	11,9	8,8	10,6
Sagan	191,8	17,7	16,5	18,7	17,2	12,8	15,2
Prague	132,9	9,7	10,5	12,0	11,4	11,8	10,9
Ratisbonne	116,3	9,1	9,5	10,6	8,1	7,3	8,5
Munich	151,4	12,0	13,0	13,2	15,1	12,1	11,1
Vienne	162,2	15,0	11,5	12,6	17,4	13,2	13,0
Saint-Ander	149,2	10,7	11,7	13,5	11,3	11,2	13,2
Peissenberg	163,4	11,3	12,7	13,1	12,7	12,0	14,5
Tegernsée	170,2	10,6	12,7	14,1	14,0	14,0	14,6
Moyenne	145,4	12,7	11,6	11,9	11,9	12,0	12,7

Juin.	Juillet.	Août.	Septemb.	Octobre.	Novemb.	Observations.
SUISSE ET ALLEMAGNE.						
jours.	jours.	jours.	jours.	jours.	jours.	
16,4	10,4	15,2	9,2	17,8	10,6	8 ans. *Soc. écon.*
13,0	13,0	12,0	10,0	11,0	16,0	11 ans. Cotte.
10,0	10,0	11,0	9,0	9,0	12,0	6 ans. Cotte. *Manuscrits.*
15,0	11,0	10,0	9,0	10,0	12,0	9 ans. Cotte.
13,5	11,2	10,5	11,8	12,5	14,0	19 ans. Benon de Charmes.
11,0	3,0	6,0	8,0	6,0	4,0	3 ans. Cotte.
11,5	13,5	9,5	13,5	9,0	13,5	Lecoq, *Notes manuscr.*
15,0	15,0	6,0	9,0	14,0	15,0	9 ans. Cotte, *Manuscrits.*
11,0	11,0	9,0	11,0	17,0	16,0	13 ans. Cotte, *Id.*
10,0	10,0	8,0	7,0	11,0	13,0	4 ans. Cotte. *Id.*
10,2	6,3	8,3	8,4	12,4	10,6	7 ans (1832-38). Delaunay.
9,0	12,0	7,0	9,0	12,0	14,0	4 ans. Cotte, *Manuscrits.*
10,0	9,0	9,0	7,0	8,0	10,0	31 ans. Duhamel.
14,9	14,3	10,5	11,9	12,7	13,9	83 ans. Messier et Bouvard.
14,0	13,0	10,0	11,0	13,0	12,0	40 a. *Soc. d'agr. de la Seine,* VI.
11,0	15,0	12,0	12,0	16,0	19,0	6 ans. Cotte, *Manuscrits.*
9,0	11,0	8,0	10,0	10,0	12,0	14 ans. Cotte, *Id.*
18,0	19,0	21,0	16,0	16,0	20,0	(1818-33). Mineckler, *Mém. de Br.*
11,0	11,0	9,0	11,0	17,0	16,0	5 ans. Cotte, *Manuscrits.*
13,0	15,0	14,0	14,0	12,0	12,0	8 ans. Cotte.
12,0	14,0	11,0	11,0	11,0	9,0	8 ans. Cotte, *Manuscrits.*
10,0	10,0	10,0	9,0	8,0	13,0	7 ans. Cotte, *Id.*
8,7	9,6	10,1	9,4	10,3	12,1	43 ans. *Chalette,* 1806-48.
13,0	17,0	4,0	9,0	16,0	16,0	3 ans. Cotte. *Manuscrits.*
15,0	13,0	12,0	13,0	12,0	15,0	10 ans. Cotte, *Id.*
12,0	14,0	8,0	10,0	14,0	15,0	6 ans. Cotte, *Id.*
13,0	12,0	15,0	13,0	13,0	18,0	7 ans. Cotte, *Id.*
13,2	13,4	13,7	12,2	12,0	14,1	13 ans. Herrenschneider.
11,0	14,0	15,0	12,0	15,0	17,0	12 ans. Cotte, *Manuscrits.*
13,8	12.9	13,5	11,4	12,0	12,0	12 ans. *Eph. Manh.*
7,4	6,6	5,6	6,6	6,8	5,4	5 ans. *Statistique de la Roër.*
13,0	14,0	12,0	11,0	13,0	17,0	Eisenlhoer.
12,8	10,4	11,8	10,6	8,6	10,2	10 ans. Kaemtz.
12,1	11,1	11,1	9,0	8,2	9,9	10 ans. *Eph. Manh.*
15,5	18,5	18,5	14,2	15,2	14,8	Kaemtz.
11,6	12,4	10,1	10,8	9,8	13,2	17 ans.
10,9	13,4	12,1	10,6	11,4	10,4	12 ans. *Eph. Manh.*
15,0	17,8	17,5	14,2	14,3	14,7	12 ans. *Id.*
10,2	14,1	13,2	9,1	10,1	9,9	12 ans. *Id.*
10,8	13,5	12,1	8,8	9,8	8,2	10 ans. *Id.*
14,3	14,7	11,9	10,3	10,8	11,9	10 ans. *Id.*
13,7	14,3	12,2	12,2	11,8	15,3	5 ans. *Mém. d'agricult.*
15,9	15,8	14,2	10,2	10,8	10,7	12 ans. *Eph. Manh.*
17,9	16,8	15,9	11,9	12,1	12,0	12 ans. *Id.*
18,1	17,8	16,6	11,9	13,7	12,1	12 ans. *Id.*
12,8	12,8	11,5	10,7	11,9	12,9	

	Totaux de l'année.	Décemb.	Janvier.	Février.	Mars.	Avril.	Mai.
				6° Scandinavie.			
	jours.	jours.	jours.	jours.	jours.	jours.	jours.
Rekiavick.....	140,5	14,6	15,2	12,4	13,2	8,9	10,8
Copenhague.....	121,4	8,0	11,4	9,4	10,4	7,1	8,1
Stockholm.....	156,6	16,3	12,7	14,7	12,7	7,3	12,7
Abo.....	156,0	14,8	15,1	12,1	18,0	10,0	10,1
Vleaborg.....	96,0	7,0	4,7	7,9	6,8	7,4	8,5
Moyenne....	133,3	12,1	11,8	11,3	12,2	8,2	10,0
				7° Russie.			
Pétersbourg.....	164,0	13,2	12.5	12,7	11,7	11,3	13,6
Moscou.....	159,5	18,5	14,2	10,9	12,6	11,8	11,5
Kasan.....	90,3	9,8	7,0	8,0	7,5	7,2	8,0
Catherinebourg.....	105,8	7,7	9,7	8,6	7,0	7,7	9,3
Barnaoul.....	107,1	9,6	5,3	6,6	6,6	8,6	10,6
Bogolouvosk.....	103,7	3,3	7,5	7,5	8,0	8,0	9,0
Zlatoustk.....	120,6	8,0	8,6	11,3	9,0	8,0	10,3
Lougan.....	78,4	10,0	10,6	6,3	4,3	3,6	8,3
Irkoutsk.....	59,0	5,5	1,0	3,0	2,5	4,0	10,5
Iakoutsk.....	62,0	4,5	1,5	3,0	4,0	4,5	8,5
Peking.....	65,3	1,7	2,3	2,8	5,0	3,3	9,9
Moyenne....	101,8	8,3	7,3	7,4	7,1	7,1	9,9
				8° Italie au Nord			
Bude.....	111,7	9,9	9,2	9,9	11,3	9,8	8,9
Bologne.....	96,8	9,1	8,9	7,0	8,5	7,9	8,2
Chioggia.....	109,7	8,0	11,3	10,3	7,3	8,0	12,0
Venise.....	83,5	7,2	5,5	5,2	5,2	7,3	9,3
Padoue.....	96,5	8,2	7,5	6,5	6,7	8,3	9,6
Trieste.....	46.8	6,7	6,1	4,7	4,6	4,5	2,3
Vérone.....	97,5	7,0	7,4	5,6	7,0	9,8	11,0
Brescia.....	128,1	11,3	11,2	11,2	11,0	11,7	10,2
Milan.....	93,0	7,4	5,0	5,5	7,0	8,5	10,5
Turin.....	108,0	9,0	7,0	7,0	8,0	11,0	13,0
Saint-Bernard.....	100,6	7,9	7,0	8,3	9,3	8,9	8,7
Saint-Gothard.....	161,1	11,8	11,8	9,5	12,7	12,5	15,2
Moyenne....	102,6	8,6	8,2	7,6	7,5	9,0	9.9

Join.	Juillet.	Août.	Septemb.	Octobre.	Novemb.	Observations.
ours.	jours.	jours.	jours.	jours.	jours.	
8,7	9,8	10,1	11,2	12,3	12,4	8 ans. *Voyage* de Gaimard.
8,0	12,3	15,3	11,3	11,4	8,7	17 ans. Schow.
10,3	13,7	14,3	13,3	13,3	15,3	8 ans. *Eph. Manh.*
9,0	12,7	12,4	9,1	13,2	16,6	Kaemtz.
9,7	8,4	8,5	10,6	8,1	8,4	12 ans. Kaemtz.
9,1	11,4	12,1	11,1	11,7	12,3	
14,3	14,1	13,2	14,2	16,1	17,1	10 ans. Euler. 2 ans. Kuppfer.
11,7	11,9	14,1	10,9	14,6	16,8	27 ans. Petevotschikoff.
6,8	5,8	5,8	7,5	8,7	8,8	4 ans. Kaemtz.
12,3	8,3	8,3	8,3	9,6	9,0	3 ans. Kuppfer.
10,6	8,3	11,3	10,3	9,3	10,0	3 ans. Kuppfer.
10,3	11,6	9,6	9,0	9,6	10,3	3 ans. Kuppfer.
13,6	11,3	10,0	10,6	8,3	11,6	3 ans. Kuppfer.
8,6	5,6	4,3	3,6	4,5	8,6	3 ans. Kuppfer.
9,0	7,0	4,0	4,0	3,0	5,5	2 ans. Kuppfer.
5,5	6,0	5,5	6,5	9,0	3,5	2 ans. Kuppfer.
10,1	10,9	7,9	5,9	4,0	1,5	6 ans des miss. 1 an de Kuppfer.
10,3	9,2	8,5	8,6	8,8	9,3	
DES APENNINS.						
10,1	8,5	7,8	7,7	9,4	9,2	10 ans. *Eph. de Manh.*
8,4	6,0	6,7	6,7	11,1	8,3	18 ans. Schow.
11,3	8,3	8,6	8,6	10,3	5,7	3 ans. Schow.
8,8	6,6	5,7	6,5	9,0	7,2	5 ans. *Statistique de Venise.*
10,2	7,9	6,4	6,8	8,9	9,5	39 ans. Schow.
1,5	2,0	1,3	2,2	4,6	6,3	15 ans. Schow.
10,9	9,6	7,6	8,3	10,3	10,0	21 ans. *Mém. de l'Ac. de Vérone.*
5,8	6 8	10,2	14,7	11,7	11,3	10 ans. *Commentari del Atenco.*
9,5	7,6	7,6	7,8	7,9	8,7	26 ans. *Ephém.*
13,0	8,0	7,0	8,0	9,0	8,0	30 ans. *Acad.*
8,8	9,0	7,5	8,6	7,5	8,9	20 ans (1818-37). *Bibl. univ.*
17,3	14,8	15,2	13,6	14,3	12,4	11 ans. *Eph. Manh.*
9,6	7,9	7,6	8,3	9,5	8,9	

SECTION VII.—*Quantité d'eau tombée par jour de pluie.*

On tirera facilement des deux tableaux précédents la quantité moyenne d'eau qui tombe par jour de pluie, et qui n'est autre chose que le quotient de la quantité tombée, par le nombre de jours entre lesquels elle est répartie. Ce nouvel élément n'indique pas l'état de sécheresse ou d'humidité du climat, car au Caire, par exemple, il tombe très-peu d'eau en un petit nombre de jours de pluie ; à Trieste, beaucoup d'eau dans un petit nombre de jours, et l'une et l'autre localité peuvent passer pour sèches. Mais s'il ne détermine pas la pluviosité d'un lieu, il nous indique la nature de ses pluies, plus ou moins calmes ou torrentielles, et cette connaissance est essentielle pour juger des chances de crues rapides des torrents, de la nécessité de leur opposer des obstacles, là où la somme des pluies se répartit entre un petit nombre de jours ; tandis qu'ailleurs où cette somme se partage sur un grand nombre de jours, on n'a que des ruisseaux paisibles, et des rivières toujours pleines, ne dépassant pas leurs bords. Voici les résultats que nous offrent les différentes régions pour les saisons de l'année.

	Moyenne par jour pour				
	l'année.	l'hiver.	le printemps.	l'été.	l'automne.
	mill.	mill.	mill.	mill.	mill.
1° Angleterre à l'ouest	5,7	5,4	4,7	6,9	6,3
2° Angleterre à l'est	4,5	4,2	3,7	5,0	5,4
3° Côtes de l'ouest	5,2	5,2	4,1	5,1	6,2
4° France mérid., Italie du sud.	9,0	8,4	8,0	7,9	11,4
5° France septentr., Allemagne.	4,8	3,6	3,6	6,2	5,2
6° Scandinavie	3,7	2,4	2,9	5,5	4,2
7° Russie.	3,8	1,5	2,7	7,5	2,8
8° Italie du nord.	10,7	9,9	9,5	10,7	13,2

A la lecture de ce tableau, on ne s'étonnera plus des crues d'automne des torrents et des rivières de la France méridionale et de l'Italie ; ni de la belle agriculture de l'Italie du

nord, où des pluies aussi abondantes pénètrent profondément la terre en été ; ni de l'égalité du climat des trois premières régions, sous le rapport des pluies comme sous tant d'autres. Nous y voyons aussi que les lieux où les jours de pluie de l'été versent le plus d'eau en comparaison des autres saisons sont tous situés dans l'intérieur du continent : l'Italie septentrionale, la France, l'Allemagne et la Russie.

Mais si nous scrutions ce qui se passe dans quelques localités particulières, nous trouverions des chiffres bien plus frappants. Ainsi, en ne consultant que les chiffres moyens de l'année, nous avons :

	mill.		mill.
A Gênes.	10,2	A Joyeuse.	12,6
A Milan	10,5	A Toulon.	12,7
A Camajore . . .	11,1	A Trieste.	31,5

Ces nombres ne sont rien encore à côté du peu que nous savons sur les pluies majeures. Il faudrait avoir les observations originales, au lieu de simples résumés, pour pouvoir les énumérer dans les différents pays. M. Arago en cite différents exemples (1) : ainsi, à Bombay, on recueillait en un seul jour, en 1819, 162$^{mill.}$,4 d'eau ; à Cayenne, M. Roussin vit tomber, en 14 heures, 277$^{mill.}$,8 d'eau, ce qui n'égale pas la pluie observée à Gênes en 1822, le 25 octobre, qui donna 812$^{mill.}$,1 d'eau. Dans cette même ville, MM. Garibaldi et Grillo ont observé, le 22 août 1835, une pluie de 141$^{mill.}$,7, et le 16 septembre 1838, une autre de 159$^{mill.}$,0. Nos propres observations nous donnent, pour Orange :

	mill.
7 octobre 1820	153,3
14 septembre 1839. . .	145,4
4 octobre 1842	128,0

Les inondations de l'Ardèche, en 1827, furent causées

(1) *Annuaire du Bureau des longitudes*, 1824, p. 166.

par des pluies qui donnèrent, les 8 et 9 octobre, à Joyeuse, 791$^{mill.}$,7 d'eau en 24 heures (1), ce qui, attendu l'exactitude de l'observateur, M. Tardy de Brossy, met hors de doute la quantité observée à Gênes.

Ce sont là de véritables trombes qui transportent sur un point une quantité considérable de vapeurs; c'est par un semblable effet que le village de Goncelin (Isère) fut entièrement submergé, renversé par une pluie torrentielle qui s'engouffra dans le vallon à l'entrée duquel il est situé; celle qui ravagea la ville de Saint-Étienne, en 1834, versa à Saint-Symphorien-le-Château plus de 324$^{mill.}$,8 d'eau. C'est dans les régions où les chiffres moyens signalent les quantités de pluies les plus fortes que se présentent ces phénomènes dangereux.

De pareils déluges, dans la région méridionale, sont très-fâcheux pour l'agriculture, en ce qu'ils couchent et renversent les plantes sur pied, qu'ils ravinent les terres, obligent à les soutenir par des murs partout où elles présentent un peu de pente; mais ils le sont surtout pour les propriétés limitrophes des rivières et des torrents, dont ils rompent les digues, en se frayant un passage à travers les terres, qu'ils couvrent de pierres et de graviers et jamais de bon limon, si ce n'est dans les parties les plus éloignées de leur point de départ. C'est à ces pluies d'averse que l'on doit attribuer surtout la nudité des montagnes de ces régions. Sans doute il a été très-imprudent de les priver de bois et de gazon; la transhumance des troupeaux qui ont transformé les forêts des Alpes en pâturages, et surtout les défrichements ont accéléré la dévastation; mais sous un climat dont les pluies seraient plus régulières, le rocher n'eût pas été mis à nu, comme il l'a été dans tous les pays anciennement habités de la région méditerranéenne.

La main de l'homme parviendra-t-elle à réparer le mal dont

(1) *Biblioth. univers.* t. XXXVII, p. 7 et 8.

elle a été complice? C'est là un grand problème qui doit être mieux étudié qu'il ne l'a été jusqu'ici, car l'étendue du mal est encore ignorée, l'on n'en a signalé que la nature, et quant au remède, il faudrait savoir à qui il est possible de demander les moyens de l'appliquer ; quelle main est assez forte pour l'obtenir et le diriger ; quelle institution, mise à l'abri des révolutions d'opinion et de politique, peut perpétuer le traitement qui devra durer des siècles, avant d'avoir rétabli nos montagnes dans l'état dont tant de siècles d'incurie les ont fait sortir.

SECTION VIII.— *Groupement des pluies.*

Si l'on considère l'effet de l'évaporation sur la terre, celui de l'imbibition, les facilités ou les obstacles que peut avoir l'écoulement dans un grand nombre de sols, on concevra que tous les éléments que nous venons d'énumérer sont encore insuffisants pour caractériser un climat, mais qu'un de ceux qu'il nous importe le plus de connaître, c'est le groupement des pluies, c'est-à-dire leur succession pendant plusieurs jours consécutifs, et les intervalles qui les séparent. Supposons en effet un pays qui reçoive 10 pluies de 3 millimètres (Berlin), dans le mois de la plus grande végétation, et un autre qui en reçoive 4 de 15 millimètres (Trieste). Supposons en outre que ces pluies soient également distribuées dans le mois. Il pleuvrait à Berlin tous les trois jours, à Trieste tous les sept à huit jours ; tous les trois jours, à Berlin, les plantes se satureraient d'eau par leurs feuilles, leurs poils, leurs pores, leurs radicules, en un mot, par toute leur surface extérieure ; à Trieste, cette saturation n'aurait lieu que tous les sept jours. La terre, au moins, serait-elle imbibée assez fortement pour que, dans ce dernier lieu, l'absorption des racines pût suppléer à celle des feuilles? Le serait-elle assez peu à Berlin pour qu'il y eût ainsi compensation? Mais

il faut observer qu'un retour de pluie tous les trois jours suppose un climat habituellement nébuleux, par conséquent peu de chaleur solaire et peu d'évaporation terrestre; tandis que le climat où il ne pleut que tous les sept jours suppose un ciel ordinairement serein où l'évaporation est très-forte.

Mais si, au lieu d'une pluie tous les sept jours, les 4 pluies du mois avaient lieu à Trieste en un seul groupe de 4 jours, suivi de 27 jours de sécheresse, les plantes souffriraient manifestement. Il est donc important, surtout pour les contrées où les pluies sont rares, de connaître les intervalles moyens qui séparent les pluies entre elles, et de déterminer les probabilités de régularité ou d'irrégularité de leur retour, car ce sont ces probabilités qui rendent l'agriculture régulière ou chanceuse, et qui doivent déterminer le choix de telles ou telles cultures spéciales. Il est donc fortement à désirer que l'on puisse, par un système d'observations mieux coordonné et plus régulier, obtenir sur chaque localité les renseignements nécessaires, afin que la science agricole cesse de se tenir dans un vague nuisible à ses progrès.

L'étude des intervalles moyens des pluies est encore à faire, et nous n'avons pour la tenter qu'un petit nombre de lieux dont nous possédions les observations complètes; car il ne suffit pas ici de résumés où l'on ne trouve souvent que ce qu'on ne cherche pas. Heureusement ces lieux sont placés de manière à donner une idée du groupement des pluies dans toute la partie occidentale de notre continent.

Pour former ces groupes, nous comptons dans chaque mois le nombre de pluies qui se suivent, le nombre de jours d'intervalle entre ces pluies; nous additionnons séparément ces deux séries; nous divisons chaque total par le nombre des groupes, et nous avons ainsi le chiffre moyen du nombre de jours d'un groupe moyen, et celui de l'intervalle moyen qui sépare chaque groupe. C'est de cette manière que nous avons trouvé les chiffres suivants :

	Nicolosi (1811-39).		Orange (1814-39).		Paris (1748-80).	
	Jours d'intervalle.	Jours de pluie consécut.	Jours d'intervalle.	Jours de pluie consécut.	Jours d'intervalle.	Jours de pluie consécut.
Janvier . . .	5,3	2,2	5,7	1,7	3,4	2,0
Février . . .	6,1	1,5	4,9	1,7	3,6	2,5
Mars	4,7	2,0	5,7	1.6	4,4	2,9
Avril	9,2	1,9	3,0	2,0	3,5	2,8
Mai.	17,6	1,9	3,4	1,8	3,9	3,1
Juin.	25,7	1,0	4,9	1,6	4,2	3,5
Juillet. . . .	27,1	1,0	5,2	1,3	4,2	4,2
Août.	11,1	1,5	5,3	1,2	4,9	2,1
Septembre. .	7,3	1,8	4,4	1,7	3,9	3,7
Octobre. . .	6,0	2,0	3,6	1,9	4,3	2,9
Novembre. .	6,3	1,6	4,1	1,7	3,3	2,9
Décembre. .	5,0	1,8	4,6	1,6	3,7	3,2
Année. . . .	10,8	1,7	4,6	1,7	4,0	3,0

Ainsi l'on voit que les intervalles de pluie deviennent toujours plus grands en allant du nord au midi, et que le nombre des jours de pluies groupés ensemble diminue aussi dans le même ordre. On voit qu'en moyenne, on a à Nicolosi 1,7 jour de pluie, suivis de 10,8 jours de sécheresse; à Orange 1,7 de pluie, suivis de 4,6 de sécheresse; à Paris 3 jours de pluie, suivis de 4 jours de sécheresse. On remarque ensuite que les intervalles sont les moindres pour chaque localité, dans le mois où se développe la végétation : celui de mars à Nicolosi, d'avril à Orange et à Paris; dans ces mois aussi le groupe des pluies est plus fort à Nicolosi et à Orange; mais à Paris, c'est en juillet que le groupe de pluies est le plus considérable.

Si de l'examen de cet état moyen nous voulions passer aux probabilités d'un état extrême, il nous faudrait connaître l'état de l'évaporation dans les trois lieux; nous avons déjà dit combien les observations de ce genre que nous possédons présentent d'inexactitude, et, en particulier, que nous ignorons presque partout le chiffre de l'évaporation terrestre; cependant, pour offrir un type de nos raisonnements, nous

nous servirons des observations que nous avons, en supposant que l'évaporation terrestre soit le tiers de celle de l'eau.

Il tombe à Nisolosi, pendant le mois d'avril, $11^{mill.},3$ d'eau, par jour de pluie; les séries de pluie sont de 1,9 jour, et donnent par conséquent $21^{mill.},6$ d'eau. L'évaporation à Catane, près de Nicolosi, est de $1^{mill.},4$ par jour, pendant ce même mois, et par conséquent de $13^{mill.},4$ pour les 9,2 jours qui séparent les pluies : il reste donc habituellement alors $8^{mill.},2$ d'eau dans le sol au profit des plantes; et pour que la sécheresse fût complète, il faudrait, ou qu'il n'y eût qu'un seul jour de pluie, ou que l'intervalle des pluies fût de 14,4 jours. Or, nous trouvons que l'une ou l'autre de ces combinaisons s'est présentée 24 fois sur 25 années. Ainsi, à peu près chaque année, on doit trouver dans ce pays et dans ce mois un intervalle plus ou moins long de jours pendant lesquels les plantes souffrent de la sécheresse. Il faut donc avoir recours à l'irrigation, ou bien rendre la culture des arbres prédominante.

A Orange, nous avons pendant le mois de mai :

	mill.
Par jour moyen de pluie	7,0
Pour chaque série de pluie de 1 ,8	12,6
Évaporation terrestre pour chaque intervalle moyen de $3^{j},4$ (1)	7,5
Reste d'eau en terre, .	5,1

Si la durée de la pluie moyenne n'est que de 1 jour, ou que l'intervalle soit de 6 jours, il y aura sécheresse en terre pour les plantes; ces combinaisons se sont rencontrées 12 fois sur 17 ans : il y a donc une probabilité de 2 contre 3 environ qu'il y aura un intervalle de quelques jours où, pendant le mois de mai, les plantes souffriront de la sécheresse, à Orange.

(1) *Voir* le tableau de l'évaporation terrestre à Orange, p. 122.

Relativement aux céréales, c'est le mois de juin qui, à Paris, offre la période de végétation qui se présente au mois de mai, à Orange.

	mill.
Nous avons pendant ce mois une pluie moyenne par jour de $4^{mill.},1$, et pour chaque période de $3^j,5$, une quantité de	14,3
L'évaporation de l'eau est par jour, pendant ce mois, de $2^{mill.},3$; l'évaporation de la terre, de $0^{mill.},8$, et pour l'intervalle moyen de $4^j,2$. , ...	3,3
Reste d'eau en terre, .	11,0

Pour qu'il y eût sécheresse, il faudrait qu'avec 1 seul jour de pluie l'intervalle fût de $\frac{4,1}{0,8} = 5$ jours; avec deux jours de pluie, l'intervalle de 10 jours, ainsi de suite. Ces circonstances se sont présentées 11 fois en 32 ans; il y a donc probabilité, seulement de 1 sur 3, qu'il y aura un intervalle de quelques jours où, pendant le mois de juin, les plantes souffriront de la sécheresse à Paris. Mais ce risque est déjà suffisant pour faire apprécier les avantages de l'irrigation dans cette contrée.

Si l'on faisait une semblable analyse pour un grand nombre de lieux, nous pourrions avoir une idée complète de l'état des cultures dans leurs rapports avec les climats; surtout si, ne se bornant pas à la saison du printemps, on recherchait aussi les probabilités de la sécheresse au moment des récoltes, d'une humidité suffisante au moment des ensemencements, etc. Le pénible travail que nous venons de faire pour trois localités seulement peut donner une idée de ce qu'il importe d'obtenir en ce genre, si l'on veut établir définitivement les climats agricoles sur des bases rationnelles.

SECTION IX.—*Des vents de pluie.*

Nous avons vu, dans la première partie de la météorologie agricole, les conditions qui constituent un vent pluvieux

pour une localité donnée; il ne sera peut-être pas inutile de voir l'application de ces principes pour l'Europe: nous plaçons donc ici les résultats de nos investigations à ce sujet.

Nous remarquerons d'abord que le vent qui donne les pluies les plus fréquentes n'est pas toujours celui qui est le plus pluvieux. Ainsi, par exemple, il pleut à Orange 32 fois par le vent du nord, 25 fois par le vent du sud, 8 fois par le vent du sud-est; mais le vent du nord souffle 209 jours de l'année, le vent du sud 68 jours, et le vent du sud-est 8 jours. Par conséquent, bien que le nombre des jours de pluie soit le plus grand dans l'année pour les vents du nord, puis pour les vents du sud, et enfin, en dernière ligne, pour ceux de sud-est, il n'en est pas moins vrai que chaque fois que le vent du nord souffle, il n'y a que 0,15 de probabilité pour qu'il pleuve, tandis qu'il y a 0,36 par le vent du sud, et 1,00 par le vent du sud-est. Celui-ci est donc en réalité le vent le plus pluvieux du pays, puisque chaque fois qu'il paraît, on peut parier presque à coup sûr qu'il sera accompagné de pluie. La quantité de pluie qui tombe sous l'influence des différents vents est ordinairement la plus forte pour les vents qui ont la plus forte probabilité d'amener la pluie. Nous distinguerons donc dans les vents, considérés par rapport aux pluies, les probabilités que tel ou tel vent amènera la pluie, et celles que tel ou tel vent amènera telle quantité de pluie. Ce dernier terme n'a pu être obtenu partout, faute de pouvoir disposer d'observations complètes. Nous n'avons d'ailleurs fait nos calculs que pour un petit nombre de localités choisies dans les différentes régions; mais on conçoit combien il serait avantageux que de semblables résultats fussent obtenus partout. Il faudrait que toutes les circonstances spéciales de chaque lieu fussent tout à fait définies. On pourrait alors régler presque avec certitude le travail agricole, et s'arranger pour mettre les cultivateurs à l'abri des pertes causées par le mauvais temps.

Tableau des Vents de pluie.

DIRECTIONS moyennes.		NORD.	NORD-EST.	EST.	SUD-EST.	SUD.	SUD-OUEST.	OUEST.	NORD-OUEST
	MAFRA.								
244° 8′	Nomb. de pluies par chaque vent.	6,70	5,00	3,90	15,40	17,90	28,30	25,20	24,30
207 9	Prob. de pluie pour ch. vent.	0,07	0,08	0,12	0,67	0,77	0,82	0,57	0,49
	BRUXELLES.								
229 39	Nombre de pluies	19,00	7,17	5,00	2,40	31,40	47,60	41,40	15,80
226 22	Probabilité de pluie. . . .	0,36	0,20	0,20	0,26	0,61	0,62	0,58	0,20
	MIDDELBOURG.								
265 46	Nombre de pluies	17,80	9,4	13,60	7,40	17,80	29,80	42,40	22,20
193 25	Probabilité de pluie. . . .	0,39	0,32	0,20	0,40	0,50	0,68	0,48	0,54
	HAMBOURG.								
259 47	Nombre de pluies	4,00	3,30	4,80	5,60	5,10	30,90	41,60	18,60
263 13	Probabilité de pluie. . . .	0,31	0,08	0,11	0,14	0,30	0,43	0,47	0,35
	DIJON.								
148 5	Nombre de pluies	14,50	6,50	26,50	24,00	63,00	2,50	5,50	1,50
141 30	Probabilité de pluie. . . .	0,14	0,41	0,47	0,59	0,70	0,30	0,24	0,07
	ORANGE.								
9 58	Nombre de pluies	32,00	2,40	6,40	7,60	24,90	5,10	6,50	4,30
130 50	Probabilité de pluie. . . .	0,15	0,62	0,54	1,00	0,36	0,39	0,58	0,38
	FLORENCE.								
108 8	Nombre de pluies	19,30	4,00	30,40	14,00	21,10	10,90	8,00	1,30
142 54	Probabilité de pluie. . . .	0,23	0,26	0,39	0,23	0,43	0,29	0,21	0,18
	PALERME.								
273 58	Nombre de pluies	6,00	2,90	8,70	0,70	3,10	8,00	53,90	6,90
303 21	Probabilité de pluie. . . .	0,30	0,07	0,20	0,50	0,30	0,23	0,42	0,41
	BUDE.								
288 53	Nombre de pluies	15,80	12,50	25,30	10,50	17,90	5,60	12,50	7,50
216 29	Probabilité de pluie. . . .	0,35	0,19	0,27	0,41	0,34	0,29	0,38	0,30
	BOLOGNE.								
84 26	Nombre de pluies	4,70	0,50	44,50	0,80	3,50	0,00	31,30	0.50
67 49	Probabilité de pluie. . . .	0,25	0,23	0,21	0,21	0,30	0,00	0,30	0,20
	PADOUE.								
9 47	Nombre de pluies	34,70	15,40	10,10	1,60	1,80	2,10	7,70	7,20
75 42	Probabilité de pluie. . . .	0,29	0,47	0,20	0,08	0,80	0,11	0,18	0,17
	SAINT-GOTHARD.								
247 10	Nombre de pluies	0,70	49,30	4,30	0,80	34,90	39,60	18,70	0,00
256 51	Probabilité de pluie. . . .	0,30	0,27	0,33	0,38	0,57	0,63	0,77	0,00
	PARIS.								
229 26	Nombre de pluies	5,70	3,80	2,50	6,70	24,50	57,00	37,80	12,70
234 33	Probabilité de pluie. . . .	0,13	0,09	0 11	0,29	0,39	0,85	0,54	0,38
	BERLIN.								
255 44	Nombre de pluies	4,00	9,90	13,30	13.50	9,30	41,00	37,60	31,00
290 12	Probabilité de pluie. . . .	0,48	0,31	0,30	0,26	0,33	0,51	0,57	0,58
	MANHEIM.								
148 1	Nombre de pluies	16,10	8,70	13,60	15,90	36.90	11,90	18,20	3,60
153 0	Probabilité de pluie. . . .	0,25	0,40	0,46	0,67	0,61	0,60	0,24	0,16
	MUNICH.								
251 13	Nombre de pluies	4,60	3,00	10,20	1,00	12,40	29,00	65,80	2,10
249 5	Probabilité de pluie. . . .	0,16	0,19	0,15	0,11	0,31	0,48	0,49	0,26
	PRAGUE.								
270 10	Nombre de pluies	11,60	2,30	2,70	3,00	10,90	13,90	33,10	13,80
306 29	Probabilité de pluie. . . .	0,42	0,37	0,11	0,26	0,25	0,35	0,40	0,38
	SAGAN.								
225 5	Nombre de pluies	13,50	14,80	11,10	10,90	43,30	50,40	32,10	17,20
25 41	Probabilité de pluie. . . .	0,59	0,38	0,27	0,38	0,63	0,66	0,65	0,51
	COPENHAGUE.								
230 32	Nombre de pluies	9,60	4,00	14,20	14,20	26,20	16,60	41,00	11,20
250 45	Probabilité de pluie. . . .	0,25	0,20	0,31	0,47	0,54	0,58	0,45	0,25
	STOCKHOLM.								
121 45	Nombre de pluies	26.60	12,60	21,60	12,60	29,40	12,20	15,20	6,80
105 27	Probabilité de pluie. . . .	0,54	0,65	0,67	0,74	0,66	0,47	0,25	0,43
	PÉTERSBOURG.								
174 17	Nombre de pluies	12,30	21,00	21,00	44,20	36,80	41,00	21,70	15,80
213 16	Probabilité de pluie. . . .	1,00	0,46	0,82	0,71	0,84	1,00	0,45	0,79

Dans le tableau précédent, la première ligne de chaque localité indique le nombre des pluies qui tombent chaque année, par chaque direction de vent; la seconde, la probabilité qu'il tombera de la pluie, quand on voit régner un certain vent. Cette seconde ligne explique parfaitement, par exemple, pourquoi tout vrai Parisien prend son parapluie, tout en voyant briller le soleil, si les girouettes indiquent le vent du sud-ouest; c'est que ce vent apporte de la pluie 85 fois sur 100. Les directions marquées dans la première colonne sont les directions moyennes d'où viennent les pluies, et les directions moyennes des vents les plus pluvieux.

CHAPITRE VI.

De la neige.

Dans les contrées méridionales, les agriculteurs se préoccupent surtout de la répartition des pluies; celle des neiges est d'une importance tout aussi grande au nord, et les hivers sans neige y sont une calamité égale à celle des printemps sans pluie au midi. Nous avons déjà indiqué les avantages de la protection que la neige offre, pendant l'hiver, à la végétation qu'elle recouvre; nous ajouterons ici, à l'appui de nos premières explications, des expériences importantes de M. Boussingault, qui achèvent de dissiper tous les doutes.

« J'ai commencé en février 1841, nous dit cet auteur (1), quelques observations qui montrent que la neige se comporte comme un écran qui, en abritant le sol, le soustrait au refroidissement qu'il ne manquerait pas d'éprouver dans les nuits sereines, en rayonnant vers les cieux... La couche de neige avait un décimètre d'épaisseur; elle recouvrait depuis un mois un champ ensemencé en blé. Le soleil donnait en

(1) *Économie rurale*, t. II, p. 684.

plein sur le champ couvert de neige, les jours où j'ai observé. » Voici les résultats qu'il a obtenus :

	Thermomètre sous la neige.	Sur la neige.	Dans l'air.
Le 11 février, 5 heures du soir. .	0°,0	1°,5	2°,5
Le 12 février, 7 heures du matin.	— 3 ,5	—12 ,0	— 3 ,0
— 5 heures du soir. .	0 ,0	— 1 ,4	+ 3 ,0
Le 13 février, 7 heures du matin.	— 2 ,0	— 8 ,4	— 3 ,8
— 5 heures ½ du soir.	0 ,0	— 1 ,0	+ 4 ,5
Le 14 février, 7 heures du matin.	0 ,0	0 ,0	+ 2 ,0

Ces expériences sont fort claires. Le matin, le thermomètre sous la neige est toujours beaucoup plus élevé que celui qui est au-dessus, et souvent que celui qui est exposé à l'air libre. Le jour, le thermomètre sous la neige revient à zéro par l'effet de la fusion de la glace; tandis que celui qui est placé au-dessus, malgré l'effet direct du soleil, prend la température de l'eau qu'il touche. Il y a donc pour le thermomètre sous la neige de beaucoup moins grandes variations et une température habituellement plus élevée que pour celui de la surface supérieure. De pareilles expériences, tentées dans les régions du nord, confirmeraient probablement ces résultats.

Il est extrêmement intéressant de connaître pour chaque localité la répartition des neiges. Nous la donnons dans le tableau suivant, au moins en ce qui concerne le nombre de jours moyens où il neige dans chaque lieu. La quantité de neige tombée chaque fois et le nombre des jours pendant lesquels les neiges persistent sous une hauteur déterminée seraient aussi des éléments météorologiques d'une grande valeur pour la comparaison des climats septentrionaux ; mais dans l'état actuel de nos connaissances, il est impossible de rien donner à cet égard.

Dans le midi de l'Europe la neige fond en tombant, ou du moins ne reste que peu de jours sur la terre ; elle doit donc être regardée comme une pluie froide tombant avec peu

d'abondance, mais avec continuité, pendant tout le temps qui s'écoule jusqu'à la fonte totale; pluie dont rien ne se perd, et qui pénètre entièrement dans la terre. Vient ensuite une contrée intermédiaire où la durée de la neige est plus longue, où quelquefois elle persiste presque tout l'hiver; les récoltes n'y courent donc des chances bien fâcheuses qu'autant qu'une année sans neige est en même temps très-froide. Les récoltes de cette région manquent quelquefois, faute d'une suffisante couverture de neige en hiver quand le ciel se maintient serein; enfin vient la région qui garde son costume blanc tout l'hiver. Elle s'annonce par les traîneaux qui attendent dans toutes les remises la saison où le pays entier se livre à ce plaisir si vif et si désiré. Ici on compte comme des années calamiteuses celles où la neige manque au rendez-vous, et celles où, après un dégel, elle ne vient pas de nouveau garantir les plantes des retours du froid.

Pour que l'on soit assuré du séjour constant des neiges hivernales, il faut à la fois un grand nombre de jours de neige et de jours de gelée. M. de Humboldt a très-bien observé que, sur le revers nord de l'Himalaya, la neige est moins épaisse que sur le revers sud, parce qu'elle y est plus rare et moins abondante. D'un autre côté, des neiges considérables, tombées dans le midi de la France, y résistent rarement plus de trois jours à l'action du soleil; après ce terme, on n'en trouve qu'à l'ombre et près des abris où les vents l'accumulent.

En examinant sur la carte la ligne où les neiges persistent pendant l'hiver, on voit qu'elle commence là où les mois présentent en moyenne plus de 5 chutes de neige et où les hivers ont plus de 80 jours de gelée. Ainsi, la France septentrionale et la Belgique jusqu'aux bords du Rhin (sauf les lieux élevés) sont dans la région de transition; à partir de la Franconie et du revers oriental de la forêt Noire, tous les pays au nord et à l'est sont habituellement couverts de neige en hiver, jusque dans les plaines de la Hongrie.

Le tableau des pages 312 et 313, en y joignant celui des jours de gelée que nous avons donné plus haut, fournira une idée approximative de cette distribution.

D'après ce tableau, le nombre des jours de neige croît depuis les bords de la Méditerranée, Marseille, Florence, Rome où elle est rare, jusqu'aux steppes de la Sibérie, et au sommet des Alpes où l'on trouve 66, 83, 116 jours de neige par an. Mais ce qu'il faut surtout remarquer, ce sont les époques des principales chutes de neige dans les différentes régions. Dans la Russie asiatique, à Yakoutsk, à 127° à l'est de Paris, c'est octobre qui est le mois le plus neigeux; à Barnaoul, à 82°, c'est novembre, ainsi qu'à Nijné-Taguilsk, Zlatoustk, Catherinebourg; à Moscou, janvier; enfin à Pétersbourg et dans le reste de la zone neigeuse de l'Europe, février présente le plus grand nombre de jours de neige; sur le Saint-Gothard, cette époque n'arrive qu'en mars. Le rideau de neige semble s'étendre progressivement de l'orient à l'occident, c'est-à-dire des pays où l'hiver est plus froid à ceux où il est moins rude.

L'énorme zone de neige qui s'étend au nord-est du continent produit une forte évaporation et un accroissement de froid qui rend les vents d'est et de nord plus fréquents en hiver et au printemps. L'évaporation, augmentant lorsque le soleil commence à frapper ces vastes amas de neige, en février et en mars, accroît aussi la réfrigération et amène les abaissements de température qui se font sentir dans ces deux mois. Il résulte de là des vents qui entraînent les nuages, donnent à l'air une plus grande pureté, et égalisent les températures diurnes et nocturnes, en évitant la succession des gelées et des dégels. Ce n'est que plus tard, en avril et en mai, l'équilibre des couches d'air se trouvant rétabli et les vents du nord et de l'est étant moins fréquents, que les gelées nocturnes, suivies de dégels, deviennent d'autant plus redoutables que la végétation est alors plus avancée.

Tableau du nombre

	Totaux de l'annee.	Décemb.	Janvier.
Dublin	14,5	2,5	2,9
La Rochelle	7,6	2,1	1,0
Bruxelles	21,0	3.2	3,8
Middelbourg	27,6	5,8	5,0
Hambourg (16 ans)	18,1	4,1	4,6
Genève (21 ans, 1802-23)	9,6	2,6	3,4
Grenoble (6 ans)	18,0	5,0	4,8
Orange (30 ans)	4,9	0,5	1,4
Marseille	2,6	0,6	0,4
Florence (9 ans)	1,3	0,1	0,4
Sienne (5 ans)	6,5	1,0	1,3
Rome (39 ans)	1,9	0,2	0,7
Bologne (7 ans)	6,2	2,1	1,3
Padoue (9 ans)	9,1	2,8	1,4
Venise (7 ans)	5,6	0,6	2,4
Trieste	9,0	1,7	2,9
Vérone (24 ans)	6,1	1,6	2,2
Milan (16 ans)	9,8	2,1	3,8
Turin	9,0	1,7	2,9
Bude (9 ans)	24,6	5,0	5,4
Bucharest	23,0	.... 16 pour	
Saint-Gothard	116,9	16,5	15,0
Berzéleville	21,2	2,8	4,2
Paris (Cotte)	13,0	2,0	5,0
Metz	30,0	7,0	6,0
Strasbourg (14 ans)	16,2	3,2	4,4
Manheim (12 ans)	24,8	5,1	5,6
Carlsruhe	27,0	5,0	7,0
Wurzbourg	30,1	6,1	6,1
Erfurth	31,8	4,7	4,7
Berlin (1769-80)	32,3	5,0	9,0
Sagan	50,9	12,0	9,4
Prague	34,1	5,6	6,1
Vienne	32,2	7,2	5,8
Ratisbonne	28,3	4,8	6,0
Munich	48,9	8,1	8,7
Saint-Ander	49,2	7,3	7,3
Peissenberg	58,7	8,2	9,3
Tegernsée	70,7	8,6	8,9
Rekiavick (Islande)	46,4	8,6	7,9
Spyderberg (Norvège)	31,3	4,8	6,0
Copenhague	32,6	5,9	7,1
Stockholm	68,0	13,8	13,6
Pétersbourg (11 ans)	62,0	11,7	13,6
Moscou (19 ans)	71,5	14,2	13,2
Catherinebourg (2 ans)	62,5	6,5	10,0
Nijné Taguilsk (2 ans)	83,5	14,0	8.5
Barnaoul (2 ans)	66,5	12,0	5.5
Zlatouste (2 ans)	66,0	8,5	6,5
Yakoustk (2 ans)	55,0	9,0	2,0
Peking	8,0	1,3	2.0

de jours de neige.

Février.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juillet.	Août.	Septemb.	Octobre.	Novemb.
3,9	2,1	1,5	0,4	»	»	»	»	0,2	0,9
0,9	2,1	0,3	0,1	»	»	»	»	»	1,1
3,8	5,4	2,8	»	»	»	»	»	0,3	2,0
5,2	7,0	1,3	0,1	»	»	»	»	»	3,2
2,6	3,6	1,7	»	»	»	»	0,1	1,2	8,4
1,4	0,9	0,4	»	»	»	»	»	0,1	0,8
4,2	2,7	0,3	»	»	»	»	»	0,2	0,8
0,5	0,4	0,1	»	»	»	»	»	0,6	0,9
0,9	0,7	»	»	»	»	»	»	0,1	0,1
0,3	0,2	»	»	»	»	»	»	0,1	0,2
1,3	2,0	0,3	»	»	»	»	»	»	0,6
0,4	0,2	0,1	»	»	»	»	»	0,1	0,2
1,9	0,4	0,1	»	»	»	»	»	»	0,4
1,1	2,2	1,1	»	»	»	»	»	0,1	0,4
1,2	1,1	»	»	»	»	»	»	»	0,3
1,5	1,5	0,6	»	»	»	»	»	»	0,8
1,2	0,6	0,1	0,1	»	»	»	»	0,1	0,2
2,1	1,1	0,1	»	»	»	»	»	0,1	0,6
1,5	1,5	0,6	»	»	»	»	»	»	0,8
5,4	4,7	0,7	»	»	»	»	»	0,2	3,4
cinq mois.			»	»	»	»	7 pour trois mois.		
14,7	17,7	12,6	12,8	2,9	3,0	4,3	4,4	8,8	14,2
3,2	3,4	1,4	1,0	»	»	»	0,4	2,0	2,8
2,0	1,0	»	»	»	»	»	»	2,0	1,0
6,0	5,0	1,0	»	»	»	»	»	1,0	4,0
3,5	2,2	0,9	»	»	»	»	»	0,1	1,9
5,3	5,3	0,6	»	»	»	»	»	»	2,9
6,0	4,0	2,0	»	»	»	»	»	»	3,0
6,7	6,0	1,1	»	»	»	»	»	»	4,1
5,6	9,0	2,4	0,1	»	»	»	»	0,3	5,0
6,2	5,0	2,0	»	»	»	»	»	0,1	5,0
12,2	11,6	3,8	0,2	»	»	»	0,1	1,2	8,4
9,8	4,0	2,6	0,4	»	»	»	»	0,4	5,2
4,8	5,0	2,6	0,8	»	»	»	»	1,0	5,0
6,1	4,8	1,9	0,2	»	»	»	»	0,2	4,3
9,9	8,4	4,7	1,2	0,1	»	»	0,2	1,5	6,1
9,8	9,7	5,8	1,5	0,1	0.2	0,1	0,3	1,5	5,6
9,9	11,3	6,6	1,6	0,1	»	»	0,4	3,3	8,4
11,2	11,5	7,8	2,6	1,1	0,5	0,9	1,0	8,6	8,0
8,0	7,3	4,1	1,5	0,1	»	0,1	0,5	3,0	5,3
7,5	3,7	1,2	2,8	»	»	0,2	0,2	1,2	3,7
6,4	8,0	1,7	0,4	»	»	»	0,1	0,3	2,7
13,6	12,8	4,4	2,2	»	»	»	»	1,3	6,3
11,7	11,4	5,9	2,2	0,1	0,1	»	0,4	4,9	10,1
10,2	9,2	3,0	0,6	»	»	»	1,2	7,0	12,9
11,5	9,0	6,5	4,5	»	»	»	4,0	3,0	7,5
6,5	9,0	6,0	2,0	»	»	0,5	9,0	13,0	16,0
9,5	9,0	5,5	2,0	»	»	»	4,0	3,0	14,0
11,5	9,0	5,5	2,0	»	»	»	3,5	5,5	14,0
2,0	4,0	4,0	4,0	11,0	»	1,0	3,0	13,0	2,0
2,8	1,3	»	»	»	»	»	»	»	0,6

CHAPITRE VII.

De l'évaporation.

Après ce que nous avons dit, dans la première partie de la météorologie agricole, des méthodes d'observation appliquées à l'évaporation, on concevra que nous n'attachions pas une haute idée d'exactitude aux résultats obtenus jusqu'ici par les météorologistes. Il nous semble évident que, faute de tenir compte des pertes causées par les vents qui, enlevant l'eau en nature du vase évaporatoire, et la répandant sur ses bords, augmentent sans règle et sans mesure la surface évaporante, ces observations manquent des conditions qui les rendraient comparables entre elles. Cependant il ne faut pas pousser cette défiance à l'excès ; dans les mêmes régions, sous les mêmes influences de température et de vents, les chiffres d'évaporation qui nous ont été transmis sont trop semblables pour être entièrement trompeurs, et nos propres expériences nous apprendront bientôt à les rendre comparables à ceux des autres régions, par l'observation de la vitesse des vents.

En effet, on a obtenu :

DANS LA ZONE MÉRIDIONALE.		DANS LE NORD.	
	millim.		millim.
Arles, une évaporation de	2562	Utrecht, une évaporation de	669
Rome	2362	Montdidier	662
Marseille	2300	Rotterdam	642
Orange	1875	Paris	587

Dans les marais salants de la Méditerranée et sur les terrains où l'on maintient l'eau toute l'année, d'après ce que nous a dit M. Balard, l'évaporation s'élève à 800 millim., et en ajoutant 800 millim. pour l'eau de pluie tombée, à 1,600 millim. par an.

Dans les salines où on n'entretient pas l'eau toute l'année,

on fabrique le sel à l'aide d'une évaporation de 400 millim.

Il n'existe entre les résultats précédents que des différences provenant de l'exposition spéciale de chaque lieu ; c'est aussi pour cela que, observée par les mêmes temps et par les mêmes méthodes, l'évaporation donnait à Cotte :

	mill.
Pour Paris.	587
Pour Montmorency. . . .	512
Pour Laon	484

Enconsidérant d'abord l'évaporation annuelle, région par région, pour le petit nombre de lieux dont nous avons les observations, on a :

	mill.		mill.
Côtes de l'ouest.	685 (1)	Plateaux de la France. . .	869
France méridionale. . .	2229	Plaines de la France . . .	622
Italie du sud	2035	Vallée du Danube.	667
Italie septentrionale. . .	1856	Scandinavie.	300

On voit par là, quoiqu'il n'y ait qu'un petit nombre d'observations, que l'évaporation a une tendance très-marquée à diminuer quand on s'avance du midi vers le nord, et de l'orient vers l'occident. La vallée du Rhône, qui donne passage à des vents secs et violents si continus, a cependant une évaporation bien supérieure à celle de l'Italie méridionale, où la température est beaucoup plus élevée.

Le tableau suivant renferme le détail des observations, lieu par lieu, et mois par mois.

(1) Nous avons excepté de ce total le chiffre extraordinaire de Bordeaux (2043 mill.), parce que celui de La Rochelle n'étant que de 628 mill., nous avons des doutes soit sur la jauge, soit sur les moyens de réduction. Ce résultat est tiré des Manuscrits de Cotte déjà cités.

Tableau

	Totaux de l'année.	Décemb.	Janvier.	Février.	Mars.	Avril.	Mai.
	mill.	mill.	mill.	mill.	mill.	mill.	mill.
Londres (9 ans)	754,7	28,4	21,1	41,6	56,5	61,5	98,8
Bordeaux.	2043,7	52,7	59,7	103,3	124,4	168,0	251,4
La Rochelle.	628,5	7,5	7,5	17,1	37,7	40,6	67,6
Poitiers.	807,8	14,0	16,5	26,5	48,7	76,7	98,5
St.-Maurice-le-Girard (Poitou)	740,7	27,1	24,7	36,1	60,9	54,1	67,6
Lille	887,0	20,7	15,8	31,6	20,3	91,3	126,6
Middelbourg.	328,2	3,5	18,0	20,5	13,5	16,7	55,2
Rotterdam.	623,4	27,1	7,2	11,7	25,1	54,3	74,3
Bréda.	628,7	7,2	7,0	11,0	39,7	85,7	84,0
Sparendam.	855,9	27,1	13,5	27,1	61,9	98,8	97,9
Delft.	732,5	40,7	18,9	21,4	31,3	59,5	99,4
Rieux.	683,6	18,3	17,6	27,8	34,1	51,1	79,3
Toulouse.	649,0	15,8	19,0	33,7	31,4	46,4	65,7
Genève.	1210,1	7,0	4,5	5,0	46,0	136,2	109,4
Orange.	1875,8	65,5	45,3	81,5	161,4	199,4	219,8
Cavaillon.	2192,1	27,1	76,0	29,3	129,7	201,8	262,0
Arles.	2563,4	69,2	111,6	119,3	122,7	271,0	303,8
Marseille.	2289,2	92,5	68,7	89,0	158,2	209,7	280,1
Rome.	2462,0	83,0	83,0	97,0	140,0	178,0	228,0
Catane.	1602,4	80,5	80,5	76,7	116,8	132,3	175,5
Gênes.	2041,9	154,6	52,3	94,1	109,9	120,1	199,3
Vicence.	1856,8	34,3	36,5	56,8	94,7	176,9	260,1
Lons-le-Saulnier. . . .	772,6	6,8	13,5	18,0	37,7	67,7	117,8
Pontarlier	626,1	18,2	16,8	20,3	35,2	45,1	84,9
Troyes	825,5	17,5	21,9	36,1	65,5	81,2	101,5
Montmorency	590,0	14,1	17,0	21,4	40,8	50,1	70,1
Montdidier.	608,2	14,6	14,5	17,1	27,3	44,5	98,3
Laon	525,5	20,3	17,4	18,5	21,3	41,3	76,2
Haguenau.	530,5	24,4	13,0	21,6	28,7	43,1	82,2
Gottingue.	479,8	10,6	18,9	15,8	23,6	43,1	74,6
Manheim.	534,6	7,3	10,0	14,9	22,5	45,9	72,5
Tégernsée	666,9	22,3	15,4	13,7	37,4	50,0	79,8
Copenhague	209,8	4,2	3,3	4,9	7,5	21,2	27,1
Stockholm	391,8	5,0	5,0	5,0	8,0	15,0	64,2

d'évaporation.

Juin.	Juillet.	Août.	Septemb.	Octobre.	Novemb.	OBSERVATIONS.
mill.	mill.	mill.	mill.	mill.	mill.	
87,6	104,4	100,6	78,0	46,2	30,0	9 ans. Luke Howart, *Cl. de Lond.*
258,5	338,3	287,5	193,4	134,0	72,5	Résultat douteux qui aurait dû être problablement divisé par 3.
95,2	131,9	109,9	65,5	36,1	11,9	4 ans. *Ephem. Manh.*
113,7	136,4	127,4	75,1	52,9	21,4	12 ans. Cotte, *Manuscrits.*
81,2	112,8	108,3	74,4	58,6	34,9	3 ans. Cotte.
127,4	133,5	105,9	105,2	70,4	31,7	6 ans. Cotte.
67,6	68,5	23,3	17,6	10,3	13,5	3 ans. *Ephem. Manh.*
95 1	109,6	94,5	60,9	29,7	33,9	5 ans. Cotte, *Manuscrits.*
96,6	94,9	98,3	59,6	32,3	12,4	5 ans. Cotte.
109,4	140,8	105,8	79,9	53,1	40,6	4 ans. Cotte.
109,5	120,3	79,4	80,4	38,8	32,9	2 ans. Cotte.
87,1	113,9	113,7	75,8	43,2	21,7	8 ans. Cotte.
108,6	86,9	97,2	66,6	57,4	20,3	3 ans. Cotte.
116,2	147,5	219,7	163,5	191,7	63,4	2 ans. *Bibl. britann.*
337,9	370,5	314,8	167,6	125,5	86,6	16 ans. Nos observations.
371,0	429,8	310,2	164,5	144,3	46,4	2 ans. Cotte.
295,5	401,9	366,1	248,3	161,4	92,6	5 ans. Cotte.
285,3	338,3	288,7	216,6	153,8	108,3	2 ans. *Eph. de Manh.*
273,0	363,0	354,0	268,0	180,0	115,0	20 ans. Prony, *Marais Pontins.*
179,6	183,4	202,7	147,5	146,0	80,5	4 ans. *Acad. gioienia.*
127,7	267,6	261,2	287,0	209,0	159,1	1 an (1786). *Ephem. Manh.*
234,2	290,5	244,3	220,6	138,4	69,6	3 ans. *Ephem. Manh.*
131,1	132,6	124,8	77,3	36,1	9,2	2 ans. Cotte.
81,2	97,5	95,0	59,9	47,7	24,3	7 ans. Cotte.
113,8	128,6	98,1	81,2	44,0	36,1	5 ans. Cotte.
70,6	101,5	86,4	58,9	41,1	18,0	30 ans. Cotte.
103,9	103,5	90,6	54,6	22,5	16,8	7 ans. Cotte.
60,9	73,4	72,5	61,6	30,9	21,2	8 ans. Cotte.
81,5	67,9	54,3	51,6	36,1	21,1	12 ans. Cotte.
74,8	70,2	59,6	43,6	29,5	20,5	4 ans. Cotte.
83,5	90,4	85,9	62,6	25,8	14,3	12 ans. *Ephem. Manh.*
105,0	108,7	82,8	77,9	43,6	30,3	6 ans. *Ephem. Manh.*
36,5	36,5	39,5	27,8	14,4	6,9	3 ans. *Ephem. Manh.*
105,3	71,5	65,6	32,4	7,8	6,0	1 an. *Ephem. Manh.*

CHAPITRE VIII.

Tentatives d'établissement des climats agricoles.

Nous croyons qu'Arthur Young est le premier qui ait essayé de déterminer exactement les limites des climats agricoles. Dans son voyage en France, il établit pour ce pays quatre régions distinctes. La première région que l'on rencontre est celle du nord, où l'on ne peut cultiver utilement ni la vigne, ni le maïs. En descendant vers le midi, vient celle où l'on peut encore cultiver la vigne, sans y voir mûrir le maïs ; à celle-ci en succède une autre où croissent la vigne et le maïs, mais qui n'admet pas l'olivier ; enfin vient la région des oliviers. Il a indiqué les limites de ces régions au moyen de trois lignes droites obliquant du sud-ouest au nord-est et parallèles entre elles. La première partant de Guérande et passant par Senlis et Coucy, porte cette inscription : *Pas de vigne au nord de cette ligne ;* la seconde se dirige de l'embouchure de la Garonne sur Bourges et est distinguée par ces mots : *Pas de maïs au nord de cette ligne ;* la troisième, enfin, partant de Carcassonne et passant par Montélimart, est intitulée : *Pas d'olivier au nord de cette ligne.* La direction de ces lignes indique l'accord de la végétation avec la règle que nous a fait connaître l'examen météorologique : *Les étés sont d'autant plus chauds, proportionnellement à la température de l'année, que les lieux sont plus éloignés des côtes ouest de l'Océan.*

La tentative d'Arthur Young n'a pas été surpassée depuis ; fondée sur l'observation intelligente des faits, elle reste généralement vraie. Mais il ne faudrait pas lui attribuer une valeur absolue ; ainsi les abris, les altitudes et mille autres circonstances transforment les lignes droites tracées par cet auteur, en lignes extrêmement sinueuses.

M. de Buch, après avoir étudié la distribution des plantes

selon les altitudes dans l'archipel des Canaries, étude qui a depuis été complétée par MM. Webb et Berthelot (1), s'attache à indiquer la limite de la culture du blé, de l'orge, et celle des forêts de chêne, de pin, de bouleau (2); M. de Humboldt, dans un ouvrage spécial où il résume les notions importantes recueillies durant ses voyages (3), compare la disposition des plantes sur les Andes et sur les Alpes de la Suisse et de la Scandinavie, et cherche à établir différentes règles pour assigner la limite des cultures des plantes dans les différentes régions. Il termine cet essai remarquable, qui l'a conduit depuis à son beau travail sur les lignes isothermes, en fixant ainsi qu'il suit la limite météorologique des différentes cultures :

	Températ. maximum de l'année.		Avec un ciel souvent nébuleux.
Cacao.	29°	à 23°	
Indigo (4).	28	22	Descend avec un faible produit jusqu'à 16° à 14°,5.
Bananier	28	18	
Canne à sucre. . . .	28	22	Se cultive avec un faible produit jusqu'à 19°,5.
Café.	27	18	
Coton arborescent. .	28	20	Temp. d'hiv., 9° à 8°; été, 24° à 23°.
Dattier	23	21	Cultivé pour ses palmes à 17°,5.
Citronnier.	»	17	Minimum absolu, 7°,5.
Olivier.	19	13	Hiver, 5°,5; été, 23° à 22°.
Châtaignier	»	9,3	
Vigne	27	20	Avec un mois au moins à 19°.
Céréales.	25	15	Avec un mois de 10° à 12°.
Orge	»	11	Avec un mois de 9° à 8°,5.

Personne n'a mieux senti que l'auteur lui-même combien ces premiers aperçus étaient insuffisants, et les soins qu'il a

(1) *Histoire naturelle des îles Canaries.*

(2) *Voyage en Norwége et en Laponie.*

(3) *De distributione geographicâ plantarum.*

(4) Nous corrigeons quelques termes, et entre autres celui-ci, au moyen des observations de M. Boussingault contenues dans le 2e volume de son *Économie rurale*, p. 675.

mis, dans son dernier ouvrage sur l'Asie, à déterminer les conditions de la culture de la vigne, prouvent à quel point il est convaincu que les faits de température moyenne ne peuvent seuls constituer un climat agricole. Dans notre Mémoire sur la culture des oliviers, nous montrions déjà, dès 1822 (1), que sous des températures égales il arrivait que cet arbre fructifiait ou ne fructifiait pas, et qu'il exigeait encore d'autres conditions pour porter de pleines récoltes.

M. Schouw, dans sa géographie des plantes et dans l'atlas qui accompagne son ouvrage sur le climat de l'Italie, a tracé des limites géographiques pour les différentes espèces d'arbres et les différentes cultures. Ainsi, quant aux arbres, il reconnaît : 1° Que la limite des arbres verts (*quercus ilex*, *suber*) qui rase les côtes de la Biscaye, les Pyrénées, embrasse la plaine du Languedoc, celle d'Orange, pour venir prendre la côte des Apennins qu'elle quitte à Pietra-Santa, d'où elle va contourner le golfe Adriatique, suivant la ligne des montagnes de Dalmatie et se dirigeant vers l'orient en laissant la Grèce au midi. Tout ce qui est au sud de cette ligne est compris dans la région des arbres verts. Mais si sous cette dénomination l'auteur comprend l'olivier, l'oranger et le chêne-liége, il y aurait une distinction à faire, car l'oranger ne monte pas autant au nord que l'olivier, et l'olivier ne s'étend pas autant à l'ouest que le liége.

2° Que la limite du châtaignier commence au nord à la presqu'île de Cotentin, d'où elle se dirige et finit en Lorraine d'une manière indécise. Au reste, les conditions véritables de la culture du châtaignier n'ont pas été encore assez étudiées.

3° Que la limite du hêtre s'arrête à la pointe sud de la Norwége dont elle n'embrasse qu'une faible partie ; de là, s'avançant vers l'est, elle embrasse les côtes méridionales de

(1) *Bib. univ.*, Agriculture, t. VII, et Collect. de nos Mémoires, t. II.

la Suède (1); que de l'autre côté de la Baltique, elle part des frontières de la Pologne et de la Lithuanie, s'inclinant au sud-est sous un angle assez aigu. Il semblerait, d'après cette direction, que cet arbre craint plus que d'autres la température froide des hivers.

4° Que le chêne, plus robuste, a sa limite au nord de Drontheim, reparaît vers la pointe de la Finlande, d'où sa ligne s'étend vers la Sibérie, en gagnant légèrement vers le nord. Cet arbre serait donc limité plutôt par le peu de durée des étés que par les rigueurs du froid des hivers.

5° Que le pin (*pinus*, *pinaster*) s'élève beaucoup plus vers le nord (jusqu'à 70° de latitude). Il se trouve sur toute la côte de Norwége jusqu'à Lœdingen. Il atteint de hautes latitudes en Sibérie, jusque près de l'embouchure de la Kolyma.

6° Que le bouleau est le dernier arbre que l'on trouve vers le nord de notre continent, où il se montre jusqu'au cap Nord, mais alors sous de très-petites dimensions.

M. Schouw trace ensuite de la manière suivante les limites des cultures :

1° La culture de l'oranger, partant de la côte ouest de la Péninsule Ibérique, au nord de l'embouchure du Minho, coupe transversalement l'Espagne pour aboutir à la côte est, vers Barcelone; de là, traversant le golfe de Lyon, elle entame la France vers Toulon et Hyères, longe la côte jusqu'à Sarzane, traverse la Péninsule, tombe à la pointe de Raguse, embrasse la Grèce et va se perdre dans l'Orient.

2° La limite de l'olivier longe les côtes de Biscaye et vient se réunir en France à celle tracée par Arthur Young, de Carcassonne à Montélimart; elle se prolonge ensuite sur deux lignes parallèles, l'une le long des Apennins et l'autre le long des grandes Alpes; celle-ci embrasse la Dalmatie et se dirige vers le nord de la Grèce.

(1) *Voyage de Buch en Norwége et en Laponie*, t. I, p. 52, et t. II, p. 316 et 329.

5° La limite du maïs suit en France la limite tracée par Arthur Young, se relève ensuite en Allemagne et s'étend vers l'orient en embrassant la Hongrie.

4° La limite de la vigne est parallèle à celle du maïs et se réunit à elle en Hongrie.

5° La limite des arbres fruitiers suit de près celle du chêne. On voit à Christiania des poires, des cerises et des abricots. Lessing observe que les poires provenant du *pyrus piraster*, Wild., à chair dure, se trouvent à Christiania, mais que celles qui viennent du *pyrus achras*, Wild., à chair molle, ne réussissent pas en Norwége.

6° Le froment s'étend en Norwége jusqu'au 70e degré de latitude (1); il s'abaisse vers le golfe de Bothnic, puis se relève vers le nord-est en Sibérie. Dans les pays à neige le froment passe très-bien l'hiver, et c'est la température solaire de l'été qu'il faut surtout rechercher pour assigner ses limites. Le seigle, mûrissant avec une somme moindre de chaleur, se cultive plus loin et plus haut que le froment. En Écosse, il est cultivé dans les hautes terres, tandis que le froment ne quitte pas les basses terres (2).

7° Enfin les limites de l'orge s'avancent encore plus vers le nord; il est cultivé en Scandinavie au delà du cercle polaire, mais on n'a pas bien déterminé le point où il finit en Asie.

Tel est le résultat des travaux de Schouw. C'est la traduction sur la carte, des notions assez rares et assez imparfaites qu'un petit nombre de voyageurs nous ont transmises sur la géographie agricole. Les naturalistes occupés du soin de compléter leurs collections n'ont pas toujours pensé à nommer les plantes cultivées, ou à indiquer leur fréquence. Pour eux, tous les êtres végétant ne sont qu'une unité; ils agissent comme le ferait celui qui recenserait les noms de famille

(1) De Buch, *Loco citato*, t. I, p. 431.
(2) Necker de Saussure, *Voyage aux Hybrides*, t. III, p. 594.

d'un pays, sans s'enquérir du nombre de ceux qui le portent; les résultats de cette enquête ne donneraient aucune idée précise de la population. L'amour du pittoresque a été aussi un ennemi des progrès de la géographie agricole. Les voyageurs, qui recherchent partout des sites, ont horreur de la culture, et passent vite quand les plantes cultivées forment le fond du tableau végétal. Nous convenons que de vastes plaines de blé ou de prairies, des coteaux couverts de vigne, n'ont ni cette variété de tons, ni cette opposition de formes qui frappent l'œil et arrêtent l'imagination. Mais, pour ceux qui ne bornent pas leurs impressions à des effets d'optique, ce spectacle n'éveille-t-il pas des pensées nombreuses sur l'état social des hommes qui les habitent? Robert a su trouver le sens pittoresque de ces plaines monotones en y plaçant ses groupes de moissonneurs et de vendangeurs; n'y figurent-ils pas aussi bien que les moines et les bandits dans des sites plus sauvages?

Quoi qu'il en soit, les récits d'un voyage ne donnent une idée exacte d'un pays qu'autant qu'ils peignent à la pensée toutes les impressions vulgaires ou poétiques que le voyageur a éprouvées. Nous jouirons avec lui de ses impressions poétiques; mais qu'il ne refuse pas de nous décrire quelquefois les choses positives, nous saurons glaner dans ses récits les faits que nous y cherchons trop souvent en vain.

Les lignes géographiques de culture que nous venons d'indiquer ont sans doute leur importance, mais elles ne donnent qu'une idée bien générale et bien vague de la distribution des plantes, car ce ne sont pas ces lignes elles-mêmes qui indiquent les véritables limites où s'arrêtent les plantes cultivées. A chaque instant, elles sont brisées par des accidents nombreux, les abris, les altitudes, qui font varier le climat. Prenons, par exemple, la ligne droite indiquée comme limite pour les oliviers, et tirée de Carcassonne à Montélimart, se prolongeant vers l'est à travers les Alpes. A peu de distance de son point de départ, elle rencontre le

massif des Cévennes,dont l'altitude ne comporte son existence qu'au fond de quelques vallées; au-delà de Montélimart viennent les Alpes, et si sa prolongation va retrouver les oliviers du lac de Côme et du lac de Guarda, elle laisse au sud les plaines de la Lombardie, où l'olivier ne peut être cultivé utilement. Cet exemple suffit pour prouver la nécessité de caractériser plus complétement les régions culturales sous le rapport de la météorologie.

Mais il est d'autres conditions qu'il ne faut pas négliger. Ainsi, rien sans doute ne paraît plus favorable à la culture du froment que les vastes plaines au sud du Rio de la Plata; toutes les conditions matérielles de succès y semblent réunies, et cependant le défaut de communications faciles y rend cette culture très-peu profitable; le pâturage seul y est possible en ce moment, et le pâturage destiné seulement à la production des peaux des animaux, la chair manquant de consommateurs. D'un autre côté, la culture de la vigne s'étend certainement au nord, au-delà de la ligne où le vin est un produit bon et économique relativement à ce qu'il coûte dans sa véritable région ; mais les frais de transport et les charges fiscales sont si considérables qu'ils parviennent à égaliser les conditions, et qu'il y a avantage à obtenir sur les lieux de la consommation une mauvaise boisson que l'on préfère à une boisson meilleure et plus chère. Il y a donc des circonstances naturelles qui agrandissent les régions culturales au-delà des limites assignées par les circonstances météorologiques. Nous allons essayer dans le chapitre suivant de donner des règles générales sur les limites de culture, nous les appliquerons ensuite à la formation des régions agricoles de l'Europe. Trop de renseignements nous manquent encore pour que nous puissions étendre cette première tentative aux cultures des autres parties du monde; mais le temps n'est pas éloigné, sans doute, où le zèle et l'attention des voyageurs nous permettront de combler cette lacune.

CHAPITRE IX.

Des différents genres de limites imposées à la culture.

Les cultures sont réparties sur la surface du globe selon certaines lois, dont les unes sont inhérentes à la nature du climat et du sol; celles-ci sont invariables. D'autres sont le produit des institutions humaines, des progrès de la civilisation, de la distribution de la population, et celles-ci peuvent changer de siècle en siècle. Nous reconnaissons, en effet, des limites : 1° météorologiques; 2° économiques; 3° statistiques; 4° agricoles : nous allons en traiter successivement.

SECTION I. — *Limites météorologiques des cultures.*

Une limite météorologique est assignée à la culture d'une plante, à la possibilité de son existence et de sa production d'un côté de la limite et par son impossibilité de l'autre côté. Elle dépend de la rigueur des hivers, de la chaleur des étés, de l'état plus ou moins humide de la terre et de l'air. Ce sont là les principales conditions, et elles sont dépendantes de beaucoup d'autres. Il y a aussi des conditions qui sont spéciales à certaines plantes; ainsi, le houblon exige un pays dont les vents n'aient pas habituellement beaucoup de violence, ou un abri contre ces vents, à cause de l'élévation de la plante et de sa fragilité; le chanvre ne produit qu'une filasse grossière quand ses tiges sont incessamment agitées par des vents impétueux; les arbres ne croissent pas volontiers sur les bords d'une mer à plages sablonneuses, dont les particules entraînées par les vents froissent les jeunes bourgeons, etc.

Quant aux limites météorologiques générales, elles s'établissent : 1° par la considération de la température de l'air en hiver; 2° par celle de la température du sol dans cette

saison; et à défaut d'observations de cette nature qui manquent presque partout, on y suppléera, bien qu'imparfaitement, par la connaissance des neiges qui recouvrent habituellement le sol, et celle du nombre de jours de gelée que présente le pays et de l'épaisseur de la glace qui s'y forme; 3° par la température des mois de végétation de la plante, et celle qu'éprouve le sol frappé par le soleil; 4° par le rapport de la pluie tombée à l'évaporation, rapport qui indique le degré d'humidité de l'air et du sol. On supplée à cette dernière connaissance par la considération de l'état hygrométrique de l'air; par celle de la fréquence et de la direction des vents; par le chiffre du groupement des pluies et des intervalles qui les séparent; par la quantité d'eau que conserve la terre dans les différentes saisons.

Outre ces caractères généraux, il en est d'autres accessoires qui pourront avoir une grande importance locale: tels sont les vents et leur impétuosité, la fréquence des grêles et des orages, celle des gelées blanches printanières; l'irrégularité habituelle dans la marche des saisons : toutes ces causes peuvent introduire, pour certaines cultures, des chances qui en rendent les résultats nuls ou douteux,

C'est donc l'ensemble de toutes ces connaissances que nous exigeons pour définir et limiter parfaitement une région agricole. Nous sommes loin de les posséder pour toutes les contrées, même européennes. Les observations météorologiques ont été faites jusqu'à présent sans esprit d'ensemble et dans un but trop circonscrit. On se borne à déterminer la température moyenne de l'air, la marche du baromètre, ses périodes diurnes ou mensuelles, la direction, la variation, l'intensité des courants magnétiques; ce sont ces fragments de l'histoire météorologique des lieux qu'il nous faut souvent mettre en œuvre, en en tirant par induction les résultats qui s'y rattachent par des liens plus ou moins légers. Espérons que l'étude consciencieuse que nous faisons aujourd'hui des conditions auxquelles se lie la culture donnera à tous les

observateurs une juste émulation pour compléter cette histoire. La facilité de ces recherches, qui ne demandent qu'un peu d'attention et d'exactitude, l'intérêt qu'elles donnent à la nature qui nous entoure, l'utilité directe dont elles peuvent être pour les cultivateurs, exciteront ceux qui habitent la campagne à instituer une suite d'observations vraiment agricoles qui, sans les déranger en rien de leurs travaux, seront pour eux un véritable amusement.

Les journaux d'agriculture, si nombreux dans toute l'Europe, rendraient un véritable service à l'agriculture comme à la physique, s'ils consacraient quelques pages, chaque année, à donner, non pas seulement des résumés, mais des tableaux complets de ces observations. Ces tableaux font rechercher encore, après de longues années, des recueils qui ont d'ailleurs perdu tout autre intérêt, soit par les progrès de la science, soit par les changements survenus dans les procédés et les usages agricoles.

SECTION II.—*Des limites économiques.*

Les limites économiques des cultures dépendent de calculs assez compliqués qui n'ont pas tous été bien faits; il y a des cultures qui ont dépassé ces limites, il y en a d'autres qui ne les ont pas atteintes.

Les bases de ces calculs sont : 1° les produits moyens des cultures dans la situation que l'on examine; 2° les prix que ces produits obtiennent sur les marchés; 3° les dépenses que la culture exige; 4° les frais de transport; 5° après avoir retranché la somme des deux derniers termes du résultat de la multiplication des deux premiers, le rapport de la différence avec le résultat d'un calcul semblable fait pour d'autres cultures. Ce rapport doit être au moins égal à 1.

Le résultat d'une telle comparaison tend à étendre ou à resserrer les limites culturales des plantes et à les placer au-delà ou en deçà de leurs limites météorologiques. Ainsi, il

y a un point où les produits moyens sont peu abondants, mais où l'élévation du prix, le bon marché des cultures et la facilité des transports permettent d'atteindre la limite météorologique extrême; tandis qu'il y a d'autres points où, les produits étant bons et abondants, la culture se trouve arrêtée, même au milieu de la région météorologique, par un des autres éléments qui concourent à établir la convenance économique. Citons des exemples de ces différents cas.

L'olivier fructifie encore sous les coteaux de Sainte-Foy, à Lyon; mais sa culture s'est arrêtée, sur la rive droite du Rhône, à Beauchâtel, à 18 kilomètres au sud de Valence, et à Donzère, à 59 kilomètres au sud du même point, sur la rive gauche. Au-delà de ces localités les produits deviennent faibles, incertains, couvriraient difficilement les frais, et ne pourraient lutter avec des produits d'un autre genre, la vigne et le mûrier, qui se sont emparés de toutes les expositions favorables. Il y a eu un temps où l'on plantait l'olivier dans toutes les positions qui en étaient susceptibles en dedans de cette limite; alors l'industrie de la soie était peu développée; les routes étaient peu nombreuses, mal entretenues; on n'y aboutissait que par des chemins faits seulement pour des mulets; des voies de communication si difficiles rendaient onéreux tout transport d'une marchandise encombrante comme le vin, qui occupait seulement les abords du fleuve; au lieu que l'huile, représentant une plus grande valeur sous le même volume, supportait les frais du voyage. Il faut bien que, comparativement à d'autres cultures, le compte de l'olivier se soit soldé à perte depuis que les circonstances ont changé, car ceux qui sont morts dans les grands hivers n'ont pas été remplacés vers la limite de la région, et partout où ils ont laissé une place vide, le mûrier et la vigne l'ont occupée. Ce résultat est si nécessairement l'effet d'un calcul, qu'à la même latitude, près de Nyons (Drôme), un excellent abri donnant des récoltes plus assurées et plus considérables, l'olivier est resté en honneur

et continue à être cultivé en première ligne comme par le passé.

Les frais de transport ont étendu la culture de la vigne au delà des limites où l'on fabrique du bon vin. N'est-il pas évident que si les vignerons de l'Aisne se trouvaient en concurrence immédiate avec ceux de la Bourgogne et du Midi; que si les frais de transport n'élevaient considérablement le prix des vins de qualité supérieure, et permettaient de les vendre au même prix que la liqueur détestable que l'on récolte à cette dernière limite, on se hâterait de rendre à d'autres cultures les terrains auxquels on l'arrache avec tant de peine? Voilà pour ce qui regarde la limite extrême. Mais au centre de la région, en Languedoc, que voyons-nous? On avait établi de vastes vignobles destinés à fournir des vins colorés et spiritueux qui se transportaient dans le nord pour corriger par leur mélange les vins faibles et décolorés qui s'y produisent. La chimie, qui a rendu de si grands services à l'agriculture, a porté un coup bien funeste à cette industrie. En constatant que l'addition du sucre dans le moût est une véritable addition d'alcool, en découvrant le moyen de transformer la fécule en sucre, elle a fait de la pomme de terre, de ce tubercule qui croît à l'abri du soleil, le supplément que l'on cherchait autrefois dans les produits d'un soleil méridional. L'usage des vins du midi s'est perdu. Comme remèdes aux défauts des vins du nord, on ne les recherche plus que dans des années exceptionnelles, où la qualité des moûts de ces contrées est si inférieure qu'on n'espère pas pouvoir les rétablir économiquement par le glucose. Les frais de transport entrent encore ici pour la plus grande part dans ce changement, car si l'on obtenait dans l'Orléanais et la Haute-Bourgogne les vins du Midi à un prix plus modéré, il n'est pas douteux que l'on ne préférât leur usage à celui des sucres qui ne donnent pas toujours un goût franc aux vins que l'on traite par leur moyen.

La législation contribue encore à limiter les cultures au-

trement qu'elles le seraient dans la nature. La vigne s'est étendue là où, sous d'autres conditions, elle ne pourrait exister, grâce à la disposition qui exempte d'impôt le vin bu par les propriétaires de vignes. Dès-lors, pas de petit possesseur qui n'ait eu sa vigne, soit pour boire son vin franc de droit, soit pour masquer l'achat qu'il fait du vin d'autrui. La franchise de droit est entrée en compte avec les frais, et la vigne a été cultivée là où, avec des conditions égales, elle ne pourrait subsister.

Nous nous bornons à ces considérations; elle prouve la grande influence des circonstances économiques pour modifier les limites des régions agricoles; elles se résument toutes dans une comparaison des produits et des frais des différentes cultures qui sont déjà introduites ou qui peuvent être tentées dans chaque lieu, ainsi que nous l'avons dit au commencement de ce paragraphe.

SECTION III.—*Des limites statistiques.*

Nous désignons sous le nom de limites statistiques celles qui tiennent à la force et à la répartition de la population.

Dans les pays à grandes cultures de céréales, on sent le besoin d'une population étrangère au moment de la récolte, parce que les travaux de cette époque sont beaucoup plus considérables dans un temps donné et plus étroitement circonscrits que ne sont ceux que l'on doit exécuter à une autre époque dans le même espace de temps. Le nombre d'ouvriers capables de cultiver et d'ensemencer la terre y est ainsi tout-à-fait insuffisant pour les travaux des moissons. Dans le nord de la France, de nombreuses troupes de Belges viennent abattre les céréales; dans le midi de la France, les montagnards dont les blés ne sont pas encore mûrs descendent pour faire les moissons de la plaine en attendant d'aller faire celles de leurs propres champs; c'est aussi de la même manière que les choses se passent en Toscane, à Rome, à

Naples, où les habitants des Apennins viennent scier les blés qui, sans eux, sécheraient sur place. La grande faux remplace cette population supplémentaire quand elle manque; mais peut-on dire qu'il y ait quelque part une grande culture de blé dont les cultivateurs puissent faire seuls la moisson ? Il suffit d'un chiffre pour prouver qu'alors la récolte sera prolongée au-delà du terme convenable, et par conséquent faite imparfaitement, si la culture du blé était l'unique culture du pays. Nous supposons que l'on emploie la faux, qui est la méthode la plus expéditive. La moisson exige 2 hommes et 2 femmes par hectare; la culture exige seulement 1 homme par 20 hectares (proportion des fermes à blé des environs de Paris). Il s'ensuivrait donc que, si l'on n'employait que la population de la ferme, la moisson durerait 40 jours.

Le défaut de densité de la population peut donc être, dans l'état actuel des choses, une limite à certaines cultures, quand il n'y a pas une population supplémentaire que l'on puisse faire venir d'un pays voisin, ou que l'on puisse emprunter à d'autres travaux dans le pays même.

La culture de la vigne à bras, telle qu'on la pratique dans le nord de la France, en Allemagne, en Suisse, exige aussi une nombreuse population occupée toute l'année. On ne pourrait penser à cultiver la vigne dans un désert: au contraire, les méthodes de culture étant changées, les vignes se cultivent à la charrue dans une partie du Languedoc, et cette culture n'exige pas plus de bras que la culture du blé; mais il lui faut aussi une population supplémentaire à l'époque des vendanges.

La culture du mûrier et l'éducation des vers à soie qui s'y rattache nécessairement offrent encore un exemple frappant de la dépendance de la culture et de la population. Nous avons fait voir ailleurs (1) que la production de 100 kilo-

(1) *Mémoires d'agriculture*, t. III, p. 273 et suiv.

grammes de cocons est l'œuvre de deux ouvriers, et que le département du Gard, pour fournir 2,700,000 kilogrammes de cocons, y employait la moitié de sa population âgée de plus de douze ans. Il y a donc une limite naturelle de production pour chaque pays où l'on introduit cette culture. Elle est habituellement fixée par le chiffre des individus que l'on peut y employer pendant la huitaine qui termine l'éducation des vers à soie.

SECTION IV.— *Des limites agricoles.*

Les limites agricoles dépendent des modes de tenure, du système de culture généralement adopté dans le pays, de la distribution du temps des ouvriers employés à ces cultures. Ainsi, quant au mode de tenure, on ne pourra pas faire faire de ces grands travaux qui augmentent le capital du fonds, aux fermiers dont les baux sont courts et chers, et qui sont toujours dans l'incertitude de les voir prolonger à l'expiration. Proposer à de tels tenanciers des plantations de pommiers, de vignes, de mûriers, d'oliviers, c'est s'exposer à un refus certain. Non-seulement ces fermiers ne feront pas à leurs frais de nouvelles plantations, mais encore ils négligeront et dégraderont celles que le propriétaire exécutera lui-même, si elles ne doivent produire que dans un avenir plus ou moins éloigné, et si elles occupent un terrain dont il jalouse la possession ; mais ils se prêteront à l'introduction des cultures des plantes annuelles si elles doivent réaliser un produit immédiat en argent. C'est par eux que le lin, le colza, la betterave ont été introduits en France. Les métayers dont les baux se prolongent ordinairement pendant un temps indéfini sont plus susceptibles d'entreprises à résultat éloigné, pourvu qu'elles ne leur coûtent pas d'argent dont ils sont généralement dépourvus, et que leur part de frais puisse se solder en travaux. Les petits propriétaires, qui doivent vivre du revenu annuel de leurs terres, ne les

consacrent à de nouvelles cultures, qui offrent toujours des chances nombreuses de pertes, qu'après mûres réflexions, et quand ils ont l'exemple du succès sous les yeux ; mais en qualité de propriétaires, ils ne répugnent pas à entreprendre des plantations pérennes. Alors, procédant par petits essais, ils finissent par doter le pays d'une culture qui eût été longtemps à l'état d'enfance s'ils ne l'avaient pas adoptée. C'est la petite propriété qui a multiplié le mûrier dans le midi de la France et en Italie, et si l'on cherchait bien dans le passé, on trouverait encore que c'est à elle que l'on doit la naturalisation de la vigne dans ces deux pays.

Le genre d'assolement adopté dans une contrée peut aussi empêcher l'introduction d'une culture nouvelle, si les travaux qu'elle exige doivent se faire dans le même temps que ceux des cultures en usage. Ainsi, dans les pays où la récolte du foin se rencontre avec le dernier âge des vers à soie, elle sera un obstacle à l'introduction du mûrier ; dans ceux où les semailles des céréales doivent se faire de bonne heure en automne, on n'introduira pas la culture de la garance en grand, l'arrachage de cette plante se faisant dans cette même saison et à grands renforts de bras, etc.

L'étendue et la distribution des bâtiments de ferme, la richesse du propriétaire qui lui permet de les modifier ou d'en construire de nouveaux, est aussi un élément qu'il faut faire entrer dans l'appréciation des facilités à l'introduction de certaines cultures. C'est le premier obstacle que l'on rencontre dans un pays où les bâtiments sont préparés pour l'assolement triennal, si l'on veut passer à un assolement avec fourrage et bétail, etc.

SECTION V. — *Conclusion.*

Après avoir parcouru les différentes espèces de limites que rencontrent les cultures dans chaque situation, nous devons demeurer convaincu que les seules qui soient im-

muables, parce qu'elles tiennent à l'ordre de la nature, les seules que l'on puisse définir d'une manière un peu générale, sont les limites météorologiques. La nature du sol est variable dans l'enceinte du même horizon; les limites économiques changent avec les modifications de la législation, avec l'ouverture des nouvelles routes, avec un perfectionnement dans les méthodes de culture; les limites statistiques, plus durables, parce que les progrès de la population et ses rapports avec le sol sont l'œuvre des siècles, ne sont pas à l'abri des révolutions, des guerres, des effets prolongés d'un mauvais gouvernement. La Sicile, jadis si riche en cultures et en habitants, ce grenier du monde romain, suffit à peine aujourd'hui à sa propre subsistance. Les limites agricoles tiennent à des arrangements intérieurs, à des pratiques susceptibles de se modifier instantanément. Mais l'atmosphère et les lois qui la régissent sont persistantes et nous montrent aujourd'hui les mêmes phénomènes que dans les temps les plus anciens, malgré quelques variations locales. L'olivier reçu en Provence de la main des Grecs phocéens y vit encore et n'a pas dépassé ses anciennes limites; la vigne plantée dans les Gaules peut produire ses fruits partout où l'histoire signale d'anciennes récoltes de vin; le palmier fructifère n'a pas franchi la Méditerranée; toutes les grandes cultures ont trouvé successivement leurs limites, mais elles n'ont pas quitté les lieux où elles étaient établies; les convenances statistiques, économiques, agricoles, ont causé des oscillations, mais point de grands changements. C'est donc aux limites météorologiques seules que nous devons nous attacher pour décrire les régions culturales, tout en indiquant les anomalies amenées par les causes qui leur sont étrangères. Les limites de ces régions tracées sur les cartes ne représentent que les faits qui se passent à peu d'élévation au-dessus de la mer; les hauteurs ont aussi leurs régions qui répondent à celles qui dépendent des latitudes; mais leurs limites sont bien plus resserrées. La méthode que nous

allons suivre permettra à chacun de déterminer la région culturale dans laquelle il se trouve, quand il aura déterminé son climat, en recueillant un assez grand nombre de faits météorologiques d'après les principes et le plan que nous avons tracés.

CHAPITRE X.

Détermination des régions agricoles.

Nous connaissons trop mal encore les circonstances atmosphériques qui s'adaptent le mieux au tempérament de chaque plante cultivée, pour que nous puissions, *à priori*, déterminer les régions agricoles d'après les climats résultant de l'ensemble des observations purement météorologiques. Dans l'état actuel de la science, c'est un ordre inverse de raisonnement qu'il faut suivre; nous devrons rechercher : 1° quelle est la plante qui, dans une région, donne les résultats les plus assurés, qui est cultivée de préférence, qui lui imprime pour ainsi dire son caractère principal; 2° les cultures accessoires qui ont pour objet des plantes qui vivent et prospèrent dans une contrée, sans y acquérir un développement assez riche pour y tenir le premier rang, parce que, appartenant à une autre région, elles éprouvent dans celle-ci certaines perturbations qui rendent leur réussite chanceuse, ou que des causes économiques, telles que la difficulté des transports, compensent ces chances défavorables; 3° nous devons rechercher les limites géographiques qui indiquent l'enceinte dans laquelle la culture principale conserve son ascendant et les degrés de cet ascendant à mesure que l'on approche des limites, signalées en général par l'admission ou le rejet de nouvelles cultures accessoires; 4° enfin, il faudra déterminer le caractère météorologique qui accompagne le caractère cultural, pour que nous puissions, dans d'autres lieux et dans d'autres circonstances, prévoir les plantes que

l'on peut introduire le plus avantageusement possible dans la culture.

En effet, plusieurs circonstances, mais surtout les différences d'altitude ou d'exposition constituent souvent des climats différents au centre des régions agricoles les mieux caractérisées; ceux qui habitent ces positions exceptionnelles commettent une grande erreur, quand, entraînés par l'esprit d'imitation, ils adoptent la même culture que leurs voisins placés dans d'autres circonstances météorologiques; ainsi, dans les pays de vignobles, de mûriers, on voit ces cultures s'élever sur les flancs des montagnes, à des niveaux où leurs produits sont mauvais et chanceux; on voit ailleurs cultiver des céréales à des hauteurs où la maturité est tardive et douteuse, tandis que de bons pâturages et la pomme de terre réussiraient bien et récompenseraient les travaux des habitants. C'est ainsi que les mêmes pratiques se propagent autour des grands abris en y trouvant des circonstances météorologiques différentes. Les cultures qui ne craignent pas l'ombre ne sont pas transportées sans dommages au sud de la montagne; celles qui exigent le soleil, au nord; et l'on ne récolte pas les mêmes qualités de produit, de vin, par exemple, sur tout le pourtour d'un simple coteau. Le coteau de l'Ermitage en offre un exemple bien frappant, par les qualités que ses vins manifestent selon le point du ciel que regarde chaque segment de sa circonférence; et cependant l'esprit d'imitation étend ces cultures sous l'empire des circonstances météorologiques les plus différentes.

Si nous jetons les yeux sur l'Europe et les pays qui l'avoisinent de plus près, auxquels nous bornons à présent nos recherches, nous trouvons, en faisant abstraction des lieux élevés, ou de ceux dont le climat est modifié par l'irrigation, trois grandes divisions :

Au sud-est et au sud, ce sont des arbres et des arbustes qui tiennent le premier rang parmi les produits du sol,

l'olivier, le mûrier, la vigne ; cette division est le siége des cultures ligneuses et frutescentes.

Au nord-est et au nord, on ne cultive plus que des plantes herbacées, jusqu'à ce que, plus au nord encore, on retrouve les forêts ou les végétaux ligneux, que l'on n'élève que pour leur bois. Du bas en haut des montagnes, on retrouve aussi le même ordre, les végétaux arborescents cultivés pour leurs fruits, puis les cultures herbacées, enfin les forêts.

La première division présente deux grandes régions bien distinctes par le climat comme par le genre et les procédés de cultures : 1° celle où la culture de l'olivier est possible ; 2° celle où cette culture n'étant plus possible par le manque de chaleur solaire de l'été, les cultures les plus riches des terres sèches sont alors la vigne et le mûrier.

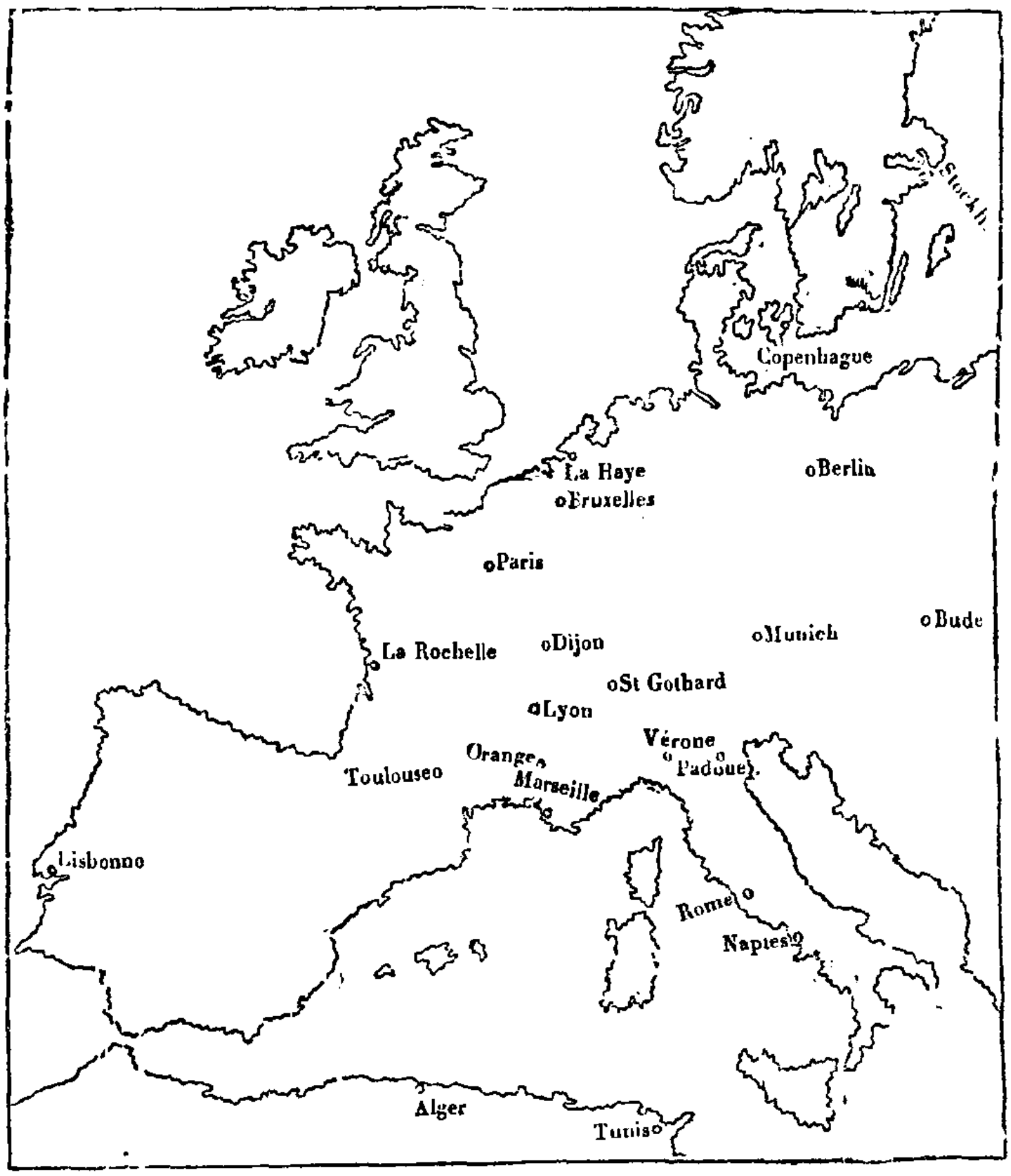
La seconde division, où domine la culture des plantes herbacées, se distingue par deux traits principaux ; dans une partie de cette division, la prédominance de la culture des céréales ; dans l'autre, celle des herbages et des racines alimentaires.

Enfin, la troisième division, celle des forêts, peut se diviser encore en deux régions bien marquées : l'une où se mêlent les arbres verts et les arbres à feuilles caduques, et l'autre où les arbres verts dominent, en n'admettant d'autre mélange que celui du bouleau qui termine la série des végétaux utiles dans le nord.

Nous avons donc en Europe cinq régions agricoles, indiquées dans la carte ci-jointe (*fig.* 15) par les couleurs suivantes :

1° La région des oliviers, *orangé ;*
2° La région des vignes, *rouge ;*
3° La région des céréales, *jaune ;*
4° La région des herbages, *vert ;*
5° La région des forêts, *bleu.*

Fig. 15.



SECTION I.—*Région des oliviers.*

§ I.—Circonscription de la région.

On ne trouve pas l'olivier aux Canaries, car l'Espagne n'en permettait pas la culture dans ses colonies; mais il n'est pas douteux que cet arbuste n'y trouvât un climat parfaitement convenable dans la zone que M. Buch a nommée sub-tropicale, et dans une partie de la zone méditerranéenne de ces îles. Les mûriers, les orangers et les figuiers se montrent

dans la première de ces zones, qui a une température moyenne de 21 à 20°, un maximum de chaleur de 30°, et un minimum de 16°; le ciel y est presque toujours sans nuage et la terre n'y reçoit que quelques averses de novembre en janvier. La seconde de ces zones est presque entièrement occupée par la vigne qui s'y associe aux figuiers et aux amandiers. La neige tombe quelquefois à sa limite supérieure, mais y fond presque aussitôt. Ces caractères annoncent un climat très-propre aux oliviers. L'humidité de la terre est entretenue par la fonte des neiges de la région supérieure, car dans un climat aussi sec la culture deviendrait difficile sans le voisinage de hautes montagnes. On sait que l'olivier prospère, sur le plateau du Mexique, à 2274 mètres d'altitude.

La côte septentrionale de l'Afrique paraît être la patrie de l'olivier. Cet arbre y serait le pivot principal de la culture, si le pays était suffisamment pourvu d'une population en rapport avec les nations civilisées. Cependant les terres non cultivées se garnissent spontanément, au printemps, de fourrages abondants parmi lesquels s'élève surtout le sainfoin d'Espagne, *sulla*; on cultive avec fruit les céréales, et une légère culture y procure aux Arabes une moisson qui a lieu vers le 25 mai et qui leur donne de 5 à 9 fois le grain qu'ils ont semé; mais la sécheresse de la terre ne leur permet pas, dès lors et jusqu'à l'année suivante, d'obtenir de nouveaux produits, si ce n'est par le moyen de l'irrigation, et alors les aurantiacées décorent la terre et enrichissent le colon. Ce long repos de la terre doit nécessairement leur faire préférer, tôt ou tard, les cultures arbustives comme le meilleur moyen de mettre leur terrain en plein rapport; et parmi celles-ci, l'olivier, qui n'exige pas le concours d'une population très-nombreuse, doit l'emporter sur ses rivaux, le mûrier et la vigne, dont l'exploitation exige un nombreux personnel.

Les îles de la Méditerranée se trouvent à peu près dans les mêmes circonstances que la Barbarie. Des cantons entiers de

la Sardaigne, de la Corse, des îles Baléares, sont plantés en oliviers, et la vigne s'associe à cette culture. En Sicile, l'olivier n'a jamais occupé des espaces considérables ; il semble cantonné sur la côte orientale où il a une très-belle végétation. Cela tient sans doute à l'impulsion qui fut jadis donnée à la culture des céréales dans cette île qui était le grenier des Romains, et dont l'antiquité faisait la patrie de Cérès. En effet, la fertilité de ses terres la rend très-propre à la production du froment, dont elle fournirait, avec une meilleure culture, une immense quantité. Mais les lois et la répartition de la propriété, concentrée entre un petit nombre de mains sans capitaux, ont détruit l'agriculture de la Sicile. D'ailleurs, ici comme dans toute la région des oliviers, peut-on voir sans regret six mois de beau soleil rester stériles pour toute production? Quels sont les terrains qui y sont les plus productifs? Ce ne sont pas les riches guérets de l'intérieur, mais les environs de Messine et de Catane, où se pressent les plantations d'oliviers, de mûriers, d'orangers ; le petit nombre de localités, telles que les environs de Syracuse et de Marsala, où l'on cultive la vigne ; enfin les environs de Palerme, où l'irrigation fait cesser la cruelle interdiction de six mois que la sécheresse oppose à la culture des plantes herbacées. Les terres à blé, à égalité de surface, ne viennent évidemment qu'en seconde ligne auprès de ces points favorisés.

La Grèce, la Judée, l'Asie-Mineure sont couvertes de beaux oliviers. Le mûrier s'y montre partout où la population se condense. L'Égypte, avec son sol rafraîchi par les inondations du Nil et les irrigations, peut se passer des cultures arbustives ; le froment, le coton, le sésame, le millet, la fève occupent utilement son sol. L'olivier se montre encore en Crimée ; on y trouve une variété plus robuste que nos espèces et que l'on a essayé de transporter en Europe.

Nous n'avons jusqu'à présent que des notions très-imparfaites sur la végétation des côtes occidentales de la péninsule

ibérique. Les indications qui suivent et qui nous ont été communiquées par M. Gay, d'après les souvenirs de M. Durieu, qui connaît si bien la botanique de l'Espagne, compléteront les notions que nous avons sur la région de l'olivier et de l'oranger. Elles prouvent que, hormis les lieux qui en sont exclus par leur altitude, toutes les côtes de la péninsule entrent dans cette région agricole.

L'oranger à fruit doux (*citrus aurantium*) est partout cultivé sur les côtes orientale et méridionale d'Espagne, et sur les côtes du Portugal, d'où il s'avance sur la côte de l'Océan, jusqu'à el Padron, au milieu de la Galice.

L'oranger à fruit amer (*citrus vulgaris*) accompagne partout le précédent, mais s'avance un peu plus loin vers le nord. A Bergondo, près la Corogne, il y a une maison de campagne à laquelle on arrive par une véritable avenue, toute plantée d'arbres de cette espèce.

Il en est de même du citronnier (*citrus limonium*), avec cette différence que l'oranger à fruit amer s'arrête à la Corogne, tandis qu'on retrouve le citronnier à cent lieues de là, vers l'est, sur la côte du golfe de Gascogne, à Santona, province de Santander, en si grande quantité que c'est un objet de commerce. Je ne sache pas qu'il soit cultivé sur aucun point intermédiaire, entre la Corogne et Santona, ce qui peut s'expliquer par la nature des lieux, et notamment parce que sur cette côte les montagnes sont plus ou moins éloignées de la mer. C'est seulement à Santona qu'elles s'abaissent directement sur la plage. C'est un abri contre les vents du sud ; c'est une digue qui retient les vents du nord chargés des vapeurs de la mer. Tout le long de l'année, beaucoup d'humidité, par conséquent température basse et égale, très-favorable aux végétaux qui craignent la gelée, sans avoir besoin d'une grande chaleur.

Entre ces deux points extrêmes (Santona et la Corogne) sont les Asturies, où les montagnes se tiennent à plusieurs eues de la mer, dont le climat est comparativement sec, et

où, par conséquent, on ne voit nulle part le citronnier, au moins dans les lieux visités par M. Durieu. Le climat sec et tempéré devrait convenir à la vigne et à l'olivier. L'olivier cependant y manque complétement, et, quant à la vigne, il n'y en a jusqu'ici que quelques mètres carrés essayés avec succès, par-ci par-là, par des agriculteurs intelligents. Ainsi la vigne n'est pas dans les habitudes du pays, mais elle peut y réussir. En est-il de même de l'olivier? Ce qui pourrait faire croire à l'affirmative, c'est qu'il y a, à une lieue d'Oviédo, plusieurs dattiers assez grands qui s'y maintiennent en plein air depuis longues années, quoique dans l'hiver de 1835-36 le mercure soit descendu, à Oviédo, à $8^0,5$ au-dessous de zéro.

En revanche, la côte orientale de l'Espagne montre partout l'olivier au premier rang. D'abord, il est associé aux cultures plus méridionales, à la canne à sucre, vers Grenade, en Espagne, comme à Avola, au sud de la Sicile, puis à la vigne et au mûrier en avançant vers les Pyrénées. Au nord de cette chaîne de montagnes, cet arbre se rencontre au pied des Corbières. En partant de là, il ne suit pas la ligne droite d'Arthur Young, mais contournant le fond des vallons, ses limites sont en France, à Arles (Ariége), Olette, Montaulieu, Carcassonne, Sidobre, Saint-Chignan, Saint-Pons, Lodève, Le Vigan, Saint-Jean-du-Gard, Alais, Les Vans, Joyeuse, Aubenas, Beauchâtel, Donzère, Montségur, Nyons, Villeperdrix, Le Buis, Sisteron, Digne, Bargemont, etc. Dans les différentes vallées où il pénètre, il atteint les altitudes suivantes : à Alais 300^m, Saint-Saturnin 425^m, Vieux-Beausset 365^m, Vialard 365^m, Bargemont 602, Seillans 611^m, Fayence 622^m, Grasse 453^m, Vence 455^m (1). Dans ces mêmes contrées le chêne blanc s'arrête à 1000^m d'élévation.

Traversant les Alpes pour gagner le pied méridional de

1) *Annales scientifiques du Midi.* mars 1832, p. 257.

l'Apennin, l'olivier pénètre jusque dans le royaume de Naples, où on le trouve sur les deux pentes de la chaîne, puis sur le bord opposé de l'Adriatique en Dalmatie, et de là il gagne la Grèce. Nous avons déjà parlé de deux contrées détachées de la région des oliviers, comme des îles le sont du continent, et dans lesquelles cette culture est établie, les bords des lacs de Guarda et de Côme. Il paraît qu'autrefois l'olivier existait dans une autre contrée de peu d'étendue, près de Bex en Suisse (1), mais il a disparu de cette localité.

La région des oliviers peut se diviser naturellement en deux sous-régions : celle où l'olivier ne gèle jamais; celle où il subit quelquefois la funeste influence des hivers dans ses rameaux et dans son tronc. Dans la première, où la température ne descend jamais au-dessous de —5° et qui n'a annuellement que 10 à 12 jours de gelées, on peut cultiver le coton herbacé, le caroubier, le sulla, le figuier d'Inde (*cactus opuntia*); l'agave, le styrax officinal et l'anagyris fétide achèvent de caractériser cette sous-région.

Dans la seconde sous-région, où l'olivier succombe souvent aux rigueurs du froid, cet arbre donne des récoltes qui, à égalité de surface, le disputent à celles de la première sous-région, parce qu'il y est mieux soigné, mieux traité, tenu plus bas et à portée de la main. Les hommes du midi ne peuvent revenir de leur étonnement en voyant les petits oliviers de Provence et de Languedoc, et ne s'imaginent pas qu'ils puissent rivaliser de produits avec les leurs.

Cette seconde sous-région comprend le midi de la France, à l'exception de quelques petits cantons bien abrités au bord de la mer, la Toscane et une partie des États romains. On reconnaît que l'on sort de la première sous-région pour passer dans la seconde, à la disparition du caroubier, du figuier d'Inde, de l'oranger et des autres plantes qui lui sont spéciales. Mais on y voit encore le pin à pignon, le pin

(1) *Société économique de Berne*, 1764, p. 196.

d'Alep, le genevrier faux cèdre et celui de Phénicie, qui ne sortent pas de la région des oliviers.

§ II. — Caractères météorologiques de la région des oliviers.

La région des oliviers doit présenter nécessairement deux caractères principaux : une température hivernale qui ne compromette pas trop fréquemment l'existence de l'arbre; une température d'été qui permette à son fruit de mûrir. Pour remplir la première de ces conditions, il faut que la température minimum ne descende pas au-dessous de — 7 ou — 8 degrés, ou qu'une température plus basse ne dure pas plus de huit jours; car, en cas contraire, l'olivier perd ses rameaux si le dégel est subit, ou s'il a lieu par un soleil chaud, et n'est pas ralenti par la pluie, ou par une transition graduelle de cette forte gelée au dégel. La seconde condition exige que, depuis le moment où le thermomètre a atteint au printemps la température moyenne de + 19°, qui est celle de la floraison de l'arbre, il puisse recevoir, avant les premières gelées, 1099° de chaleur solaire en sus de la température moyenne de l'air, ou en totalité, y compris la chaleur atmosphérique, 3978° (1). C'est aussi à cette somme de température, précédant les gelées, que mûrissent les espèces les plus hâtives d'olive. Quand on n'a pas les éléments numériques de ce calcul, on y arrive approximativement en admettant que les jours sans nuage ont donné 11°,2 de chaleur en sus de celle de l'atmosphère, et en multipliant par cette chaleur le nombre de jours qui s'écoulent depuis l'époque de la floraison de l'olivier, jusqu'à celle des premières gelées probables. Si d'ailleurs la somme de la chaleur atmosphérique atteint pendant cet intervalle de temps 2968°,

(1) Toutes les températures solaires indiquées dans cet ouvrage l'ont été d'après celle d'un thermomètre appliqué contre un mur exposé au midi, et non d'après la température d'une boule, nouvelle méthode plus exacte que nous recommandons pour l'avenir.

et que le produit de l'opération donne 1099° de chaleur solaire, on aura lieu de croire que l'on se trouve dans un climat où l'olive peut mûrir. Ainsi, à Toulouse, du 10 juin, époque où la température moyenne atteint + 19°, au milieu de novembre, où arrivent les premières gelées, on n'a que 33 jours clairs, qui, multipliés par 11°,2, ne donnent que 614°,4; or, la somme de la température atmosphérique de ce même intervalle n'étant que de 2670°, on voit que l'on n'a en totalité que 3284°, chaleur insuffisante pour permettre à l'olive de mûrir. A Orange, qui est près de la limite de la région, le total de la température atmosphérique est de 2878°; il y a 98 jours clairs qui donnent 1099°,7 de chaleur solaire, ce qui donne la somme de 3977°,7 de chaleur totale pour l'intervalle de temps indiqué. Milan nous donne 3019° pour la température de son atmosphère, 100 jours clairs, et par conséquent 1120° de chaleur solaire, ce qui donne 4139° de chaleur totale, nombre qui surpasse celui qui est nécessaire pour mûrir l'olive. C'est donc ici la température des hivers, la prolongation des gelées et la nature des dégels par un temps clair qui ne permettent pas de cultiver l'olivier. Dès que les abris modifient ces circonstances, l'olivier se retrouve au bord des lacs qui sont au pied des Alpes.

Le nombre des pluies de l'été est faible dans ce climat, cette circonstance amène une atmosphère très-claire dans cette saison. C'est dans cette région, où l'on souffre tant de la sécheresse, que l'on a dû étudier surtout l'évaporation, et il n'est pas douteux que son énergie, qui est grande et qui s'élève jusqu'à 4,4 fois la quantité de pluies, ne joue un rôle important dans l'existence des arbres à feuilles petites et coriaces dont l'exhalation est peu considérable. La neige est presque inconnue dans la région des oliviers, même à sa limite; elle se montre au plus 5 fois par année moyenne sous forme de rares flocons, fond à mesure qu'elle tombe et dure rarement deux jours.

§ III.—Agriculture de la région des oliviers.

Le premier obstacle que rencontre le cultivateur dans la région que nous venons de décrire, c'est la brièveté du temps qu'il peut consacrer aux cultures de la terre. Si la nécessité de respecter en hiver le peu d'herbes qui viennent sur les jachères, dans un pays où les fourrages sont rares, l'empêche de cultiver dans cette saison, il perd le temps le plus favorable, celui où le sol humecté par les pluies n'a plus sa ténacité et peut être retourné sans de grandes fatigues. Il n'a plus alors pour ouvrir ses terres que le court intervalle qui s'écoule depuis la renaissance du printemps jusqu'à la fin de mai. Il arrive même, dans les terres argileuses, qu'il soulève d'énormes mottes par ces premiers travaux ; ces mottes, durcies par le soleil, ne peuvent plus être brisées que par les pluies d'automne. On ne saurait donc trop recommander dans ce pays les labours faits à l'entrée de l'hiver, immédiatement après les travaux des semailles d'automne. La terre est alors pulvérisée par les gelées, et se trouve toute prête pour les semailles du printemps. Les cultivateurs qui auront des pâtures d'été pour leurs troupeaux, car celles des herbes venues dans les jachères sont une chère ressource, suivront encore une meilleure pratique, en déchaumant légèrement par un coup d'araire, après l'enlèvement des gerbes, et croisant ce travail par un nouveau coup d'araire après les premières pluies qui auront déterminé la sortie des mauvaises herbes. C'est ainsi que, dans quelques lieux renommés par l'industrie de leurs habitants, plus que par la nature du sol, on se procure des blés nets, recherchés pour les semences.

Le défrichement des prairies artificielles, qui doit avoir lieu en été si l'on veut préparer la terre à temps pour les semailles d'automne, est une œuvre des plus laborieuses dans cette région, à cause de la sécheresse estivale. Il faut y employer de très-grandes forces ou répéter coup sur coup

plusieurs raies d'araire qui approfondissent peu à peu le travail. On évitera la multiplicité de ces œuvres, en consacrant à l'avoine d'hiver les terrains sur lesquels on défriche les prairies, cette plante vigoureuse n'exigeant pas une terre aussi meuble que le froment.

La culture du blé qui mûrit à la fin du printemps avant la dessiccation complète de la terre est générale dans la région des oliviers. C'est elle qui fournit la principale nourriture des habitants. Le blé talle peu du pied, à cause de la dureté et de la sécheresse du sol; il n'a pas une paille très-abondante, mais n'ayant pas à craindre les brouillards et les pluies lors de la floraison, il graine bien et sa paille acquiert une force qui le préserve du versement, si fatal aux récoltes des pays où les pluies du printemps sont abondantes. Ce qu'il a surtout à redouter, ce sont les sécheresses de cette dernière saison, qui le privent de l'humidité nécessaire à l'entretien de sa sève, hâtent la maturité et amènent de chétives moissons.

Le blé se récolte avec facilité, et jamais il ne germe dans les javelles ou sur les aires où on le transporte. La sécheresse et la chaleur du jour permettent le dépiquage en plein air.

L'atmosphère elle-même restitue à la terre une partie des sucs fécondants qu'elle perd par ses productions (1). Cette propriété rend l'usage des engrais de moins en moins indispensable en avançant vers le midi. Ce fait est incontestable, mais il serait heureux qu'on n'y attachât pas une confiance exagérée et que, dédaignant les produits trop chétifs d'une culture nonchalante, on cherchât davantage à seconder par l'action des engrais les bienfaits de la nature.

Malgré les succès réels des cultures céréales bien dirigées dans cette région, malgré les qualités précieuses de son froment abondant en gluten et ayant plus de poids sous un égal volume que celui des autres régions, ce sont toujours les

(1) *Voir* t. I, p. 121 et suiv.

cultures arbustives qui sont la grande ressource de ses habitants. Le climat en fait une loi. Les racines des arbres vont chercher plus profondément l'humidité du sol, et n'ayant pas, comme les herbes, deux saisons de repos, l'hiver et l'été, elles travaillent constamment pendant neuf mois à soutirer les sucs de la terre au profit de leurs possesseurs. *Arborum cura, pars rei rusticæ maxima*, nous dit Columelle, imbu des maximes agricoles puisées au centre de cette région ; et parmi les arbres, l'olivier sera toujours celui qui donnera les plus hauts produits nets et les plus sûrs, partout où il sera cultivé avec intelligence et sans parcimonie. Sous ces conditions, il défiera les cultures de graines oléagineuses ; et, un jour, le midi de l'Europe les étouffera toutes sous sa production intelligente d'huile d'olive. Nous verrons, en traitant spécialement de l'olivier, ce qui manque au midi pour arriver à l'approvisionnement du monde entier.

Viennent ensuite les mûriers, dont l'exploitation exige une population nombreuse et intelligente, et qui dans ces derniers temps a fait tant de progrès dans la région des oliviers et dans celle des vignes. La vigne elle-même couvre de vastes étendues dans la région des oliviers, y donne les vins les plus généreux et fournirait aussi le monde entier d'alcool, si les législations fiscales ne venaient, en s'appesantissant sur l'industrie viticole, favoriser des industries rivales dépourvues d'une partie de son mérite. On cultive aussi en grand, dans la région des oliviers, le figuier, qui fournit une si grande quantité de fruits secs, l'amandier, le caprier, le micocoulier, les arbres à fleurs destinées à la parfumerie, enfin l'oranger et le citronnier, qui ne croissent, ainsi que le caroubier, qu'au midi de la région.

Plusieurs cultures industrielles, qui ne sont pas exclusivement propres à son climat, s'associent à celles dont nous venons de parler : la garance, le safran, le pastel, la gaude, le carthame, le chardon à bonnetier, le millet à balais (*holcus sorgho*). Mais c'est surtout dans les terrains frais ou

arrosés, qui, conservant à la région tous les avantages de son soleil, lui procurent en outre ceux qui sont propres à des régions dont le sol est mieux humecté, que l'on voit de véritables miracles agricoles, par le succès des prairies naturelles qui donnent de trois à 5 coupes, par celui des luzernes qui en donnent de 5 à 7, par la succession de plusieurs cultures dans la même année. Après la récolte du blé, on peut encore s'y procurer d'abondantes récoltes de pommes de terre, de haricots, de millet, de petit maïs, etc., qui doublent le produit de la terre. Le maïs, le coton ne viennent bien que dans des terrains naturellement frais ou arrosés.

Mais quand on est privé des avantages de l'irrigation, on doit renoncer aux secondes récoltes, dont les semences manqueraient d'humidité pour germer. La réussite des prairies naturelles dépend trop de la fraîcheur de la terre pour qu'elles puissent donner plus d'une coupe. Il en est de même du sainfoin et du trèfle, qui cependant peuvent se couper au moins deux fois dans les terres fraîches, avec un regain pour pâture. Plusieurs des coupes de la luzerne, celle du milieu de l'été, manquent ou sont médiocres. Les récoltes racines, qui, approvisionnées d'humidité, traversent la saison sèche sans périr, et en particulier les betteraves, qui reprennent en automne le cours de leur végétation interrompue pendant les grandes chaleurs, sont susceptibles de donner quelquefois un produit satisfaisant. Mais on rencontre des difficultés qui montrent de plus en plus l'importance des avantages de la culture des végétaux ligneux dans cette région.

SECTION II. — *Région des vignes.*

§ I.—Circonscription de la région.

La culture de la vigne a pour limites, au midi, celles de la région des oliviers. Elle embrasse ensuite une grande partie du plateau central de l'Espagne, et toutes ses côtes ouest et nord; la France, à l'ouest des Corbières, et au nord

de la limite des oliviers, jusqu'à une ligne qui, partant de Guérande, à l'embouchure de la Loire, se dirige vers le Rhin, en passant un peu au nord de Paris, et s'arrête aux environs de Dresde. De là, rétrogradant le long des frontières de la Bohême pour venir reprendre le Rhin au nord de Coblentz, la ligne limite suit ce fleuve et enferme les bords du lac de Constance, retourne alors vers l'ouest à l'approche des hautes montagnes de la Suisse, ne comprend dans son enceinte que les parties inférieures des vallées de l'Aar, de la Thièle, le lac Léman et le Valais. Traversant les Alpes vers le milieu de ce dernier canton, elle en suit les pentes méridionales, embrasse la terre ferme de Venise, revient traverser les Alpes pour enfermer la Basse-Autriche, la Hongrie, la Valachie, et s'étend vers l'orient jusqu'en Crimée. Les pays montagneux, la Servie, la Bulgarie, sont seuls exceptés et forment des îles terrestres appartenant à la région des céréales et à celle des pâturages. Telle est l'immense étendue de terrain sur laquelle la vigne est susceptible de croître et de porter ses fruits à maturité en Europe.

Mais il y a ici une observation importante à faire. Dans la partie méridionale de ce vaste espace, la vigne fructifie en plaine et sans abri; si on lui en donne, c'est pour accroître encore les propriétés calorifiques du climat, mais nullement dans la crainte de ne pas obtenir de raisin mûr. Dans la partie septentrionale, on choisit des pentes plus ou moins dirigées vers l'azimuth du sud et plus ou moins inclinées, qui, ainsi que nous l'avons vu, transportent le terrain dans un autre climat, dans un climat qui est quelquefois de plusieurs degrés plus méridional. Alors la vigne n'est plus la culture générale du pays, elle devient la spécialité de certaines expositions; elle n'est la culture la plus profitable que dans ces expositions qui n'ont pas le même climat que l'ensemble du pays (1). Selon nous, la région des

(1) Voir t. I, p. 184 et suiv.

vignes devrait être bornée à la ligne où cet arbuste fructifie sans abri, et elle s'arrêterait alors à celle où elle peut être cultivée concurremment avec le maïs. Cependant pour qu'il ne reste aucun doute dans les esprits, nous embrasserons dans l'enceinte de la région tous les lieux où la vigne est actuellement cultivée, mais en ayant soin de bien définir la sous-région du maïs. Nous prévenons que la sous-région du nord, où cette plante n'arrive pas à maturité, est un climat de transition que l'on pourrait aussi bien ranger dans la région céréale en le détachant de la région des vignes. Cette réserve faite, nous nous bornerons à indiquer les limites de la sous-région de maïs.

Elle s'étend au midi d'une ligne dirigée de l'embouchure de la Garonne à Spire. Dans le pays qu'elle embrasse, le maïs est surtout cultivé dans les plaines qui bordent les Pyrénées, dans les vallées qui descendent du Jura, dans la Lombardie, les États vénitiens, en Carinthie, en Autriche, en Hongrie ; dans les plaines, en un mot, les plus chaudes ou les mieux éclairées, et en même temps dont la terre est la plus fraîche de toute la région. Cette culture est repoussée au midi de la région des oliviers par la sécheresse de ses terres en été, quand elles n'ont pas le secours de l'irrigation; au nord, par le trop peu de durée des chaleurs ou le trop peu d'intensité de la chaleur solaire.

§ II.—Caractères météorologiques de la région des vignes.

Nous avons vu dans le paragraphe précédent que ce qui distingue le climat de la vigne de celui des oliviers, c'est le défaut d'une température suffisante en été et en automne; quand cette température vient encore à s'affaiblir, on voit les ceps de vigne perdre progressivement de leur grosseur, s'effiler, et porter des raisins moins mûrs. Cette gradation est si insensible, que l'on ne peut affirmer positivement que, à la rigueur, la vigne ne pût s'avancer de plusieurs myriamè-

tres vers le nord, comme aussi que l'on ne se contente pas, dans plusieurs vignobles près de l'extrême limite, de liquides qui n'ont du vin que le nom. Pour mettre en saillie la différence des deux climats, il faut donc comparer des lieux qui soient, les uns décidément en dedans de la région de la vigne, et les autres décidément en dehors, sans s'occuper des localités exceptionelles. Nous établirons cette comparaison entre Paris et Bruxelles, Manheim et Berlin.

La vigne fleurit quand la température moyenne de l'air est parvenue à 17 ou 18° de température, selon la précocité des espèces. Mais dans le nord on ne plante plus que les plus précoces, et c'est sur elles qu'il faut raisonner. C'est à peu près vers le 11 de juin que cette époque arrive à Paris (1). De ce moment jusqu'au 1er octobre où se fait la vendange dans ce même pays, quand la température descend au-dessous de 12°,5, le raisin cesse de mûrir, et la moindre humidité le dispose à la pourriture. Or, voici le résultat des observations faites à Paris :

Somme des températures.	1925°,67
Chaleur solaire pour 61 jours clairs à 18°,3; et pour les 50 autres, 2°,5 de chaleur solaire (2). .	751
	2676 ,67

C'est évidemment la moindre chaleur qu'exige le raisin rouge entre la floraison et la maturité, car nous sommes ici bien près de la limite de la région.

A Bruxelles, de la floraison au 1er octobre, époque où la chaleur descend aussi à 12°,5, le raisin a reçu :

Chaleur atmosphérique	1914°,2
45 jours clairs, 67 mi-clairs et couverts	619
	2533 ,2

(1) Cotte, *Mém. de la Société cent. d'agriculture*, t. XII, p. 208.

(2) Pour tenir compte de la décroissance de la durée des jours, on a multiplié chacun des termes de la chaleur solaire par le nombre d'heures de la journée, et l'on a divisé par 24 heures.

On voit qu'une simple différence de 144 degrés de chaleur sépare la région où la récolte de vin est possible, de celle où elle ne l'est pas. On les obtiendrait de 10 jours ajoutés à la saison où le raisin peut mûrir. C'est toujours ainsi que se prononcent les limites; 10 jours de plus de saison chaude avant les pluies d'automne, et le coton réussirait en Provence.

A Manheim, la température de l'air parvient, à peu près à la même époque qu'à Paris, à 17°, terme de la floraison de la vigne; c'est aussi vers le 1er octobre qu'elle tombe à 12°,5. Nous avons :

Chaleur atmosphérique	2087°,6
Chaleur solaire, 37 jours clairs et 65 mi-clairs et couverts	518 ,0
	2605 ,6

C'est la limite des raisins blancs. A Berlin, la floraison a lieu à peu près à la même époque qu'à Paris, mais la température descend à 12°,5, avant le 1er octobre. Cette période de temps nous donne :

Chaleur atmosphérique.	1800°,0
Chaleur solaire, 39 jours clairs, 58 mi-clairs et couverts.	537 ,0
	2337 ,0

Ici, quoique le produit de la chaleur solaire soit plus considérable, en partant de la même base hypothétique, l'abaissement de la température atmosphérique en septembre, qui rapproche l'époque où la maturation devient impossible, ne permet plus de cultiver la vigne.

N'oublions pas cependant que l'effet produit par l'exposition sur des plans inclinés au midi (1) est de créer un climat nouveau transporté à une latitude plus méridionale. C'est ainsi que s'explique la réussite de la vigne sur des coteaux

(1) T. I, p. 191 et suiv.

bien exposés, et dans un pays dont la température semblerait exclure cette culture. C'est aussi l'effet des murs qui forment, pour les espaliers, des expositions chaudes, en présentant leurs rameaux à une température solaire intense.

Ainsi le climat de la vigne est caractérisé par la possibilité d'atteindre une chaleur totale (atmosphérique et solaire) de 2680 degrés au moins, pour les espèces les plus précoces de raisin rouge, et de 2600 pour les espèces blanches, entre l'époque de la floraison de la vigne et celle où la température moyenne de l'air est descendue à 12°,5.

La sous-région de maïs se distingue seulement de la région des oliviers par la fraîcheur de la terre en été. Nous comparerons à cet égard Milan, Vicence et Florence ; Toulouse et Orange.

On a les résultats suivants :

	Quantité de pluie. mill.	Jours de pluie.
Florence	135,3	17,1
Milan	233,1	24,7
Vicence.	261,3	24,9

Par conséquent, l'été étant de 90 jours, on a :

	Intervalle moyen entre les pluies. jours.	Pluie par *chaque jour* de pluie. mill.	Pluie par *jour* moyen. mill.
Florence	5,2	8,9	1,5
Milan.	3,6	9,4	2,6
Vicence.	3,6	10,5	2,9

Mais, de plus, on trouve que l'évaporation représente :

A Florence . . . . 10 fois la pluie.
A Vicence. . . . . 3 fois la pluie.

Par conséquent, l'humidité qui reste dans les terres est représentée :

millim.

A Florence. . . . . par $\frac{1,5}{10} = 0,15$

A Vicence . . . . . par $\frac{2,9}{3} \quad 0,97$

On voit donc combien la terre reste plus fraîche en Lombardie qu'en Toscane.

D'un autre côté, pour les deux autres villes on a :

	Quantité de pluie. mill.	Jours de pluie.
Orange	110	18,5
Toulouse	154	25,0

Par conséquent :

	Intervalle moyen entre les pluies. jours.	Pluie par chaque jour de pluie. mill.	Pluie par jour moyen. mill.
Orange.	4,8	5,9	1,2
Toulouse.	3,6	6,2	1,7

Mais on trouve que l'évaporation représente :

A Orange. . . . . 9,2 fois la pluie.
A Toulouse. . . . 1,9 fois la pluie.

Par conséquent, l'humidité qui reste dans la terre est représentée :

millim.

$$\text{A Orange . . . . . par } \frac{1,2}{9,2} = 0,13$$

$$\text{A Toulouse . . . . . par } \frac{1,7}{1,9} = 0,89$$

Ces chiffres relatifs indiquent suffisamment l'état différent de ces deux régions.

La sous-région du maïs n'est séparée du reste de la région de la vigne que par le degré de la chaleur totale (solaire et atmosphérique) que la terre reçoit pendant l'été. Pour bien s'en convaincre, prenons des lieux dont les uns sont bien décidément dans la région, et les autres dehors : Paris et Dijon ; Strasbourg et Toulouse. Nous avons, pour les mois de juin, juillet, août et septembre :

	PARIS.	STRASBOURG.	DIJON.	TOULOUSE.
Chaleur atmosphérique.	2147,2	2122	2330	2406
Chaleur solaire	307,0	425	840	467
Total	2454,2	2547	3170	2873

Paris se trouve encore à la limite de la sous-région du maïs, qui y mûrit dans les bonnes années; Strasbourg se trouve aussi près de la limite: on voit donc qu'il faut à cette plante une température totale de 2600 degrés, au moins, pour se trouver dans un climat qui lui convienne.

§ III. — Agriculture de la région des vignes.

Pour le plus grand nombre des habitants de cette région la base de la nourriture est le froment, mais le maïs l'emporte sur lui dans la sous-région qui porte son nom, et où sa culture est introduite en grand. Ainsi, la Lombardie entière regarde tellement le maïs comme l'aliment de première nécessité, que, malgré l'infériorité réelle de son pouvoir nutritif, le prix de ce grain s'élève même au-dessus de celui du froment dans les années où sa récolte vient à manquer, et le froment n'y supplée pas le maïs. Ailleurs, en Franche-Comté et en Languedoc, ces deux grains servent concurremment à la nourriture, et cela tient sans doute à ce que le maïs est consommé en Lombardie sous forme solide (pollenta) et y tient lieu de pain, tandis qu'ailleurs il l'est sous forme de potages (gaudes). Ces deux cultures occupent les terres les plus fertiles de la région; la vigne, qui est moins exigeante, occupe les coteaux, et d'autant plus qu'en approchant de la limite nord de la région, on sent le besoin de suppléer au climat par l'exposition et par des sols naturellement secs. On sent aussi de plus en plus la nécessité de l'élever sur des échalas pour découvrir le terrain et pour présenter les feuilles et les fruits à l'action du soleil, et aussi parce que le cep de plus en plus faible ne se soutient pas par sa propre force, mais se courbe et rampe quand on ne lui donne pas de tuteur. La culture de la vigne, dont presque toutes les opérations sont semblables à celles des champs dans la région des oliviers, adopte ici des pratiques spéciales appropriées à sa délicatesse, et constitue un métier

à part, celui de vigneron. La division du travail se prononce de plus en plus en allant vers le nord, à cause des soins toujours plus nombreux qu'exige la vigne.

Le blé semé en automne est toujours celui qui donne le plus grand produit; mais dans la région actuelle, la fraîcheur de la terre au printemps permet d'en semer aussi dans cette saison. D'un autre côté, l'avoine, qui supporte les hivers dans la sous-région du maïs, commence à ne plus être semée qu'au printemps dans le nord de la région des vignes. Aussi la sous-région du maïs conserve-t-elle des assolements biennaux faisant revenir les céréales tous les deux ans, tandis que la faculté de semer le blé au printemps, et la nécessité de se procurer de l'avoine pour suppléer aux récoltes des fourrages, ont introduit les assolements triennaux dans la partie nord de la région de la vigne.

Cette nécessité annonce que l'on ne compte pas dans toute la région sur des récoltes certaines de fourrages. Les retours des années de sécheresse y sont trop fréquents pour que les récoltes fourragères n'y présentent pas de grandes chances de perte, et pour que l'élève du bétail y prenne un grand développement. On ne voit le bétail abonder que sur les côtes de l'ouest ou dans les lieux d'une assez grande altitude, et dans les vallées surmontées de cimes élevées ou boisées, où la fraîcheur du sol et du climat nous transporte dans la région fourragère; ailleurs, il ne prend pas la première place, et l'incertitude qui règne toujours sur son approvisionnement fait que l'on reste plutôt au-dessous qu'au-dessus du chiffre auquel il pourrait moyennement atteindre.

Ce n'est qu'en favorisant l'irrigation, et en aménageant bien toutes les eaux qui peuvent être conduites sur les champs, que l'on parviendra à améliorer l'état de cette région relativement aux engrais.

Les vins que produit cette région sont moins alcooliques et moins liquoreux que ceux de la région des oliviers, mais

en revanche ils sont seuls susceptibles de posséder ce que l'on appelle le *bouquet*, arome particulier, saveur parfumée qui diffère selon les sols et les expositions, et qui fait le principal mérite des vins renommés. Depuis les nouveaux travaux de M. Fauré (1), la chimie est sur la voie de séparer ce principe du vin, car on n'a jamais pu le confondre avec l'éther œnanthique de MM. Pelouze et Liebig, à odeur ingrate, qui est celle des vins communs et qui s'attache aux bouteilles, aux verres, aux murs des cabarets où on les boit. La synthèse a cherché ici à devancer l'analyse, et depuis longtemps les fabricants de vins s'efforcent d'imiter le bouquet avec différentes drogues, le sirop de groseille, la racine d'iris de Florence, les amandes amères, etc., sans jamais parvenir cependant à tromper les véritables gourmets.

La luzerne et le sainfoin, qui sont la base des prairies artificielles de la région des oliviers, cèdent ici la place au trèfle qui préfère un sol un peu humide et ne porte que là de pleines récoltes. La luzerne, dont la pousse ne commence qu'avec le température de + 12°, et s'arrête quand elle revient en automne à la même température, a bien l'avantage d'y trouver plus souvent des printemps et des étés où le sol reste frais, mais aussi le nombre de ses coupes se trouve diminué par la durée plus courte de l'intervalle de temps qui sépare le commencement et la fin de la température supérieure à + 12°. Les miracles de la luzerne sont réservés aux terrains frais ou arrosés de la région des oliviers.

Les cultures jachères, celles qui consistent en semis de printemps et en récoltes d'été, deviennent de plus en plus générales dans la région des vignes. Dans la région des oliviers, elles sont exposées à de fréquentes intempéries de sécheresse ; ici, la saison où elles végètent commence encore d'assez bonne heure, et elle est assez souvent humide pour favoriser ces récoltes intercalaires.

(1) *Analyse chimique des vins de la Gironde*, Bordeaux, 1844, p. 31 et suiv.

Le temps propre à la culture de la terre est bien plus long ici que dans la région des oliviers. Les grands travaux agricoles peuvent, en général, s'ouvrir en été, et l'hiver n'est ni assez rigoureux ni assez prolongé pour que l'on ne puisse les reprendre de bonne heure au printemps.

Ainsi la région des vignes jouit d'une partie des avantages de celle des oliviers et de celle des céréales de printemps, si elle subit quelquefois les inconvénients de l'une et de l'autre. C'est une région de transition où l'habileté du cultivateur est très-nécessaire pour s'adapter aux exigences d'un climat variable, et pour incliner, selon les années, vers les procédés des pays plus méridionaux ou vers ceux des pays du nord. La grande erreur du cultivateur serait de prendre exclusivement ses modèles dans les uns et dans les autres. Il faut qu'il agisse avec un grand discernement, que sa prudence reste constamment éveillée, qu'il profite de tous les enseignements que sa propre expérience ou la science lui donnent sur les chances que présente telle ou telle culture. Pour l'agriculture de cette région surtout, la météorologie est d'une utilité constante.

Section III. — *Région des céréales.*

§ I.—Circonscription de la région.

Au nord et à l'est de la région des vignes se trouve la région des céréales, à laquelle nous donnons ce nom parce que les grains y deviennent la principale et la plus riche culture. Elle suit la limite de la région des vignes, au midi. Sa limite, au nord, rencontre la région des pâturages ou celle des forêts. Elle laisse en dehors, en France, une partie des côtes du Poitou, de la Bretagne, de la Normandie, de la Picardie, que leur climat et la nature de leur sol placent dans la région des pâturages; il en est de même des côtes de la Belgique, de la Hollande tout entière et de certaines parties de la Westphalie, du Danemark et de la Norwége.

Les Iles-Britanniques sont-elles tout entières hors de la

région? L'éducation du bétail n'y serait-elle pas partout l'industrie la plus lucrative, comme elle l'est en Irlande, sur les côtes ouest de l'Angleterre et dans les hautes terres d'Écosse? C'est une question que nous serions tenté de résoudre dans le sens affirmatif. Le midi de la Suède et la Russie paraissent faire partie de la région des céréales, quand ces pays ne passent pas à la région forestière. La longueur des hivers y donne un grand désavantage à la nourriture des bestiaux, comparée à celle des grains.

§ II.—Caractères météorologiques de la région des céréales.

Au point où le climat cesse de convenir à la vigne, les céréales restent maîtresses du terrain et deviennent la culture principale et souvent unique; mais elles s'arrêtent pour prendre une position secondaire quand l'humidité du climat favorise la production spontanée des herbages et des récoltes-racines; et elle disparaît tout-à-fait dans le nord, quand la température totale de l'été cesse de donner la somme de chaleur nécessaire pour la maturité des grains.

Nous avons établi que l'humidité du climat résulte du rapport de son évaporation à la quantité dc pluie qui y tombe. Nous trouverions donc sans peine le caractère météorologique qui sépare la région céréale de la région des pâturages, si nous possédions des observations exactes de l'évaporation. Dans l'état actuel de nos connaissances, nous ne pouvons faire qu'imparfaitement la comparaison dont il s'agit. En rapprochant celle de plusieurs lieux, nous trouvons cependant que, pour les pays à pâturages, les chiffres suivants indiquent les rapports de la pluie à l'évaporation de l'été :

	Pluie.		Évaporation.
Copenhague.	1	:	0,6
Middelbourg	1	:	0,7
Tegernsée	1	:	0,6
Pontarlier	1	:	0,8
Gœttingue	1	:	0,8

Et pour les pays de la région céréale les plus voisins de la région à pâturages :

	Pluie.		Évaporation.
Stockholm	1	:	1,2
Bruxelles	1	:	1,0
Munich	1	:	1,4
Lons-le-Saulnier	1	:	1,2

Il résulterait de ce rapprochement qu'un pays passerait de la région céréale à la région des pâturages, quand l'évaporation deviendrait moindre que la quantité de pluie tombée en été.

Outre l'humidité de l'air annoncée par la faible évaporation, il faut encore placer celle de la terre parmi les causes qui transportent un pays dans la région des pâturages. Cette humidité ne provient pas seulement de la quantité de pluie tombée, mais aussi de sa situation topographique. Ainsi, quand le niveau du sol est rapproché de celui des grands amas d'eau, de la mer ou des lacs, et que les eaux supérieures n'ont pas un écoulement rapide, on voit des contrées entières passer dans la région des pâturages, quoiqu'elles soient situées au sein même de celle des oliviers. Telles sont la Basse-Camargue, les environs d'Hyères et de Fréjus, les maremmes de Toscane, les marais Pontins, etc. Ce serait donc réellement l'état d'humidité du sol, plus encore que celui de l'air, qu'il faudrait considérer.

Au nord, les céréales se cultivent quelquefois de préférence même au milieu de la région des pâturages et des forêts. Nous avons déjà parlé (1) des cultures de blé qui ont lieu à l'extrémité septentrionale de la Norwége, près d'Altengrund ; nous complétons ce que nous savons de ce fait curieux en rapportant ce qu'en dit M. de Buch (2). « Dans le Lygenfiord, la neige avait disparu depuis 15 jours (le 4 juillet), et au Lygenserid, langue étroite de terre qui sé-

(1) Page 94 de ce volume.
(2) *Voyage en Norwége*, t. I, p. 430.

pare l'Altifiord du Lygenfiord et qui n'est pas beaucoup plus méridionale que Tromsoé, le blé avait déjà quelques pouces de hauteur, comme si cet isthme, au lieu de se trouver à 3 degrés du cercle polaire, était sous le parallèle du Helgland ; mais il est très-enfoncé dans les terres et à une grande distance de la mer. Tromsoé, au contraire, n'est préservé que par Havalié, île étroite, du courant formé par les nuages qui viennent de la mer et enlèvent la chaleur. Aussi tous les cantons de cette contrée, où la culture et la population ont pris de l'accroissement, sont-ils situés dans l'enfoncement des bois et au milieu des montagnes où l'on trouve un sol qui paie le travail de l'homme. Lyngen est un excellent pays de blé, dit-on à Tromsoé ; cette manière de parler est relative ; mais s'attendrait-on, dans le midi, à entendre vanter la culture du blé qui a lieu sous le 70e degré de latitude? »

Que se passe-t-il donc dans ce climat pour favoriser la culture du blé qui a disparu depuis Christiania, le long de la côte de la Norwége? De Buch nous l'apprend. Le ciel y est d'une sérénité constante, et, le soleil restant près d'un mois sur l'horizon, il n'y a pas de réfrigération nocturne. Selon Lessing, le blé donne 10 à 12 fois la semence à Lyngen. A la fin de juin, les lilas étaient en fleur (1).

Dans le nord de la Russie et de la Sibérie, vers le 60e degré de latitude, la température de l'air en été et le nombre des jours clairs sembleraient permettre encore la culture du blé, mais la grande rigueur et la durée prolongée des hivers gelant profondément la terre, la glace ne fond qu'à la surface et elle se maintient pendant l'été à une petite profondeur au-dessous du sol. C'est là la cause qui trace la limite de la culture des céréales vers le nord du continent européen et asiatique.

(1) *Reise durch Norwege.*

§ III.—Agriculture de la région des céréales.

La région des céréales est la terre classique des assolements où l'on fait alterner les grains avec les fourrages, les plantes à cosse et les racines. C'est à l'état habituel de fraîcheur de la terre en été, à la régularité que cette circonstance introduit dans le résultat des cultures, que l'on doit la possibilité d'y adopter un ordre constant dans la succession de ces plantes, et de pouvoir traduire ainsi en règles toutes faites les leçons de l'expérience. L'agriculteur peut répéter chaque année ce qu'il a fait l'année précédente. C'est ce code adapté à cette situation particulière que l'on a voulu imposer à la terre entière comme des lois agricoles générales, comme si l'on pouvait prescrire à celui qui parcourt un chemin raboteux d'arriver à la même heure que celui qui glisse sur les rails d'un chemin de fer.

Dans les régions que nous avons décrites jusqu'à présent, l'irrégularité des saisons exige de la part du cultivateur une intelligence toujours éveillée pour réparer les dommages causés par les intempéries; là où il comptait semer des légumes, il sera obligé de produire des fourrages parce que la sécheresse a fait disparaître les ressources sur lesquelles il comptait pour alimenter ses bestiaux; d'autres fois la surabondance de foin lui permettra d'augmenter le nombre de ceux-ci, et d'autres fois il faudra qu'il se hâte de les vendre, parce que ses foins auront manqué; dans certaines années il aura beaucoup d'engrais et il en manquera dans d'autres; une autre fois il devra retarder la vente de son blé parce qu'une récolte opulente en aura avili le prix; mais l'année suivante la sécheresse du printemps amènera la disette, et il devra défricher ses fourrages pour pourvoir à la nourriture de sa famille; la règle serait sa perte : c'est une irrégularité d'accord avec celle de la nature qui le sauvera.

Dans la région des céréales, au contraire, le nombre des

intempéries est borné, et par cela même que le printemps est plus tardif, on arrive au solstice d'été, temps le plus régulier de l'année, au moment où les végétaux prennent tout leur développement. L'assortiment en ouvriers, en bestiaux, en capital, peut être prévu et calculé d'avance; les produits sont en rapport avec la consommation, et toute irrégularité est punie parce qu'elle ne trouve pas de compensation dans une irrégularité en sens contraire. Telles sont les causes qui ont produit cette agriculture à formules qui plaît tant à l'esprit par son ordre immuable, et par la presque certitude de ses résultats; agriculture dont les autres régions peuvent tirer, sans doute, de grands enseignements, mais dont l'ensemble ne saurait être imité ailleurs.

Cette régularité de résultats a fait naître le mode d'exploitation connu sous le nom de *fermage*. Dans les autres régions, il faut de la part du tenancier une grande prévoyance, une fermeté de conduite très-rare, pour compenser par les bonnes années le déficit des mauvaises, et ne pas se faire illusion sur le retour certain de ces dernières. Il faut plus encore, il faut être pourvu de capitaux assez forts pour résister aux revers qui surviendraient au commencement du bail. Ces nécessités, qui rendent le fermage si difficile dans la région des oliviers et dans celle de la vigne, n'existent plus dans la région des céréales, et moins encore dans celle des pâturages; l'esprit le plus ordinaire y suffit pour diriger une ferme, et c'est en effet à la limite de cette région que le fermage commence à être généralement adopté; il y attire les riches propriétaires et les grands capitaux qui craignent les chances et les embarras des autres modes d'exploitation.

Dans la région des céréales, le blé et le seigle sont, avec la viande et le laitage, la base de la nourriture des habitants. On supplée au vin par le cidre et la bierre. L'ordre des cultures est aussi régulier que celui des assolements. La terre ouverte au printemps peut continuer à recevoir des labours pendant tout l'été. L'hiver est un temps de repos qui permet

de s'occuper des travaux industriels et de l'instruction populaire.

Cet ordre régulier du climat et des opérations de la culture réagit sur ces populations qui sont aussi les plus paisibles, les plus instruites et les plus morales de l'Europe.

SECTION IV. — *Région des pâturages.*

§ I.—Circonscription de la région.

Nous donnons le nom de région des pâturages aux pays où la production spontanée de l'herbe et la nourriture du bétail sont le mode le plus avantageux de tirer parti de la terre. Cette supériorité de produit peut venir de plusieurs causes :

1° Ou bien de ce que la croissance des herbages est en toute saison si abondante et si assurée, que le résultat économique de cette récolte venant sans frais l'emporte sur celui des autres récoltes ; en outre, celles-ci peuvent ne pas s'accommoder très-bien de l'état habituel d'humidité de l'air et de la terre que suppose la faculté de produire les pâturages, et d'ailleurs la lutte qui s'établit dans les champs, entre la production spontanée et la production cultivée, exige un redoublement d'activité dans la culture qui contribue à faire pencher la balance pour la première. Les pays ainsi favorisés constituent la sous-région des pâturages perennes.

2° Ou bien de ce que sur des terrains fertiles très-secs en été, la végétation d'hiver produit une herbe abondante, et le manque de population causé par le mauvais air ne permet pas une culture active, comme dans les maremmes de Toscane, la Métidja, les environs de Rome, etc. Tant que cette cause de dépopulation existe (et on l'a bien vu s'emparer de vastes espaces autrefois sains, sans qu'on ait pu parvenir à la dompter), ces terrains forment une sous-région dans la région des pâturages ; nous y associerons les terrains arides

et manquant de fertilité, qui, dans les pays secs, se couvrent d'herbe en hiver et au printemps, mais ne sont pas susceptibles de porter des récoltes qui paient les cultures; des terrains en un mot qui sont dans la période pacagère de M. Royer (1), telle que la plaine de Crau en Provence. Tous ces pays ensemble formeront pour nous la sous-région des pâturages d'hiver.

3° Enfin, de ce qu'il y a des pays où, pendant l'hiver, la rigueur des froids et la présence des neiges ne permettent aucune végétation, mais où l'été offre une pâture abondante: tels sont les pays du nord et le sommet des montagnes même dans les régions chaudes; ils formeront la sous-région des pâturages d'été.

On voit que les distinctions établies entre ces trois sous-régions partent de principes très-différents : la première sous-région tient du climat toutes ses propriétés; c'est encore ce climat considéré dans les différentes saisons de l'année qui sert de base à l'établissement de la troisième; mais la seconde ferait évidemment partie de la région agricole qui l'entoure, de celle des oliviers, des vignes ou des céréales, sans l'infection miasmatique qui en écarte la culture, ou sans l'aridité de son sol.

La région des pâturages perennes comprend, sur les côtes de France, la partie du Poitou, de la Bretagne, de la Normandie, la plus rapprochée des côtes, et surtout celle qui forme le fond des vallées; la moitié occidentale de l'Angleterre, l'Irlande, l'Écosse, la Hollande.

La sous-région des pâturages d'hiver comprend les Landes, les plaines de la Crau, près d'Arles, et d'autres plateaux caillouteux en Languedoc et en Provence, la Basse-Camargue et plusieurs autres espaces attenants à la mer en Languedoc et en Provence, les côtes de Corse et de Sardaigne, des terrains fort vastes en Algérie, les maremmes de la Toscane, les

(1) Tome I, p. 318.

marais Pontins; des sites très-nombreux dans le royaume de Naples et en Sicile, etc.

Enfin, la troisième sous-région déterminée par la permanence des neiges en hiver comprend, outre toutes les cimes et les plateaux des montagnes, la Westphalie, le Danemark, la Norwége, la Laponie, la Russie et une partie de la Sibérie, jusqu'à une latitude où le peu de durée des étés ne permet plus de recueillir la pâture nécessaire aux animaux pendant l'hiver, et où les habitants ne vivent plus que de chasse et de pêche. Cette zône paraît commencer vers le 68e degré de latitude (1).

§ II. — Caractères météorologiques.

Nous avons appelé *terre humide*, en agrologie (2), celle qui, trois jours après les pluies, conserve plus de 0,23 d'eau; c'est de terres ainsi constamment caractérisées qu'est formée la sous-région des pâturages perennes. Les deux autres sous-régions, celles des pâturages d'hiver et d'été, présentent ce caractère pendant la saison du développement de leurs herbages. Nous en excepterons la partie des pâturages d'hiver caractérisée par l'aridité de son sol, qui n'offre que des pâtures pour les moutons, et où une rare subsistance est dispersée sur une grande surface. Ici, en effet, même en hiver, il arrive parfois que la terre se dessèche au-dessous de ce point, et ne conserve que l'eau nécessaire pour entretenir la vie des rares graminées qui s'y trouvent.

Dans la région à pâtures perennes et dans celle à pâtures d'été, la terre est maintenue humide par la régularité des pluies, le peu d'intervalle qui les sépare, l'obscurcissement du ciel par les nuages, et dans d'autres lieux par le peu d'élévation de la température qui ne provoque qu'une faible évaporation ; enfin, sur les pentes des montagnes, par la filtration des eaux venant des cimes qui les dominent.

(1) *Voyage de Wrangel*, t. I.
(2) Tome I, page 295.

Quoiqu'on cultive le blé en Irlande, l'humidité habituelle du sol y favorise extrêmement la production de l'herbage. « S'il tombait autant de pluie sur les argiles d'Angleterre, dit Arthur Young, qu'il en tombe sur les rochers de l'Irlande, *sa sœur*, jamais les terres ne pourraient être cultivées. Mais ici les rochers sont couverts de verdure, ceux qui sont calcaires n'ont besoin que d'une très-légère couche de terreau pour produire le gazon le plus doux et le plus beau. Quant à son climat, j'ai tenu note de l'état de l'atmosphère, depuis le 20 juin jusqu'au 20 octobre, et j'ai trouvé que, sur 122 jours, 75 avaient été pluvieux, et que durant ces jours la pluie était tombée abondamment et sans relâche. La saison des pluies commence vers le 1er juillet et continue jusqu'en septembre et en octobre. On ne doit pas juger de l'humidité du climat par la quantité d'eau qui tombe : un seul grain de tropique en apportera autant qu'il en tombe en Angleterre dans tout le cours de l'année. Si les nuages viennent à se dissiper, le soleil reparaît aussitôt, et, bientôt après le grain, l'air sera aussi sec qu'il était auparavant. Le climat de l'Irlande a cela de particulier qu'il est constamment humide sans pluie. Mouillez un morceau de cuir et laissez-le dans un endroit où il n'y ait ni feu ni soleil, il ne sera pas sec, même en été, dans l'espace d'un mois (1); » et il ajoute ailleurs : « Ici, chez le général Cummingham et M. Silver Olivier, j'ai vu des pièces de turneps dont on n'avait pas labouré le chaume, et qui, l'été d'après, rapportaient d'abondantes récoltes de foin. Voilà de ces faits dont nous n'avons pas d'idée en Angleterre. Ainsi, la nature elle-même semble nous dire d'une manière très-positive que l'emploi du sol pour le pâturage est le plus convenable en Irlande. Mais cette humidité si favorable à la germination de l'herbe est pernicieuse aux grains. Le plus beau blé de l'Europe et du monde entier se trouve constamment dans les pays secs. C'est le

(1) *Vogage en Irlande*, t. II, p. 152 et suiv.

poids du froment qui prouve sa bonne qualité, et ce poids diminue progressivement pour un même volume de la Barbarie jusqu'en Pologne. Le froment d'Irlande ne peut être comparé sous ce rapport à celui des pays secs, et j'ai déjà observé qu'on n'en trouverait pas un échantillon de bonne couleur dans tout le royaume. Les récoltes sont mêlées d'herbes et infectées de mauvaises productions, même avec la meilleure méthode de culture. Il fait une telle humidité pendant les moissons, et elles durent si longtemps, que le grain finit par se gâter. Mais en même temps, et par la même raison, le bétail de toutes les espèces est en Irlande le plus beau que l'on puisse voir, attendu qu'il ne manque jamais d'excellents pâturages pour se nourrir. Les grandes sécheresses de l'été n'ont pas pour effet de flétrir et d'endommager l'herbe des prairies, comme en Angleterre (1). »

Ces excellentes réflexions montrent à la fois le caractère d'un pays de pâturages et le tort que l'on se fait quand, opérant en dépit du climat, on convertit en terres labourées celles que la nature s'efforce à couvrir d'herbages. Si l'Irlande avait compris sa véritable destination, si en s'efforçant d'imiter l'Angleterre elle n'avait pas perdu de vue ses intérêts réels, elle fournirait de bétail l'Europe entière, et on n'y verrait pas une population famélique dont le travail est si mal récompensé par le sol, et qui est réduite à chercher dans le produit des pommes de terre les ressources alimentaires que les récoltes chanceuses de froment lui refusent.

Il y a d'autres pays en Europe où le labourage a pris trop d'extension aux dépens de la pâture, et qui méconnaissent peut-être la véritable destination que leur assigne leur climat. Les Anglais commencent à s'en apercevoir eux-mêmes, et, grâce aux changements survenus dans la législation sur les céréales, il est probable que les prairies, qui auparavant gagnaient déjà chaque année du terrain, couvriront bientôt

(1) *Voyage en Irlande*, t. II, p. 391.

une grande partie de leurs provinces. La Bavière nous paraît être aussi dans des conditions favorables à la production principale du bétail. Partout où l'on voit prédominer la culture des choux, des pommes de terre et l'élève des porcs, on peut soupçonner que le climat incline vers celui de la région à pâturages. Le grand nombre de jours de pluie et son abondance dans un grand nombre de lieux viennent nous confirmer dans ces idées. En général, dans tout pays où les gazons restent verts pendant tout l'été, on peut être assuré que la terre conserve de 0,20 à 0,23 d'humidité. C'est le seul caractère que l'on puisse assigner à la région des pâturages.

Les soins du bétail et la laiterie sont généralement les occupations des pays à pâturages.

L'introduction des bonnes méthodes de fabrication de ces produits est l'amélioration qu'on doit le plus désirer. Ces méthodes sont souvent si défectueuses, que le laitage est loin d'y obtenir son véritable prix. Les animaux s'engraissent d'eux-mêmes dans cette région, quand le sol est un peu riche ; là où il l'est moins, ou quand on est éloigné des centres de population, on s'adonne principalement à l'élève qui fournit des animaux maigres aux pays qui sont mieux placés pour la production de la graisse. La pomme de terre se plaît dans la région des pâturages ; on y cultive aussi le chanvre et le lin.

Dans la région des pâturages d'été les habitants doivent réserver la partie la plus riche des herbages pour être fauchée et conservée pour la provision d'hiver. Cet assujettissement diminue considérablement la rente de la terre, surtout si l'on y ajoute la nécessité de construire de vastes étables, qui sont à peu près inutiles dans la région des pâturages perennes où la température de l'hiver est douce. Quand les pâturages d'été sont placés près des régions qui manquent d'herbages en cette saison, comme cela arrive pour les Pyrénées, les Alpes, les Cépennes, les Appennins, etc., les habi-

tants ont peu de bétail et se bornent à louer leurs pâtures pour y nourrir celui de leurs voisins qui vient y passer la saison chaude. C'est le mode d'exploitation pastorale que l'on a désigné sous le nom de *transhumance*. A la fin de l'été les bestiaux descendent pour venir prendre possession des pays à pâturages d'hiver ; ils remontent ensuite au printemps pour occuper durant les beaux jours les châlets des montagnes.

SECTION V.—*Région des forêts.*

La région des forêts s'étend au milieu des autres régions sur les terrains trop pauvres pour passer à l'état de pâture, état que M. Royer a désigné par le nom de *période forestière* (1). Elle embrasse au nord une vaste étendue où la longueur des hivers et le peu de développement des herbes pendant l'été ne permettent plus aux habitants de nourrir avec profit les animaux ; enfin, elle occupe la partie la plus élevée et la plus escarpée des montagnes où l'altitude produit les mêmes effets que la latitude du nord. Nous n'en dirons pas davantage sur cette région, n'ayant pas le projet de traiter dans cet ouvrage de la partie de l'agriculture qui prend le nom de science forestière ; nous dépasserions ainsi les limites que nous nous sommes imposées.

SECTION VI.—*Réflexions générales sur la distribution des régions de culture.*

Quand on jette un coup d'œil sur la carte qui représente la répartition des régions de culture en Europe, on ne peut qu'admirer les desseins de la Providence, qui semble avoir voulu faire de ses habitants un seul peuple, uni par leurs besoins et leurs moyens réciproques d'échange. La région des oliviers fournit aux autres régions l'huile, les vins, les liqueurs, l'alcool, des fruits divers, les essences ; la région

(1) Tome I, p. 318.

des vignes donne des vins fins, des céréales, des soies ; la région des céréales expédie des grains, des bestiaux gras, des laines fines ; enfin la région des pâturages exporte des élèves, des chevaux, les produits de ses laiteries. Chacune des régions reçoit de ses voisines l'excédant de leurs produits en retour de l'excédant des siens. Toutes ces régions qui ont un besoin réciproque les unes des autres, disposées à portée l'une de l'autre, réunies par les fleuves et les mers, forment un ensemble complet que notre folie, notre ambition, nos répulsions de race et de nation ont rendu si longtemps inutile à la prospérité générale. La France a longtemps présenté dans son propre sein le spectacle de ces divisions entre des pays que la nature de leurs produits appelait à s'unir. Quatre régions agricoles y existent côte à côte, les lois fiscales les avaient séparées ; aujourd'hui, réunies elles s'entr'aident mutuellement sans se nuire.

Les progrès de la raison feront sans doute un jour pour l'Europe ce que la révolution a fait pour la France, et chaque peuple sera appelé à jouir complétement des dons de son climat. En attendant cette heureuse époque, nous devons nous appliquer à bien apprécier notre position météorologique, pour ne rien demander au sol qu'il ne puisse produire avec avantage.

Il faut commencer en agriculture par mettre les saisons de son côté ; il n'est pas d'ennemi avec lequel on lutte plus désavantageusement que le climat. Quand avec toutes les ressources de l'art on cultive des plantes qui sont appropriées à un climat, on peut braver tous les rivaux qui, moins favorisés, voudraient se présenter sur le marché avec des productions venues sous des circonstances plus défavorables. Ainsi, comment produire des huiles hors de la région des oliviers, quand les habitants de cette région voudront soigner cet arbre et pourront arriver avec 300 fr. de frais de culture à obtenir une récolte de 500 kilogr. d'huile pro-

pre à tous les usages (1)? Quel fabricant d'alcool, s'il n'est pas favorisé par les lois fiscales, pourra parvenir à le donner à 0 fr. 65 cent. le litre, comme on le fait en Languedoc? Quelle région pourra obtenir de l'organsin de 28 deniers à 75 fr. le kilogr., comme nous avons fait voir qu'on pouvait le faire dans la région de la vigne et de l'olivier (2)? Quel cultivateur des régions méridionales espérera pouvoir livrer constamment son blé à la région céréale à 15 fr. l'hectolitre, comme cela est possible, malgré le chiffre élevé de nos impôts et avec la rente de nos terres? Enfin, qui pourra lutter avec l'industrie pastorale de la région des pâturages, quand elle fabriquera bien ses laitages et qu'elle soignera ses races d'élèves? Chaque région a sa spécialité, ce n'est qu'en s'y maintenant qu'elle arrivera à tout son développement et que les peuples obtiendront chaque produit à meilleur marché. C'est faute de suivre cette maxime, c'est pour vouloir produire de tout, hors des conditions assignées par la nature, que l'on fait naître le besoin de protections qui ne sont, le plus souvent, qu'une prime accordée à de fausses spéculations, que des encouragements à mal faire et à fausser l'ordre de la nature.

Ce que nous venons de dire pour l'Europe est vrai aussi pour le monde entier, si nous pouvions bien connaître et apprécier ses ressources. Le monde est un tout dont chaque partie est liée à toutes les autres par des liens nécessaires et malheureusement méconnus. C'est une organisation où aucun membre n'est inutile, n'est superflu. C'est par notre action aveugle que nous parvenons quelquefois à paralyser ces admirables organes ou à substituer à l'action parfaite des uns l'action incomplète des autres. On vit sans doute privé de la vue et de l'ouïe, mais on ne vit complétement que quand on n'est ni sourd ni aveugle.

(1) *Mémoires d'agriculture*, t. II, p. 460.
(2) *Ibid.*, t. III, p. 271.

TROISIÈME PARTIE

MÉTÉOROGNOSIE.

S'il est peu de personnes qui comprennent d'abord l'utilité pratique de la météorologie dans son application à la détermination des climats et à l'appréciation des procédés agricoles, il n'en est point qui n'admettent l'avantage qui pourrait résulter de la prévoyance des événements météorologiques futurs. Pour le vulgaire, cette divination est toute la science.

La prévoyance des faits futurs n'est que le résultat d'un calcul de probabilité. « Nous devons envisager l'état présent de l'univers, dit Laplace (1), comme l'effet de son état antérieur et comme la cause de celui qui va suivre. Une intelligence qui, pour un instant donné, connaîtrait toutes les forces dont la nature est animée et la situation respective des êtres qui la composent, si d'ailleurs elle était assez vaste pour soumettre ces données à l'analyse, embrasserait dans la même formule les mouvements des plus grands corps de l'univers et ceux du plus léger atome ; rien ne serait incertain pour elle, et l'avenir comme le passé serait présent à ses yeux. L'esprit humain offre dans la perfection qu'il a su donner à l'astronomie une faible esquisse de cette intelligence. En appliquant la même méthode à quelques autres objets de nos connaissances, il est parvenu à ramener à des

(1) *Essai sur les probabilités.*

lois générales les phénomènes observés, et à prévoir ceux que des circonstances données devaient faire éclore. »

On conçoit sans peine de quel immense avantage il serait pour les nations, le commerce, les agriculteurs, de pouvoir prévoir à l'avance le caractère météorologique des années, des mois, des jours qui vont suivre. L'approvisionnement, les spéculations, les cultures seraient modifiées selon cette connaissance, et l'on irait ainsi au-devant des besoins et des événements. Mais nous sommes bien loin d'être aussi avancés, et l'exposition que nous allons faire de l'état actuel de nos connaissances ne laissera, je le crains bien, que le sentiment de l'insuffisance de notre savoir. Puisse-t-elle encourager ceux qui verront une carrière si neuve ouverte à leurs efforts !

Nous rappelons au souvenir de nos lecteurs que la probabilité du retour d'un événement B, à la suite d'un événement A, est représentée par une fraction dont le numérateur est le nombre de fois que l'on a déjà observé ce retour de l'événement B, et le dénominateur le nombre total de fois que l'on a observé l'événement A. Ainsi, supposons que le vent du nord souffle 208 fois dans l'année, et que la pluie l'accompagne 32 fois ; la probabilité d'une chute future de pluie, quand on verra survenir le vent du nord, sera $\frac{32}{208}=0{,}15$. C'est à lier, par de semblables rapports, le plus grand nombre d'événements possible que consistera principalement l'œuvre de celui qui voudra s'occuper de météorognosie (1).

De pareilles tentatives ont été faites avec plus ou moins d'exactitude et plus ou moins de lumières dans un assez grand nombre de cas. On a cherché :

(1) Nous le renvoyons d'ailleurs, pour se préparer à de pareils travaux, au Calcul des probabilités de Laplace, à celui de Lacroix, et à l'introduction du 3e volume de la *Statistique de Paris et du département de la Seine*, par Fourier.

1° A constater, par les résultats moyens d'une longue suite d'années, les circonstances météorologiques probables pour certaines époques. Ces probabilités, dont l'exactitude dépend du nombre plus ou moins grand des termes dont on a pris la somme, et de la quantité dont ils s'écartent du terme moyen, servent de base à la climatologie. Elles ont acquis un degré de certitude assez grand pour plusieurs ordres de phénomènes. Ainsi l'on peut assurer avec une grande probabilité que la moyenne de température de l'année ne s'écarte pas trop de 10°,8 à Paris, parce que, bien que le nombre des années dont on a la température certaine ne soit pas encore fort nombreux, les écarts de leurs températures moyennes sont assez faibles pour qu'on puisse parier 2 contre 1 que, dans une année quelconque à venir, cette température ne sera pas de 1 degré plus forte ou plus faible que ce chiffre. La certitude de la température moyenne des mois est déjà plus faible, non que l'on ait opéré sur un nombre de termes moins grand, mais parce que les écarts, en dessus et en dessous de la moyenne, sont plus considérables; cette certitude diminue beaucoup plus encore s'il s'agit de la moyenne des jours.

Nous n'aurons pas à nous occuper ici de ce genre de pronostic; dès que les probabilités approchent de la certitude, elles vont se classer dans la climatologie, et la météorognosie ne se réserve que la partie la plus conjecturale de la science.

2° On a cherché aussi à déterminer les phénomènes prochains qui se présenteraient, par l'observation d'un autre ordre de phénomènes que l'on croit précéder ou accompagner le phénomène que l'on cherche à prévoir, et qui a avec lui des rapports plus ou moins déterminés. Ainsi, l'on s'est demandé quelle était la probabilité que la pluie suivît ou accompagnât la descente du mercure dans le baromètre; que tel ou tel vent amenât un abaissement ou une élévation de la température, la pluie, etc.

3° On a voulu prévoir le caractère météorologique d'un mois, d'une saison, d'une année, d'après celui des mois, des saisons, des années qui ont précédé.

4° Enfin, on a lié les phénomènes météorologiques à une loi hypothétique, et l'on a cherché à les annoncer par des formules liées à cette loi. C'est ainsi que l'on a imaginé le retour des mêmes saisons à certaines périodes dépendant du mouvement des astres; tels sont les *saros* des Chaldéens; telles sont les tentatives de Lamark pour rattacher les changements de temps aux déclinaisons de la lune, etc.

Nous allons examiner ces trois ordres de recherches en les éclairant du flambeau de l'expérience.

CHAPITRE I.

Détermination des phénomènes prochains par les faits actuels.

Il était impossible que l'homme intéressé par le besoin de l'industrie, par les nécessités de son existence, à connaître les changements de temps, ne s'aperçût pas qu'ils étaient précédés de certains signes qui devenaient pour lui autant de pronostics. Les bergers, dans leurs stations solitaires, ayant sous les yeux la voûte du firmament, peu distraits de cette contemplation, et ressentant plus que d'autres les fâcheux effets des orages et des tempêtes, durent être les premiers météorologistes pratiques, comme ils devaient être aussi les premiers astronomes. Les marins, pendant les longues nuits de la navigation, découvrant l'horizon tout entier, apprirent à distinguer toutes les apparences de l'atmosphère et la succession des phénomènes auxquels ils étaient si intéressés; enfin, les agriculteurs durent remarquer autour d'eux, chez les animaux domestiques qui remplissent leurs basses-cours, les signes précurseurs des météores.

La météorognosie conjecturale fut en honneur chez les

anciens. Le Ier livre des *Géorgiques* et l'*Histoire naturelle de Pline* nous transmettent leur science, que d'ailleurs nous n'avons guère dépassée. Les livres d'agriculture moderne répètent toutes ces traditions, en y mêlant les erreurs de l'astrologie. Tous ces pronostics ont été recueillis dans un petit ouvrage anglais, intitulé : *Règles du berger de Banbury*, publié par M. Caridge, en 1744, et dans la météorologie pratique de M. Sénebier (4e édit., Genève, 1810). Nous allons les rappeler ici en en faisant un choix et un résumé.

SECTION I.—*Pronostics météorologiques fournis par les animaux.*

On a souvent parlé de la délicatesse des nerfs pour découvrir l'action des fluides impondérables auxquels nos sens extérieurs sont insensibles. Quel est l'homme affecté de rhumatismes, d'engelures, de cors au pied, quel est l'amputé qui ne se donne pour être un baromètre vivant et ne prédise avec assez de sûreté le passage du froid au chaud, du sec à l'humide, avant que le changement ait lieu. Les corps animés reçoivent donc des impressions particulières des prodrômes de ces changements; les animaux paraissent doués, à cet égard, d'un instinct que les observateurs ont mis à profit, et l'homme lui-même, dans l'état sain, éprouve des sensations qui lui permettent d'annoncer d'une manière presque certaine les faits météorologiques qui vont survenir.

Ainsi, nous entendons mieux les sons lointains à l'approche de la pluie; nous apercevons alors plus distinctement les objets éloignés; les mauvaises odeurs se font sentir d'une manière plus incommode.

Les hirondelles rasent alors la terre dans leur vol; est-ce pour se nourrir des vers qui alors sortent de terre? Les lézards se cachent, les chats se fardent, les oiseaux lustrent leurs plumes, les mouches piquent plus fortement, les poules se grattent, se couvrent de poussière, les poissons sautent hors de l'eau, les oiseaux aquatiques battent des ailes et se

baignent. Tels sont les résultats d'une espèce d'intuition populaire; ils n'ont pas été soumis à une critique sévère, mais ils se vérifient assez souvent pour qu'ils ne puissent paraître douteux. Des savants ont annoncé d'autres faits qui, par leur nature, pouvaient être soumis à l'expérience et que nous devons aussi rapporter.

On annonça, en 1744, dans les papiers publics, qu'un curé des environs de Tours avait découvert dans les sangsues un baromètre animal au moyen duquel on pouvait prévoir chaque jour le temps qu'il devait faire le lendemain. Il renfermait une sangsue dans un bocal ; elle restait au fond si le temps devait être beau et serein ; s'il devait pleuvoir, elle montait à la surface et y restait jusqu'à ce que le temps devînt beau ; elle annonçait le grand vent en parcourant le bocal avec beaucoup de vitesse, et ne cessait de se mouvoir que quand le vent commençait à souffler ; lorsqu'elle passait plusieurs jours hors de l'eau, éprouvant des agitations extraordinaires, il ne tardait pas à arriver une tempête avec tonnerre ; elle restait constamment contractée au fond de l'eau pendant la gelée, mais elle se fixait à l'entrée du bocal en temps de neige ou de pluie. Valmont de Bomare ayant fait les mêmes expériences pendant quinze jours, à Chantilly, ne remarqua pas les mêmes phénomènes (1). Bosc fit plus, il mit quatre sangsues dans le même bocal, et il trouva que chacune d'elles présentait une indication différente (2).

Dicquemarre cherchait ses pronostics dans les actinées. Il observa ces animaux pendant trois mois consécutifs, comparant leur état aux différentes modifications de l'atmosphère. Il en mettait cinq dans un vase de verre, ayant soin de renouveler l'eau tous les jours; elles s'attachaient à l'angle que forme la paroi avec le fond. Il croyait avoir observé que les actinées, fermées par le mauvais temps et les grands

(1) *Journal de physique*, t. IV, p. 369.
(2) *Dictionnaire d'histoire naturelle* de Déterville, art. *Sangsue*.

vents, s'ouvraient de plus en plus à mesure que le vent se calmait et que la mer était peu agitée; quand elles avaient le corps allongé et les membres étendus, c'était le présage d'un beau fixe. Cependant, quand le vent venait de l'est ou du nord-est, les actinées étaient souvent fermées quoique le temps fût beau. L'auteur remarquait que ces animaux, qui ne peuvent vivre que dans l'eau de la mer, ne devaient pas recevoir de nourriture pendant qu'on les observait (1). Ces observations n'ont pas été répétées.

M. Quatremère Disjonval ayant remarqué que les araignées étaient fort sensibles à l'électricité, observa les mouvements de l'araignée pendice (*Epeïres diadema*, Latreille) dans ses rapports avec l'état de l'atmosphère. On sait que cette araignée fait des toiles verticales sur le sol des champs et des jardins. Cet auteur crut observer : 1° que leur absence ou leur disparition annonce un temps froid et humide ; 2° que leur petit nombre, filant des toiles composées d'un petit nombre de cercles concentriques et suspendus par des fils d'attache très-courts, annonçait un temps variable ; 3° que le temps était sec et beau, si les épeïres étaient nombreuses et filaient des toiles composées d'un grand nombre de cercles concentriques; 4° il croyait avoir observé que la disparition, la demi-apparition, la pleine apparition de ces araignées n'avait jamais lieu à la nouvelle lune, mais au premier quartier (2). L'Institut ayant chargé MM. Desfontaines et Cotte de vérifier ces observations, ils trouvèrent que ces coïncidences du mouvement des araignées et de l'état de l'atmosphère ne se confirmaient pas (3).

Si nous avons parlé de ces tentatives infructueuses, c'est que nous pensons qu'il n'est pas impossible d'obtenir des pronostics de l'observation des animaux ; qu'avec l'esprit de

(1) *Journal de physique*, 1776, t. I, p. 515 et suiv.
(2) *Mercure universel*, 2 août 1796.
(3) Voyez *Mémoires manuscrits* de Cotte, t. IV, p. 9, à la Bibliothèque *de la Société centrale d'agriculture.*

suite et d'observation on pourrait être plus heureux, et que nous croyons avoir souvent remarqué, à la campagne, certains rapports qui ne peuvent être fortuits entre la nature animée et les météores. Nous avons donc cru devoir appeler l'attention de nos lecteurs sur ce genre d'observations.

SECTION II. — *Pronostics tirés des végétaux.*

Les anciens, dont les calendriers défectueux ne s'accordaient plus au bout de quelques années avec la marche des saisons, et qui étaient privés du secours du thermomètre, avaient choisi les plantes pour leur indiquer les époques naturelles. La chute des feuilles annonçait celle où l'on devait commencer à semer le blé; la chute des glands, le semis de l'orge; le développement des feuilles du mûrier, la sortie des plantes de l'orangerie, etc. Dans ce volume, nous avons mis en rapport quelques-unes de ces époques naturelles avec la marche de la température (1). Ne se bornant pas à chercher dans le développement de la végétation l'indice du progrès des saisons, les anciens ont cherché aussi à y trouver des pronostics des changements de temps.

Presque tous les signes qui ont été indiqués sont produits par l'hygroscopicité des tissus végétaux, et annoncent plutôt l'humidité de l'air que l'approche de la pluie, car ils manquent quand un orage survient par un temps sec. Ainsi, l'on range le gonflement des boiseries qui rend difficile la clôture des portes faites de bois tendre, le raccourcissement et la tension des cordes composées de fibres végétales, parmi les signes de cette humidité; on a même composé avec ces fibres des hygromètres grossiers. On a remarqué aussi que la fleur de l'*hibiscus trionum* se ferme, que celle de la pimprenelle s'ouvre, que les tiges de trèfle et des autres légumineuses se redressent, quand l'air se charge d'humidité.

(1) Page 98.

Linnée a observé que le souci d'Afrique (*calendula humilis*) ouvrait ses fleurs le matin entre 6 et 7 heures et les refermait à 4 heures du soir par un temps sec, mais que s'il devait tomber de la pluie il ne s'ouvrait pas le matin ; que lorsque le laitron de Sibérie (*sonchus Sibericus*) ferme sa fleur pendant le nuit, on a du beau temps le lendemain, que si au contraire elle reste ouverte, on doit s'attendre à la pluie. M. Bierkemder annonçait (1) que la carline (*carlina vulgaris*) desséchée se contractait par un temps humide, s'ouvrait par un temps clair et sec; mais Cotte assure qu'ayant fait cet essai, il n'a pas remarqué ces variations hygrométriques.

Section III. — *Pronostics tirés de l'état du ciel.*

La pâleur du soleil annonce la pluie; on ne le voit alors qu'à travers un air chargé de vapeurs; s'il fait éprouver une chaleur étouffante, c'est aussi un signe de pluie; on se trouve alors entouré d'une atmosphère saturée de vapeurs et plus propre à s'échauffer à cause de son défaut de transparence. Si les vapeurs sont groupées en nuages, le soleil qui passe à travers ces nuages élève la température plus qu'il ne l'aurait fait par un temps parfaitement clair. Si le soleil est clair et brillant, il présage une belle journée; mais quand le ciel est rouge au levant avant son apparition, quand cette rougeur disparaît au moment où il se montre, c'est encore un signe de pluie. On présume alors que l'air froid et chargé de vapeurs réfracte les rayons du soleil, pouvoir qu'il perd, en s'échauffant, par la raréfaction de ces mêmes vapeurs. Le soleil couchant, clair et sans nuage, et dans un ciel orangé, est un signe de beau temps; si le ciel est rouge, c'est un signe de vent.

Quand le soleil, à l'horizon, paraît plus grand qu'à l'ordinaire, c'est un signe de pluie; il en est de même pour la lune.

(1) *Feuille du cultivateur*, 1793, n. 59.

On juge aussi, que la couleur pâle de celle-ci, que les cercles concentriques plus ou moins obscurs dont elle est entourée, que ses cornes mal terminées, que l'auréole lumineuse qui s'étend autour d'elle et qui fait dire que la *lune baigne*, sont autant de signes de pluie. Les étoiles présentent aussi des signes pareils : leur lumière perd de sa vivacité, et elles *baignent* aux approches de la pluie.

Le ciel est d'autant plus noir qu'il y a moins de vapeurs interposées entre lui et l'œil du spectateur. Sur les monta gnes, il prend une couleur bleu indigo foncé. Si l'air se charge de vapeurs, il perd de sa diaphanéité, et la teinte du ciel devient blanche, *farineuse*, comme on dit. Ce signe n'est pas équivoque. L'air cesse aussi d'être transparent par l'effet des vents qui agitent et transportent une telle quantité de poussière, que l'air en paraît quelquefois rougeâtre à cause des reflets de la lumière sur ces corpuscules solides.

La transparence de l'air n'est pourtant pas toujours altérée aux approches de la pluie; nous avons même déjà fait observer qu'un des signes qui l'annonçaient le plus sûrement c'était une translucidité inaccoutumée qui faisait que les objets éloignés semblaient se rapprocher de nous dans ce moment. Ainsi, dans un cas, le défaut de transparence de l'air, et dans l'autre, l'excès de transparence, seraient tous les deux des signes précurseurs de la pluie. Les faits s'accordent avec ces deux énoncés. Examinons-en les circonstances.

1° Si la masse de l'air tout entière est très-humide et a une température assez élevée pour que la vapeur se trouve parfaitement dissoute; si l'on suppose en même temps que la chaleur soit répartie entre ses couches de manière à ce qu'elles restent en équilibre, il n'y a plus de courant ascendant qui, en se refroidissant, diminue la transparence de l'air, et cependant toutes les circonstances qui peuvent changer la température, l'abaissement de la chaleur à mesure que le soleil décline, le rayonnement nocturne, l'arrivée

d'un vent froid qui ne manque guère de se produire allant du réfrigérant voisin à l'air ainsi échauffé, joint à sa presque saturation de vapeur, se remarquent surtout en été, et c'est alors que les objets éloignés paraissent être rapprochés.

2° Il arrive aussi que les nuages supérieurs forment au-dessus de nos têtes une espèce de dôme comme celui des panoramas, et qu'alors, nous trouvant dans une obscurité relative, les objets éclairés semblent être plus voisins. Nous nous rappelons avec plaisir le magnifique spectacle que nous présenta une semblable disposition sur le sommct du mont Ventoux. Tout l'horizon était clair, mais la montagne était surmontée d'une calotte de nuages noirs qui nous mettait dans l'obscurité. Alors nous pûmes contempler ce que nous n'avons plus revu dans d'autres ascensions, les Pyrénées orientales et les côtes de la Méditerranée jusqu'au point où elles tournent au sud pour regagner la Catalogne. Un moment après, le nuage s'étendit et une grande pluie tomba sur toute cette contrée, dont l'atmosphère était sans doute dans l'état d'équilibre que nous avons décrit plus haut.

Les vents sont aussi des indices du temps qu'il doit faire, non-seulement d'après les qualités propres que nous avons déjà décrites, mais aussi par l'étude des vents supérieurs dont on connaît la présence et la direction par la marche des nuages. Si le vent inférieur se renforce beaucoup, et que les nuages marchent en sens contraire, ou dans des directions faisant un angle assez ouvert, on juge que le vent inférieur va céder la place au vent supérieur.

Deux vents de qualités opposées qui se succèdent amènent souvent la pluie. Ainsi, un vent froid, arrivant dans une atmosphère imprégnée d'humidité par le vent chaud qui le précédait, déterminera une précipitation aqueuse ; c'est ce que fait aussi le vent humide et chaud arrivant dans un air refroidi par le vent qui l'avait précédé.

Les vents froids qui ne soufflent que le matin et s'arrêtent

vers le milieu du jour annoncent le règne prochain des vents humides et chauds.

On a remarqué que les vents qui se lèvent la nuit durent plus longtemps que ceux qui se lèvent le jour. Quand le vent souffle en suivant le soleil, et se dirigeant vers cet astre, le beau temps est assuré, mais quand il souffle dans un sens opposé, et partant du soleil pour se diriger vers le lieu de l'observation, le changement de temps ne tarde pas à se faire sentir.

On augure que la chute de la neige sera suivie d'une nouvelle neige, quand, en présentant un flambeau à une boule de neige, la boule se perce sans laisser tomber d'eau et sans éteindre la lumière. Bianchi observe que cette expérience indique seulement que la neige provient d'une couche d'air très-froid, et que cet effet dépend de la loi qui veut que, pour réduire de la glace en eau, on mélange par parties égales de l'eau à + 80° avec de la glace à zéro. Si la neige est très-froide, l'eau se congèle de nouveau au moment de se fondre (1).

Les *cirri* accompagnent souvent un beau temps très-durable, mais si la pommelure du ciel augmente et qu'il se forme un *stratus*, la pluie devient probable; elle est presque certaine s'il vient s'y joindre des *cumuli*. En général, on peut d'autant mieux prévoir une pluie prochaine que le ciel présente plusieurs étages superposés de nuages. Les vents entraînant des masses de nuages (*cumuli*) détachés les uns des autres, ne versent que de petites pluies.

Les nuages fixes, situés du côté où souffle le vent, n'amènent que la continuité du vent; ils annoncent sa fin s'ils apparaissent au côté opposé.

Les nuàges arrivant à la fois, et par des vents opposés, annoncent un orage prochain.

Les nuages s'accumulant sur les flancs des montagnes

(1) *Memorie della Soc. Italiana*, t. XX, p. 625.

annoncent la pluie, si le vent est opposé à la montagne; mais les nuages légers, indiquant par une ligne horizontale la direction de la montagne, ne présagent que le beau temps.

Le ciel couvert du côté du vent humide est une annonce de pluie, ainsi que les nuages qui portent les couleurs de l'iris, preuve de l'incomplète dissolution de la vapeur.

Les brouillards qui se dissipent complétement sans former de nuages accompagnent le beau temps, puisqu'ils annoncent que l'air conserve la faculté de dissoudre la vapeur; mais plusieurs jours de brouillards de suite conduisent presque certainement à la pluie.

La rosée et la gelée blanche sont aussi des précurseurs de la pluie en annonçant la saturation de l'air.

Les pluies soudaines qui ne sont pas préparées par une certaine durée de vents humides durent peu.

Dans chaque pays, on ajoutera facilement un grand nombre de pronostics locaux à ceux que nous avons recueillis ici.

SECTION IV. — *Pronostics tirés du baromètre.*

Parmi les instruments de physique dont nous pouvons tirer des pronostics, le baromètre attira dès sa découverte l'attention des observateurs. Ils remarquèrent qu'il baissait habituellement par la pluie et le mauvais temps, et s'élevait avec le beau temps. Ne se donnant pas la peine de rechercher si ces indications ne présentaient pas d'équivoque, ils se hâtèrent de placer à côté de la colonne de mercure une échelle qui s'est perpétuée jusqu'à nos jours, et qui porte à sa hauteur moyenne le mot *variable*; de neuf en neuf millimètres au-dessus du variable, *beau temps*, *beau fixe*, *très-sec*; puis descendant au-dessous du variable et de neuf en neuf millimètres, *pluie ou vent*, *grande pluie*, *tempête*. Il y avait un fond général de vérité dans ces indications; chacun pouvait

constater qu'en général les longues pluies étaient accompagnées et précédées de l'abaissement du baromètre, ainsi que les vents violents du midi ; que dans le beau temps fixe la colonne de mercure s'élevait. Les marins se louaient des bons avis que cet instrument leur avait donnés; La Peyrouse, Vancouver, Flinders attestaient que, grâce à ses indications, ils avaient eu le temps de se préparer à des coups de vent qui, survenus à l'improviste, auraient pu les mettre en danger ; mais, d'un autre côté, on voyait souvent le baromètre s'abaisser par un temps serein et calme; on avait vu la pluie tomber par torrents et les orages les plus violents éclater, quoique le baromètre fût élevé et immobile : il fallait donc connaître définitivement comment on devait interpréter le langage de cet instrument.

Le baromètre indiquant la pesanteur de la colonne d'air qui pèse sur sa cuvette, par la hauteur de la colonne de mercure, si nous savions, *à priori*, dans quel cas la colonne d'air augmente ou diminue de poids, nous pourrions annoncer les phénomènes qui se préparent dans l'air d'après les mouvements du mercure ; mais nous sommes loin d'être aussi avancés. Les expériences de Saussure et celles de Landriani nous ont appris que, quand l'air dissout de l'eau, l'augmentation de son volume est plus grande que l'augmentation de sa masse, et qu'ainsi sa pesanteur spécifique diminue à mesure qu'il tient plus d'eau en dissolution, ce qui explique bien l'abaissement du mercure par les vents humides, et son élévation par les temps secs. Mais la différence d'humidité de l'air dans les différents cas serait loin de rendre raison de tous les mouvements du mercure. En supposant que l'air pût être complétement sec, ce qui n'arrive jamais, et qu'il devînt ensuite complétement humide, ces deux états n'amèneraient qu'un mouvement d'un cinquantième ou un soixantième dans la longueur de la colonne mercurielle, tandis que dans nos climats elle parcourt un intervalle de $\frac{1}{18}$ de sa longueur totale du bas en

haut. M. Duflot de Mofras prétend avoir vu des oscillations de 46 millimètres en une heure dans l'Orégon (1). La seule cause à laquelle on puisse rattacher d'aussi grandes variations est la chaleur, car elle-même varie de 50 degrés dans les régions tempérées, et de bien plus encore dans les régions polaires. Cette opinion paraît d'autant plus probable que les plus grandes variations du baromètre ont lieu en hiver et dans les latitudes élevées, tandis qu'elles sont faibles en été et en se rapprochant de l'équateur. Il semble donc qu'il y ait une corrélation bien établie entre la température de l'atmosphère et les oscillations barométriques. Elle est telle que M. de Buch a pu affirmer que la grandeur de ces oscillations était en état de nous éclairer avec plus de sûreté sur le climat d'une contrée que le thermomètre lui-même, et démontrer les rapports qu'ont ces oscillations avec la température des lieux (2).

Il n'est donc pas étonnant que le baromètre, qui n'indique que secondairement l'état hygrométrique de l'air comme lié à sa température, qui ne se borne pas à mesurer la pesanteur de la couche d'air dans laquelle il est plongé, mais celle de toute la masse de l'atmosphère, soit souvent haut lors des vents humides et chauds, bas lors des vents froids et secs. Ces prétendues contradictions s'expliquent par la différence qui existe entre l'état des couches supérieures de l'air et celui des couches inférieures. L'état électrique des nuages peut avoir aussi son influence sur le baromètre, si l'on en juge par l'accélération d'évaporation qu'il provoque dans certains cas, accélération qui doit s'unir à une moindre pression barométrique. La difficulté de combiner ces différents effets nous fait un devoir de procéder par une autre méthode et d'attendre, pour établir des lois, que l'observation ait dégagé du calcul toutes les perturbations qui vien-

(1) *Description de la Californie*, t. II, p. 124.
(2) *Journal de physique*, 1799, t. I, p. 91.

nent si souvent en troubler les résultats. Les considérations que nous allons présenter dans les paragraphes suivants ne sont qu'une simple indication qui peut faire prévoir dans quel sens les lois seront établies, sans pouvoir encore donner le chiffre exact des effets qu'elles doivent régler.

§ I.—Influence de l'élévation du baromètre sur les vents.

L'élévation du baromètre a été étudiée par rapport aux vents et par rapport à la pluie. Ramond, ayant déterminé l'altitude relative de Clermont et de Paris, d'après une année d'observations, a trouvé que, sous l'empire des différents vents, les calculs donnaient les différences de niveau suivantes entre les deux villes :

	mètr.
Vent du Nord.	362,2
— Est.	351,0
— Sud	313,9
— Ouest.	330,9

L'auteur comprenait :

Sous le nom de vents boréaux ou N. les vents.	NNO. N. NNE. NE.
Sous celui de vents orientaux ou E. ceux. . . .	ENE. E. ESE. SE.
Sous celui de vents méridionaux ou S. ceux. . .	SSE. S. SSO. SO.
Sous celui de vents occidentaux ou O. ceux . .	OSO. O. ONO. NO.

Ces chiffres indiquent que, pendant le vent du nord qui est le plus froid, le baromètre placé le plus bas se trouve dans des couches plus condensées, qu'il a monté proportionnellement plus que le baromètre le plus haut, qu'il y a donc excès dans le rapport des deux instruments, ce qui donne la différence de niveau trop forte.

Quand, au contraire, le vent le plus chaud souffle à terre, le baromètre supérieur descend moins que le baromètre inférieur ; alors la différence barométrique, et par conséquent la différence d'altitude est moindre. Si les deux instruments se trouvaient placés dans une couche d'air d'égale densité, l'altitude ne serait pas altérée.

Ces expériences prouvent que les vents n'occupent pas

toute la hauteur de l'atmosphère, ce que nous avons déjà montré par l'expérience directe ; elles prouvent de plus que l'état du baromètre exprimant la somme des pressions de toutes les couches, il peut rester bas sous l'empire des vents froids, à la surface de la terre, s'ils sont surmontés par de plus nombreuses couches de vent chaud, et *vice versâ*, et qu'ainsi le baromètre est le véritable indicateur de l'état général de l'atmosphère dont nous ne pouvons observer directement par nos girouettes que les couches les plus inférieures.

Maintenant, que nous apprendra l'observation du baromètre dans une seule station, comparée à celle des vents? Nous savons qu'elle ne représente nullement l'élévation que prendrait la colonne mercurielle si le vent observé près de terre régnait à la fois dans toute l'étendue de l'atmosphère, mais seulement la somme des poids de toutes les couches superposées de vents plus ou moins différents, plus ou moins dominants, qui occupent ces différentes couches. En examinant séparément chaque observation, il ne faudrait donc pas s'étonner beaucoup si à chacune d'elles ne correspondait pas une pression égale pour chaque vent; mais leur combinaison montre cependant que, suivant que tel ou tel vent occupe la partie supérieure ou inférieure de l'air, il y a telle disposition des autres courants d'air qui est plus habituelle et qui ramène des pressions analogues. Ainsi, en définitive, le baromètre est le plus élevé quand les vents de terre sont dans la direction nord-est; il l'est le moins quand ils soufflent du sud-ouest. Les rapports des pressions entre elles varient cependant selon les lieux, ainsi que nous le montrera le tableau de la page suivante, calculé pour 17 stations météorologiques de l'Europe. Quoique l'on ne puisse généraliser absolument toutes les conséquences qu'on en peut déduire, il nous sera permis de penser que, quand le baromètre monte, il présage des vents du nord à l'est, et des vents du sud à l'ouest quand il descend.

Tableau de la hauteur moyenne du baromètre pendant le règne des différents vents.

LIEUX D'OBSERVATIONS.	NORD.	NORD-EST.	EST.	SUD-EST.	SUD.	SUD-OUEST.	OUEST.	NORD-OUEST.	MOYENNE générale.	DIFFÉRENCE à la moyenne générale. du maximum.	DIFFÉRENCE à la moyenne générale. du minimum.
	mill.	mill.	mill.	mill.	mill.	mill.	mill.	mill.	mill.	mill.	mill.
Londres	759 20	760,71	758.93	756,83	754,37	755,25	757,28	758,03	757,58	3,13	3,21
Middelbourg	762,61	764,73	764.52	756,99	753,29	754,46	758,07	759,04	758,46	6,27	5,17
Hambourg	758,86	759,76	758,64	758,44	755,48	754,80	756,83	758,41	757,73	2,03	3,13
Copenhague	764,52	765,43	763.69	759,40	759,54	759,44	761,07	763,49	762,26	3,17	2,86
Apenrade	758,32	760,55	759,52	760,53	754.04	756,06	758,50	758,97	757,78	2,77	3.74
Paris	759,09	759,49	757 24	754.03	753,15	753,52	755,57	757,78	756,22	3,27	3 07
Minden	760,15	760.37	759,83	756,49	754,67	755,28	756,58	760,15	760.19	0,18	5,52
Carlsruhe	755 14	755,59	754,73	752,34	750,61	752,36	753,31	754,67	753,85	1,74	3,24
Berlin	758,68	759,36	758.77	754,69	751,33	752,57	756,00	757,62	756,02	3,34	5,31
Halle	755,61	756,00	754,51	752,14	751,10	751,39	752,21	754,21	753,29	2,71	2,19
Vienne	749,88	749,14	745,78	748.30	747,74	745,89	745,84	749,16	747,79	1,35	2,01
Bude	744,00	745,08	743.25	745,82	741,88	740,52	742,71	743,75	743,27	1,81	2,75
Stockholm	757,91	758,88	757,31	754,73	753,90	754,12	756,04	756.56	756,18	2,70	2,98
Pétersbourg	759,72	761,97	762,00	762.25	759 90	759,88	759,43	757,58	760,64	1,61	3,06
Moscou	743 07	745,06	743,90	741,74	740,63	740,34	741,06	741,76	742,19	2,93	1,85
Bosekop(Norwég.),69°,59, N.[1]	742,90	743,20	743.10	740,90	740,50	744,80	746,80	745.60	»	»	»
Rekiawick (Islande)	751,06	748,96	748,91	749,19	749,01	745,89	752,23	753,07	750,18	2,89	4,29

[1] Calculé par M. Bravais, qui ne donne pas les valeurs de la moyenne, du maximum et du minimum.

Le résultat que nous déduisons du tableau précédent sera vrai pour nos latitudes moyennes au moins et dans le climat de l'Europe. Ainsi, le temps étant beau et clair et le baromètre haut, quoique le vent reste encore au nord, si le baromètre vient à baisser, on peut prévoir que le haut de l'atmosphère est envahi par des vents chauds et humides, et qu'il ne tardera pas à y avoir un changement de temps.

Si l'on pouvait avoir une entière confiance dans ces chiffres, si l'on était certain que tous ont été corrigés de la température et qu'ils fussent le résultat des mêmes années d'observations, on pourrait en tirer une conclusion climatologique importante : c'est que la différence beaucoup plus grande des minima à la moyenne, dans certains lieux, indiquerait que le courant des vents du sud et du sud-ouest se dirige particulièrement selon la ligne qui passe par Middelbourg, Minden et Berlin, c'est-à-dire qu'il traverse l'Allemagne du sud-ouest au nord-est, et qu'en dehors de ce lit des courants aériens, les couches de vents d'ouest sont moins épaisses.

Malheureusement les chiffres du tableau précédent ne nous offrent que des moyennes qui se composent d'un amalgame de termes variant tout autour de ces moyennes, et s'en écartant souvent en plus ou en moins d'une très-grande quantité. Ces notions sont trop générales pour convenir à la pratique; il lui importe de connaître positivement le degré de probabilité que telle hauteur barométrique sera accompagnée ou suivie de tel ou tel vent. C'est le résultat que nous allons tirer des recherches faites par Cotte, à Montmorency, près Paris. Un pareil travail, entrepris pour des stations nombreuses et différentes, donnerait pour chacune d'elles un tableau sur lequel pourraient s'établir des pronostics importants, qui s'approcheraient beaucoup de la certitude.

Ce tableau, qui est pourtant le résultat de dix années d'observations, nous montre des écarts qui prouvent la nécessité d'une série d'observations plus longue encore.

Tableau des probabilités du vent qui règnera pour chaque hauteur du baromètre

HAUTEURS du BAROMÈTRE.	NOMBRE d'observations.	VENTS QUI ACCOMPAGNENT LES HAUTEURS du Baromètre.								POUR MILLE OBSERVATIONS.								Du Nord au Sud-Est.	Du Sud au Nord-Ouest.
		Nord.	Nord-Est.	Est.	Sud-Est.	Sud.	Sud-Ouest.	Ouest.	Nord-Ouest.	Nord.	Nord-Est.	Est.	Sud-Est.	Sud.	Sud-Ouest.	Ouest.	Nord-Ouest.		
mill.																			
726,38	8	0	0	0	0	1	5	1	1	0	0	0	0	125	625	125	125	0	1000
728,53	4	1	1	0	0	1	1	0	0	250	250	0	0	250	250	0	0	500	500
730,89	11	1	0	2	0	2	5	1	0	91	0	182	0	182	455	91	0	273	728
733,15	25	2	0	2	2	6	5	6	2	80	0	80	80	240	200	240	80	240	760
735,40	37	5	1	1	1	7	12	6	4	135	30	30	30	188	324	162	108	225	682
737,66	50	3	3	7	0	14	12	7	4	60	60	140	0	280	240	140	80	260	740
739,91	101	10	2	10	2	25	24	17	11	100	20	100	20	250	240	170	110	240	770
742,17	110	13	9	14	5	20	18	22	9	118	81	127	45	182	163	200	81	371	626
744,42	201	20	14	23	9	43	43	36	13	100	70	115	45	214	214	179	69	330	676
746,68	218	25	23	23	6	41	42	41	17	115	105	105	27	189	190	189	79	352	647
748,94	405	63	38	51	11	67	59	79	37	155	94	126	27	165	145	195	91	402	596
751,19	380	60	28	41	10	53	60	84	44	158	73	107	26	139	158	221	115	364	633
753,45	530	91	58	50	13	52	77	103	86	172	109	94	24	98	145	194	162	399	599
755,70	476	116	62	54	9	36	55	78	66	214	130	113	19	75	115	164	138	506	492
757,96	454	117	68	56	11	32	30	75	65	258	149	123	24	70	66	165	143	554	444
760,22	221	50	43	35	9	9	15	27	33	226	195	158	41	41	67	122	149	620	379
762,47	123	42	27	11	1	4	10	13	15	341	219	89	8	33	80	105	122	657	340
764,73	62	18	14	6	2	5	6	3	8	290	226	97	31	80	97	48	129	644	354
766,98	34	13	7	5	1	0	1	3	4	382	206	147	29	0	29	89	117	764	235
769,24	14	5	5	1	0	0	1	1	1	357	357	71	0	0	71	71	71	785	213
771,49	2	0	1	1	0	0	0	0	0	0	500	500	0	0	0	0	0	1000	0
Totaux. 15727,56	3466	655	404	393	92	418	481	603	420	3602	2874	2504	476	2801	3874	2870	1969	9486	11414
Moyennes. . . . 748,93	»	»	»	»	»	»	»	»	»	171	136	119	23	138	184	136	93	451	543

Sur 3,466 observations barométriques, chacune des hauteurs a été observée par les differents vents le nombre de fois indiquées dans les colonnes de ce tableau.

En réduisant surtout aux deux dernières colonnes, qui contiennent seulement les probabilités pour les vents septentrion aux ouméridionaux, les conséquences du tableau précédent, on voit une progression nettement tranchée qui indique la prédominance des vents du sud avec le baromètre bas, et celle des vents du nord avec le baromètre élevé. Les probabilités pour chaque direction de la rose des vents sont beaucoup moins déterminées: c'est donc à annoncer des vents du nord ou du midi que devra se borner, pour le moment, l'utilité que l'on pourra retirer de cette table. Le baromètre étant plus élevé, de 4 millimètres environ, à Paris qu'à Montmorency, il faudrait faire cette addition aux nombres portés dans la première colonne, pour que le tableau représentât les probabilités de Paris.

§ II.—Influence de l'élévation du baromètre sur la chute de la pluie.

Nous sommes beaucoup plus riches en observations calculées pour estimer les rapports de l'élévation du baromètre sur la pluie, que nous ne l'étions pour les vents; nous nous bornerons cependant à un petit nombre de faits.

Les observations de Montmorency, calculées par Cotte, ont donné les probabilités suivantes :

Hauteur du baromètre.	Probabilité de pluie.	Probabilité de neige.
726 à 738 millim.	0,70	0,22
738 à 742.	0,58	0,04
742 à 751.	0,46	0,04
751 à 760.	0,19	0,01
760 à 769.	0,08	0,00
769 à 771.	0,00	0,00

Ces mêmes observations nous donnent :

734 pluies avec le baromètre plus bas que la moyenne annuelle;
346 pluies avec le baromètre plus haut.

Il y a donc 100 à parier contre 47, ou environ 2 contre 1, que la pluie tombera avec le baromètre plus bas que la

moyenne, plutôt qu'avec le baromètre plus haut. A Orange, dans la région des oliviers, nous avons les résultats suivants, tirés de 29 années d'observations, 1813 à 1842.

	Pluies avec le baromètre plus bas que la moyenne.	Pluies avec le baromètre plus haut que la moyenne.	Ces pluies sont entre elles comme
Décembre.	150	42	100 : 28
Janvier.	162	49	100 : 30
Février.	138	55	100 : 40
Mars.	153	39	100 : 25
Avril.	199	49	100 : 25
Mai.	203	67	100 : 33
Juin.	135	52	100 : 38
Juillet.	100	42	100 : 42
Août.	118	50	100 : 42
Septembre	162	50	100 : 31
Octobre.	211	58	100 : 27
Novembre.	194	54	100 : 28
	1925	607	100 : 31

On voit que, dans cette région, il tombe d'autant plus de pluie par le baromètre haut, c'est-à-dire sous l'empire des vents froids du nord, que l'on se trouve dans une saison plus chaude; alors, en effet, il faut que la vapeur éprouve une forte réfrigération pour se résoudre en pluie, car celle apportée par les vents du sud ne tarde pas à se raréfier en arrivant sur le continent, par l'effet du rayonnement du sol échauffé. Si nous ajoutons maintenant que le baromètre a été

1885 fois au-dessus de la moyenne et a donné 346 pluies,
1482 fois au-dessous et a donné . . . . . 734 pluies,

nous verrons que

Sur 100 fois que le baromètre est élevé, il tombe 18 fois de la pluie,
Sur 100 fois qu'il est bas. . . . . 50 fois de la pluie.

Ces derniers chiffres indiquent les probabilités au moyen desquelles on peut établir les pronostics.

M. Prevost, de Genève, voulant connaître l'influence de la

pluie sur le baromètre dans son pays, rechercha ce qui arrivait avant chaque pluie *initiale*. Il appelait ainsi celle qui tombait après plusieurs jours de beau temps. Il prit donc l'état du baromètre dans les deux jours qui précédaient ce genre de pluie et dans les deux jours qui le suivaient ; il regarda comme immobile le baromètre qui n'avait pas varié de $0^{mill.},15$. Toute pluie qui avait été précédée de l'abaissement du mercure était regardée comme *annoncée régulièrement* ; s'il montait ou restait immobile, elle était une exception. Il obtint ainsi les résultat suivants :

	Nombre de pluies initiales.	Régulièrement annoncées.	Exceptions.
1796.	37	25	12
1797.	39	23	16
10 mois de 1798. .	13	10	3
	89	58	31

Si, au lieu de négliger seulement $0^{mill.},15$ de variation, il négligeait $1^{mill.},128$, il trouvait :

	Pluies initiales.	Régulièrement annoncées.		Exceptions.
En 1797.	39	22	lors de l'élévation du baromètre	10
			lors de l'abaissement.	7
				17

Il y avait donc 65 pluies régulières annoncées sur 100, par l'abaissement d'au moins $0^{mill.}15$, et 56 sur 100, par un abaissement d'au moins $1^{mill.},128$.

Ayant repris ces recherches en 1803, il trouva que, dans cette année, 38 pluies sur 53, ou 72 sur 100, avaient été précédées de l'abaissement. En 1812, M. d'Hombres Firmas trouva à Alais que sur 29 pluies initiales, 20 avaient été régulièrement annoncées, c'et-à-dire 69 sur 100.

D'après M. Dove, dans le plus grand nombre de cas, les vents se succéderaient en passant du nord au sud par l'est, et du sud au nord par l'ouest. Il suivrait de cette théorie

qu'un vent froid succède à un vent chaud à l'ouest de la rose, et un vent chaud à un vent froid à l'est. Le vent du nord, plus froid et plus pesant, chasse plus vite le vent du sud, plus chaud et plus léger, que le vent du sud ne chasse le vent du nord. Ainsi, selon lui, le baromètre monte plus vite qu'il ne descend, mais il est plus souvent bas que haut; quand le vent est à l'ouest on peut s'attendre bien plus promptement à un changement arrivant par le vent du nord, qu'à un changement arrivant par le vend du sud quand le vent se trouve à l'est. Le vent étant à l'ouest, le vent froid du nord arrive par le bas et se substitue de bas en haut à celui-ci; quand il est à l'est, c'est le vent chaud du sud qui arrive par le haut, et se substitue au vent froid de haut en bas.

Si l'on part de ces principes, on conçoit que, selon le vent habituellement régnant dans chaque pays, il doit se passer des phénomènes différents. Si le principal réservoir de vapeurs est à l'ouest ou au sud-ouest, la plus grande probabilité de pluies arrivera par l'introduction subite des vents du nord, avec une élévation notable du baromètre accompagnant la chute de la pluie, et il y aura un plus grand nombre de pluies au-dessus de la moyenne barométrique que dans les pays placés dans d'autres circonstances. Nous avons vu qu'à Paris il en tombe 67 sur 100 avec le baromètre bas, et, les vents du sud-ouest étant les plus nombreux, les pluies y sont aussi très-fréquentes.

Que si, au contraire, le principal réservoir de vapeurs est à l'est, comme à Orange (golfe de Gênes), avec réfrigérant interposé (les Alpes maritimes), la plus grande probabilité de pluie aura lieu pour les vents de l'est au sud, lors de l'introduction des vents chauds. Mais cette introduction étant graduelle et lente, à cause de la difficulté de la substitution du vent du sud à celui de l'est, il y aura un plus grand nombre de pluies qui seront accompagnées du baromètre bas, environ 77 pour 100. Nous avons trouvé 67 à Paris.

Cette comparaison tendrait à confirmer cette théorie, mais nous désirerions que M. Dove voulût bien étudier la rotation des vents sur des tableaux détaillés faits dans les contrées méditerranéennes, pour donner à son système une confirmation qui lui manque encore. Les observations de Marseille, qui présentent la direction des vents à huit époques de la journée, offriraient, par exemple, une occasion favorable pour cette recherche.

§ III.—Pronostics tirés des marées diurnes du baromètre.

Chaque jour le baromètre éprouve deux élévations et deux abaissements. La marée du soir et de la nuit est généralement peu observée; c'est de celle dont le maximum d'élévation est à 9 heures du matin, et le minimum à 3 heures du soir, qu'il sera ici question. Cette marée représente le refroidissement nocturne de l'atmosphère qui rend l'air plus pesant vers le matin, et son réchauffement diurne qui diminue son poids dans l'après-midi. Quand le ciel est couvert, le refroidissement nocturne n'ayant pas lieu, la marée est peu appréciable ; il en est de même quand un vent froid ou chaud envahit toute l'atmosphère et l'amène à une température uniforme. Pendant la pluie, l'uniformité de température règne aussi dans la colonne aérienne; il arrive même alors quelquefois que la nuit est plus chaude que le jour, si la pluie discontinue pendant la nuit et qu'un vent chaud continue à souffler. Ces principes, découlant de la théorie, sont vérifiés par l'observation.

Les pluies initiales sont préparées de plusieurs manières :

1° Par des jours clairs avec saturation progressive de l'air, chute abondante de rosée pendant la nuit, qui se résout de nouveau en vapeurs pendant le jour, et enfin, formation de nuages quand l'air humide est condensé par un vent froid. Ces pluies sont annoncées par des marées qui surpassent de beaucoup la marée moyenne. Par exemple, à Orange, où la

marée moyenne est de $0^{mill.},79$, on en voit, dans le cas dont nous venons de parler, qui peuvent aller à $3^{mill.},4$. Ces fortes marées, qui dépassent sensiblement la moyenne, accompagnées de rosée, sont des annonces presque certaines d'une pluie prochaine.

2° Si la pluie est préparée par l'arrivée de nuages tout formés poussés par les vents, la pluie est annoncée par des marées faibles et quelquefois par leur renversement; l'élévation barométrique de 3 heures surpasse alors celle de 9 heures. Le pronostic de la pluie n'est certain que s'il y a en même temps baisse du baromètre.

3° Quand il règne des vents froids et que l'atmosphère est progressivement envahie du haut en bas par des vents chauds et humides, il arrive un moment où les progrès de cet envahissement sont annoncés par une baisse du baromètre. Si ce moment tombe sur la marée de 3 heures, la différence de la marée basse à la marée haute du matin est augmentée; si, au contraire, l'abaissement tombe sur la marée montante de 9 heures, la différence est effacée. Ainsi, pendant le règne des vents froids, c'est le mouvement du baromètre en 24 heures, entre deux marées hautes et deux marées basses, qu'il faut consulter plutôt que la différence entre le maximum et le minimum diurne. Cependant l'absence de différence ou sa grande amplitude sont des pronostics presque assurés de pluie.

Pendant la durée de la pluie, la marée est très-faible et souvent inverse; le rétablissement de l'ordre des marées ou leur accroissement annonce la fin de la pluie. Si alors le temps devient clair et calme, le jour qui succède à la pluie ou le jour suivant ont une forte marée.

Cette étude, faite seulement sur les observations d'Orange, mérite d'être vérifiée en d'autres lieux avant qu'on puisse en tirer des lois générales. Mais nous pensons que l'on trouvera plus tard, dans les marées diurnes, des pronostics meilleurs et moins sujets à erreur que les mouve-

ments de hausse et de baisse entre deux marées hautes ou deux marées basses qui se succèdent à 24 heures de distance.

Walker a voulu déduire des pronostics de l'état variable du ménisque convexe qui se montre à la surface supérieure de la colonne de mercure. Il assurait que ce ménisque devient concave à l'approche de la pluie, surtout si le baromètre était à sa hauteur moyenne ou au-dessus; que le baromètre stationnaire avec le ménisque convexe était un indice de beau temps, surtout si le baromètre était alors à sa hauteur moyenne ou au-dessus de cette moyenne; mais que, quelle que fût la hauteur du baromètre, la surface supérieure de la colonne devenait concave pendant une pluie établie, et convexe pendant le beau temps(1).

On sent que l'humidité de l'air extérieur ne peut avoir aucun effet sur le ménisque supérieur du baromètre. Ce ménisque devient plus convexe quand le baromètre monte, il tend à s'aplatir quand il descend; ces effets sont surtout remarquables quand les tubes sont étroits, mais c'est une mauvaise expression de dire que la surface du mercure devienne jamais concave. Les mouvements de la flèche du ménisque étant tout-à-fait en accord avec les mouvements de hausse et de baisse, ils n'annoncent pas autre chose que ceux-ci; dire que la pluie aura lieu quand la flèche se raccourcira, c'est dire que la baisse du baromètre annonce la pluie; et cette observation est bien plus difficile et bien plus incertaine que celle de la colonne mercurielle elle-même: nous ne pensons donc pas qu'on puisse tirer quelque avantage de cette substitution. D'ailleurs la présence du ménisque dans les tubes barométriques est due à la capillarité, qui n'a aucune espèce de rapport avec les changements de temps, ni avec la pression de l'atmosphère.

(1) *Philosophical Magazine*, août 1822.

SECTION V.—*Pronostics tirés du thermomètre.*

M. Changeux (1) croyait que le thermomètre devait être plus prompt que le baromètre à indiquer les changements de temps, parce que la chaleur et le froid agissent immédiatement sur lui, tandis qu'il fallait qu'ils eussent agi sur l'atmosphère entière avant de se faire sentir sur le baromètre. Ce raisonnement suppose que les changements s'opèrent et se préparent dans la couche d'air où se trouve plongé le thermomètre; mais il n'en est rien, et tandis que la température persiste à rester la même à la surface de la terre, et que l'exposition, les abris, les réverbérations solaires peuvent jeter tant d'ambiguïté sur le langage du thermomètre, le baromètre annonce déjà par ses mouvements les prodromes des météores qui vont bientôt se manifester. Malgré tant de causes qui peuvent rendre son langage équivoque, le thermomètre peut cependant donner des indications très-précises, surtout lorsqu'elles viennent fortifier celles tirées du baromètre :

1° Quand il présente des variations considérables qui ont nécessairement une cause un peu générale; ainsi, quand en hiver le thermomètre descend en peu de temps de 4 ou 5 degrés au-dessous du degré qu'il indiquait le jour précédent à la même heure, on peut présumer que le vent tourne de la portion de la rose des vents du sud-est au nord-ouest, pour aller se fixer à celle qui s'étend du nord à l'est; au contraire, si le thermomètre remonte de plusieurs degrés, c'est que les vents vont passer de la bande du nord et de l'est à celle du sud et de l'ouest.

2° Mais le thermomètre présente des indications plus précises si l'on s'attache à consulter ses *minima*, parce que, durant la nuit, n'étant plus influencé par les causes locales,

(1) *Journal de physique*, 1774, t. IV, p. 97.

il participe des avantages du baromètre et annonce l'état de pureté de l'air qui facilite le rayonnement du sol.

Castellani (1) pensait qu'une différence sensible en plus sur la marche régulière des minima est presque certainement un indice de pluie prochaine. Nous pouvons indiquer aussi, d'après notre expérience, plusieurs pronostics plus complets que celui-ci.

Quand le vent part de la région chaude et humide, la baisse des minima est un signe presque assuré de pluie le jour même ou le jour suivant; l'air est alors saturé, mais clair; il y a chute de rosée ou brouillard le matin.

Si les minima montent avec les vents froids et secs, ceux-ci sont près de leur fin, et il peut y avoir pluie immédiate par l'entrée des vents du sud, sans abaissement de minimum.

La fixité des minima annonce la continuation du même temps.

Les minima haussant graduellement annoncent que l'air devient de moins en moins transparent, qu'il se sature de vapeur et marche vers la pluie.

SECTION VI. — *Pronostics tirés de l'hygromètre.*

L'hygromètre est un instrument plus populaire qu'exact pour prédire le temps. On le trouve sur toutes les cheminées des gens du peuple, sous la forme d'un capucin qui se couvre de son capuchon à l'approche de la pluie. Mais on sait aussi que ses pronostics sont fort souvent trompeurs.

L'atmosphère peut rester fort longtemps près du point de saturation sans donner une goutte d'eau, s'il ne survient pas de changement dans son état thermométrique qui puisse déterminer la précipitation de la vapeur aqueuse. Pour que le langage de l'hygromètre devienne positif, il faut y joindre les indications du thermomètre et du baromètre. Quand le baromètre baisse, que le thermomètre se trouve dans un des

(1) *Bibliothèque universelle de Genève*, sciences, t. XII.

cas spécifiés plus haut pour annoncer la pluie, et que l'hygromètre s'approche de son maximum d'humidité, la pluie est presque certaine; tandis que la baisse du baromètre, lorsque l'hygromètre marche vers la sécheresse et que le thermomètre se maintient à son degré habituel, sans baisser subitement ou sans hausser graduellement, ne signifie pas une pluie prochaine.

De Saussure pensait qu'il devait faire beau temps quand la différence entre le point où l'hygromètre se trouvait le matin et celui qu'il atteignait le soir était plus grande qu'elle n'aurait dû l'être d'après l'augmentation de la chaleur (1). Nous avons vu que l'on obtient ces mêmes indications au moyen du psychromètre. Dans l'un et dans l'autre cas, si l'hygromètre, observé à l'ombre et avec les précautions indiquées, ou le psychromètre indiquent que la chaleur du jour dissout de moins en moins la vapeur nocturne, que l'air se rapproche par conséquent du point de saturation, on pourra conjecturer une pluie prochaine, en comparant entre elles, deux jours de suite, les différences du matin à l'après-midi.

CHAPITRE II.

Prévisions du caractère des saisons et des années futures.

Au moyen des indications que nous avons données dans le chapitre précédent, on peut jusqu'à un certain point prévoir les changements de temps qui surviendront dans les jours qui avoisinent celui de l'observation. Il est bien plus difficile de pronostiquer le caractère des saisons et des années qui vont suivre ; jusqu'à présent on n'y a pas réussi, et cependant M. Morin, ingénieur des ponts-et-chaussées, auteur d'un système de pronostics que nous exposerons plus

(1) De Saussure, *Essai sur l'hygrométrie*, in-8, p. 454.

loin, semble le croire plus aisé que de faire des prédictions prochaines; la raison qu'il en donne nous semble être que les variations journalières tiennent à des causes locales difficiles à connaître et à apprécier à temps, tandis que l'on peut savoir en masse l'état de toute une contrée, pour en inférer ce qui doit se passer dans l'atmosphère, en faisant abstraction des détails (1). C'est au moins ainsi que nous avons compris son explication. Nous allons voir à quoi ont abouti jusqu'à présent les tentatives de ce genre.

Kirwan nous dit d'abord qu'en comparant un grand nombre d'observations faites en Angleterre de 1677 à 1789, il a trouvé : 1° Que, lorsqu'il n'y a pas de tempête vers l'équinoxe de printemps, l'été suivant est généralement sec, une fois sur six ;

2° Que, lorsqu'une tempête arrive par un vent de la bande de l'est, vers le 19, 20 ou 21 mars, l'été suivant est généralement sec, quatre fois sur cinq ;

3° Que, lorsqu'une tempête a lieu les 25, 26, 27 mars, et non auparavant, de quelque point de l'horizon qu'elle vienne, l'été suivant est sec, quatre fois sur cinq;

4° Que, s'il y a une tempête du sud-ouest ou de l'ouest-sud-ouest, les 19, 20, 21 ou 22, l'été suivant est humide, cinq fois sur six ;

5° Que, lorsqu'il pleut avec abondance en mai, il pleut ordinairement très-peu en septembre, *et vice versâ* (2).

Ces relations sont à vérifier pour les différents pays; mais quant à Orange, nous n'avons pu en trouver aucune d'exacte pour les tempêtes de l'équinoxe du printemps et les pluies de l'été.

Giovene (3) part de ce principe, qu'il y a à peu près un égal nombre d'événements en dessus ou en dessous des moyennes obtenues par un grand nombre d'observations, et

(1) *Mémoires*, § 44.
(2) *Transactions d'Irlande*, t. I.
(3) *Mem. della Societate italiana*, t. X,

qu'ainsi, s'il y en a eu en plus, il y a à parier qu'il en arrivera en moins, *et vice versâ;* que plus l'écart aura été grand d'un côté, plus il le sera de l'autre: ainsi, la pluie ayant été, pendant 2, 3, 4 ans, plus forte que la moyenne au mois de septembre, il y a 4, 3, 2 degrés de probabilités que l'année suivante elle sera moindre; mais il ajoute que, pour pronostiquer avec sûreté, il faut considérer un ensemble de phénomènes, et que, si la probabilité est, par exemple, pour un été chaud avec vents australx et pluie, ces choses qui s'accordent, renforcent la probabilité : il en serait autrement si elles se contredisaient, alors la probabilité décroîtrait. Cet auteur prend, non pas la moyenne numérique de l'élévation diurne du baromètre, mais le nombre de jours qu'il a été plus haut et plus bas que la moyenne; la tendance générale du baromètre, indiquée par sa valeur moyenne, nous semble préférable.

Voici un exemple de ce genre de pronostics. Nous voulons connaître quel sera le caractère du mois de juin 1843. Nous trouvons :

	Orange, juin 1842.	Moyenne générale de 27 années.	Différence.
Vents boréaux.	47	38	+ 9
Vents australx	13	22	— 9
Nombre de pluies.	5,0	6,7	— 1,7
	mill.	mill.	mill.
Quantité de pluies.	79,6	42,3	+37,3
Baromètre.	754,50	756,16	— 1,66

Ainsi l'année 1843 devrait présenter un mois de juin ayant moins de vents du nord et plus de vents du sud que la moyenne; plus de jours de pluie, une moins grande quantité de pluie, et un baromètre plus élevé. Ces différents éléments ne coïncident pas parfaitement entre eux. Un moindre nombre de vents du nord devrait entraîner, il est vrai, un plus grand nombre de jours de pluie, mais une plus grande quantité de pluie et un baromètre plus bas. Voici quel a été l'événement :

	mill.
Vents boréaux.	00,41
Vents australx	00,19
Nombre de pluies.	00,11
Quantité de pluie	85,1
Baromètre.	754,39

Ainsi le pronostic a été en erreur pour le vent du nord qui a soufflé plus que la moyenne, pour le baromètre qui a été plus bas, pour la quantité de pluie qui a été plus forte; il s'est vérifié pour le nombre de jours de pluie qui a été plus grand.

On ne peut nier qu'il n'y ait un fonds de vérité dans ce système, mais on s'exposerait à de graves erreurs en y ajoutant trop de confiance; car les compensations entre les années extrêmes qui constituent la moyenne ne s'établissent pas annuellement, mais par périodes plus ou moins longues. Ainsi, continuant à prendre le mois de juin pour exemple et ne nous occupant que de la quantité de pluie tombée, la moyenne de 27 ans d'observations est de $42^{mill.},3$.

Prenons maintenant les 3 dernières années.

	mill
1839	29,5
1840	7,1
1841	12,6
Moyenne. . . .	16,4

Les deux dernières années.

	mill.
1842	79,6
1843	85,1
Moyenne. . . .	82,3

L'addition de ces deux séries nous donne 213,9, dont le 5e est 42,8. Ainsi, après 3 années plus sèches que la moyenne, les deux dernières années ont établi la compensation. Il est donc probable que le mois de juin de 1844 présentera un mois de juin sec. En agissant ainsi par série d'années, les probabilités seront plus fortes qu'en n'opérant que sur deux années consécutives.

En effet, si l'on se borne à isoler un des caractères de la saison, on n'en peut presque rien conclure de certain pour la saison suivante. Ainsi, nous avons trouvé, à Orange, que relativement au nombre de pluies, considéré par rapport à la moyenne de chaque saison,

L'hiver avait été conforme à l'automne.	15	fois sur	26	ou 61	sur 100.
Le printemps conforme à l'hiver. . . .	17	—	27	63	
L'été conforme au printemps	12	—	24	45	
L'automne conforme à l'été.	12	—	26	45	
L'automne conforme au printemps . .	14	—	26	53	
L'automne conforme à l'été et au printemps.	7	—	12	58	
Toutes les saisons conformes	5	—	24	21	

Ainsi les plus grandes probabilités sont : que le caractère de l'hiver sera celui de l'automne, et que le caractère du printemps sera celui de l'hiver, 61 et 63 fois sur 100. Mais il est probable, au contraire, que l'automne diffère de l'été 55 fois sur 100. Quand l'été et le printemps se ressembleront, il y aura 58 à parier sur 100 que l'automne conservera le même caractère, sous le rapport du nombre moyen des pluies.

En 1829, M. Hubert-Burnand d'Yverdon annonça un hiver rigoureux pour 1830 (1), et le fait vérifia le pronostic : « Ce n'était pas une prophétie, dit-il, mais un calcul très-simple. Les vents de S. et S.-O. ayant régné pendant six mois, je devais supposer que les vents du nord auraient leur tour. En second lieu, le soleil ayant été caché presque continuellement pendant les mois de juillet à octobre, il était naturel de penser que la terre serait refroidie à sa surface plus qu'elle ne l'est ordinairement. Cette circonstance, jointe à la présence des vents du nord, devait rendre l'hiver très-froid. Enfin l'automne ayant été extraordinairement pluvieux, l'hiver, selon toutes les apparences, devait être sec. Lorsque toutes ces circonstances ne sont que partielles, on

(1) *Bibliothèque universelle*, t. XLIII, p. 161.

n'en peut rien conclure ; mais leur généralité dans toute l'Europe devait produire des effets simples, parce qu'à d'immenses distances il n'y avait aucune cause perturbatrice. »

G. Hutchinson indique un moyen de déterminer à l'avance la température probable des mois d'hiver, d'après celle des mois correspondants de l'été précédent. La lenteur avec laquelle l'accroissement de température pénètre en été la surface du sol porte l'auteur à croire que la dernière partie de chaleur absorbée pendant la moitié estivale de l'année doit aussi être celle qui se dégage la première pendant la moitié hivernale. Ainsi aux mois dans lesquels a lieu l'absorption de la chaleur correspondent des mois où cette chaleur rétrograde; ces mois correspondants sont les suivants :

Août correspond à. . . .	Octobre.
Juillet, à.	Novembre.
Juin, à.	Décembre.
Mai, à	Janvier.
Avril, à	Février.

L'auteur a, dit-il, vérifié cette propriété sur le climat d'Ecosse (1). Si elle ne s'appliquait qu'à la chaleur de l'intérieur de la terre on pourrait la comprendre ; mais l'atmosphère étant sujette à de si grandes perturbations par l'action des vents, on ne peut guère penser qu'elle se vérifie régulièrement; et en effet elle présente autant d'exceptions que de cas qui y soient conformes dans la région méditerranéenne.

M. de Buzareingues, correspondant de l'Institut, a donné (2) un moyen de reconnaître si le nombre de jours de pluie d'octobre sera supérieur ou inférieur à la moyenne. Pour y parvenir, il ajoute le nombre des jours de pluie que l'on a eus de mars en avril, juin, juillet et septembre de la même année ; il divise le total par 5 : si le quotient est supérieur au nombre de pluies d'un mois moyen conclu d'une

(1) *L'Institut*, 1841.
(2) *Mémoires de la Société linnéenne de Paris*, novembre 1825.

longue série d'observations, le nombre de pluies d'octobre sera inférieur à la moyenne; il sera égal si le quotient est égal, et supérieur si le quotient est inférieur. De manière que les jours pluvieux d'octobre, ajoutés à ceux des 5 autres mois désignés, doivent donner un total dont le sixième sera plus souvent supérieur qu'inférieur à la moyenne de toute l'année. Nous avons voulu éprouver ce procédé sur nos observations d'Orange.

Nous trouvons pour le nombre de pluies d'un mois moyen $7^j,66$, et pour la moyenne d'octobre $9^j,7$, d'après les observations faites durant 27 ans. La dernière colonne indique par le signe + si la loi s'est vérifiée, et par le signe — si elle a été en défaut.

	Nombre de jours de pluie des mois					Total.	Quotient par 5.	Nombre de pluies observées en octobre.	Résultat de l'examen.
	Mars.	Avril.	Juin.	Juillet.	Septembre.				
1817.	4	3	9	8	5	29	5,8	10	+
1818.	5	10	7	3	10	35	7,0	6	—
1819.	5	11	6	4	6	32	6,4	11	+
1820.	6	8	6	6	6	32	6,4	16	+
1821.	12	11	8	9	5	45	9,0	9	+
1822.	6	7	2	6	7	28	5,6	11	+
1823.	7	14	9	5	6	41	8,2	12	—
1824.	11	9	16	1	11	46	9,2	19	—
1825.	9	6	13	9	5	42	8,4	8	+
1826.	8	6	4	8	11	37	7,4	12	+
1827.	7	8	10	8	12	45	9,0	12	—
1828.	8	11	4	6	9	38	7,6	10	+
1829.	13	11	5	6	16	51	10,2	8	+
1830.	5	18	12	9	11	47	9,4	1	+
1831.	9	13	4	6	5	37	7,4	5	—
1832.	8	9	3	2	3	25	5,0	6	—
1835.	4	5	8	2	9	28	5,6	5	—
1836.	7	5	3	2	8	25	5,0	6	—
1837.	5	9	2	3	9	28	5,6	5	—
1838.	7	6	5	3	17	28	5,6	6	—
1839,	5	5	4	2	11	27	5,4	20	+
1840.	2	12	8	9	13	44	8,8	6	+
1841,	5	11	3	7	7	33	6,6	14	+
1842.	7	15	5	5	11	43	8,6	13	—

La loi de M. de Buzareingues s'est vérifiée 12 fois sur 23. Elle n'a donc pour elle aucune probabilité. Mais si nous nous étions arrêtés en 1825, elle aurait été vérifiée 7 fois sur 10; l'auteur l'avait fondée sur une série favorable et avait pu la croire exacte. Nous avons rapporté cet exemple en détail, pour montrer combien il faut se défier, en météorologie, des principes généraux fondés sur un trop petit nombre de faits.

Kirwan admettait comme une règle que si la terre était privée pendant l'été de la quantité de chaleur qu'elle absorbe annuellement, on devait s'apercevoir du déficit pendant l'hiver suivant, puisque la chaleur qui tempère la rigueur du froid est en grande partie formée de la température terrestre. Ainsi, disait-il, l'hiver de 1709 fut précédé par un été froid en 1708. Par la même raison, à un été chaud devait succéder un hiver doux, de sorte que, d'après cette règle, la température de l'été pouvait servir de pronostic à celle de l'hiver suivant (1). M. Prevost, en rappelant ce principe, remarque qu'en effet l'été chaud de 1803 a été suivi d'un hiver doux en 1804 (2). Cotte, ayant soumis cette règle à l'épreuve de l'expérience, a trouvé qu'il y avait dans ses registres 24 étés réputés chauds qui avaient été suivis de 15 hivers froids, de 9 doux, de 17 humides et de 7 secs; et que 20 étés froids avaient été suivis de 5 hivers froids, de 5 doux, de 7 humides et de 3 secs.

D'après nos propres observations, 12 étés chauds ont été suivis de 7 hivers chauds, de 3 hivers froids, de 7 hivers humides et de 5 secs; 11 étés froids ont été suivis de 9 hivers chauds, 5 hivers froids, 11 hivers humides et 3 secs. Ainsi nous trouvons, d'après ce petit nombre de faits :

Un été chaud annonçant sur 100 événements :

(1) *Examen de la température des divers degrés de latitude. Transactions d'Irlande.*

(2) *Bibliothèque britannique*, sciences, t. XXV, p. 325.

	A PARIS.	A ORANGE.
Un hiver chaud	37 fois	60
Un hiver froid.	63	40
Un hiver humide	71	29
Un hiver sec.	29	40

Un été froid annonçant sur 100 événements :

	A PARIS.	A ORANGE.
Un hiver chaud	50 fois	65
Un hiver froid.	50	35
Un hiver humide	70	78
Un hiver sec	30	22

Ainsi un été chaud annonce plutôt un hiver froid à Paris, et un hiver chaud à Orange; un été froid ne donne aucune probabilité décidée à Paris, mais en donne une forte pour un hiver froid à Orange. Dans l'un et l'autre pays, un été chaud annonce un hiver humide et froid, mais avec des degrés bien différents de probabilité. Ces rapprochements suffisent pour montrer le peu de confiance que l'on doit fonder sur de pareils résultats, conclus d'après d'aussi petites périodes de temps.

Lasalle pouvait se croire à l'abri d'un pareil reproche quand il croyait avoir trouvé le moyen de prévoir le retour des grands hivers, et une telle prévision serait d'une très-grande utilité à l'agriculture, qui réglerait en conséquence les précautions à prendre pour les plantes délicates, et la possibilité de les introduire dans les rotations. En faisant le relevé des hivers mémorables de 554 à 1799, il croyait avoir trouvé que les grands hivers analogues reviennent tous les cent ans. Il définit un grand hiver, celui où, dans nos climats, le thermomètre centigrade est descendu au moins à $-12^{0},5$ et s'y est maintenu pendant 15, 20, 30 jours; et s'il est question de temps antérieurs à la découverte de cet instrument, il donne cette qualification à toute saison où l'on a vu les rivières tellement gelées que les charrettes chargées pouvaient les traverser.

En choisissant dans le tableau de Lasalle (1) les périodes séculaires qui offrent le plus grand nombre d'hivers remarquables, nous avons :

1.	544, 1354, 1553, 1655, 1754.
2.	558, 1158, 1358, 1458, 1658, 1758.
3.	568, 1068, 1268, 1468, 1768.
4.	670, 1470, 1570, 1670, 1771.
5.	823, 1124, 1323, 1423, 1523, 1624, 1724.
6.	1133, 1234, 1334, 1433, 1733.
7.	893, 994, 1294, 1594, 1795.
8.	1236, 1436, 1736, 1835.
9.	1420, 1620, 1720, 1820.
10.	1408, 1508, 1608, 1709.

On voit qu'il manque dans chaque série un assez grand nombre de termes pour qu'il soit impossible de considérer le rapprochement de Lasalle comme une règle. Mais ce que le Mémoire de cet auteur a fait ressortir, c'est que depuis l'époque où les annales et les mémoires nous transmettent une série à peu près complète de renseignements sur les températures extraordinaires, c'est-à-dire depuis le quatorzième siècle, nous comptons 116 hivers rigoureux dans un espace de 545 ans : c'est un grand hiver tous les 4 à 5 ans. De plus, nous voyons que souvent trois hivers rigoureux se succèdent sans interruption : 1432, 1433, 1434 ; 1522, 1523, 1524 ; 1732, 1735, etc. Nous y voyons aussi que les séries des hivers doux et rigoureux sont irrégulières et plus ou moins prolongées, et qu'ainsi dans nos climats on doit être toujours en mesure de les braver par les précautions que conseille une complète connaissance des végétaux. Cette observation s'adresse surtout à ceux qui, placés aux limites des régions agricoles, doivent craindre, plus que les autres, les saisons excessives. C'est à eux que nous recommandons de ne croire à aucun pronostic qui leur annoncerait un hiver doux, mais d'agir toujours comme si l'hiver devait être rigoureux.

(1) Cotte l'a complété de plusieurs hivers oubliés. Voir *Mémoires de la Société d'Agriculture de la Seine*, t. VII.

Il nous reste à parler d'une tentative faite par M. Morin, ingénieur des ponts-et-chaussées, et ayant pour but de prédire une année à l'avance l'état météorologique de l'année suivante (1). Sa méthode est basée sur ce principe *à priori*, duquel dépend tout l'enchaînement de ses idées et qu'il énonce de la manière suivante (2) : « Si le soleil, en passant au nord de l'équateur, trouvait notre continent très-humide, une année, quand l'année précédente aurait été peu humide, ce continent étant dans un état analogue à la mer qui l'entoure, la chaleur et l'évaporation produites étant à peu près les mêmes sur l'un et sur l'autre, la saison qui doit en résulter sera moins humide que l'année précédente, parce que les vents venant de la mer auront moins de tendance à avoir lieu sur le continent. S'il existe quelque partie de ce continent dont le terrain soit très-sec, c'est vers ce point que se portera l'humidité de l'air. » Ainsi, afflux de l'air humide vers les parties sèches du continent, tel était le principe directeur de M. Morin dans toute la première partie de ses recherches. Il établit alors une vaste correspondance pour constater l'état d'humidité ou de sécheresse relatives des différents points de la terre, au moyen d'observations udométriques, mais surtout au moyen du niveau des fleuves, et il tenta (§ 289 de son ouvrage) l'essai de prédictions météorologiques pour l'année 1830. Elles ne se réalisèrent pas toutes, mais cependant il est remarquable qu'il annonça l'hiver rigoureux de 1829-30.

Son principe cependant péchait par la base. M. Morin aurait dû s'apercevoir que les vents de mer règnent presque constamment sur les parties habituellement les plus humides de l'Europe, qu'ils sont très-rares sur les côtes de la Méditerranée qui en sont la partie la plus sèche et où dominent, les deux tiers de l'année, les vents de terre secs. Aussi, plus

(1) *Correspondance pour l'avancement de la météorologie*, 7 Mémoires.

(2) § 19.

cet auteur avance dans sa carrière, et plus il modifie et complique son principe jusqu'à ce qu'enfin, dans les §§ 776 et suivants, il semble le renverser complétement, et l'on ne comprend plus bien dans ses derniers Mémoires, si l'auteur conserve un lien systématique entre ses idées. Nous attendons de lui le développement de la nouvelle situation où la réunion de tant de faits nouveaux doit l'avoir placé, relativement à la possibilité d'en tirer parti pour pronostiquer les saisons futures.

CHAPITRE III.

Pronostics fondés sur la position et le mouvement de la lune.

Il y a des préjugés scientifiques comme il y a des préjugés populaires ; mais dans aucun siècle les savants n'ont été plus disposés à renoncer aux leurs, à les soumettre de bonne foi au creuset de l'expérience et de l'observation, et le vulgaire lui-même ne tient plus avec la même ténacité à ses idées superstitieuses et se rend plus aisément à la voix de la raison. Le peuple ne tremble plus à la vue des comètes et des éclipses, on ne brûle plus de sorciers ; et d'un autre côté, le temps est passé où l'on traitait de ridicule l'assertion de pierres tombées du ciel, et où Lamarck était forcé de discontinuer l'examen scientifique d'une hypothèse météorologique. Rien n'indique mieux cette disposition générale que l'excellent article publié en 1833 par M. Arago relativement à l'influence de la lune sur la végétation (1), article plein de raison et d'impartialité, qui a permis d'aborder enfin une question que quelques savants osaient à peine effleurer avant cet écrit.

Si l'on part du simple raisonnement scientifique, on admettra avec les astronomes et les physiciens que la lune

(1) *Annuaire du Bureau des Longitudes*, 1833.

exerce un certain effet sur la terre. Cette influence est manifestée soit par les perturbations qu'elle imprime à l'orbite de notre planète, soit par les marées aqueuses qu'elle occasionne, soit par un mouvement analogue produit sur l'atmosphère, ainsi que le prouve l'observation du baromètre. On n'admet pas cependant avec la même facilité l'influence de la lune sur les météores, sur la végétation, sur la santé, etc. Quant aux météores, ces influences paraîtraient d'abord devoir être bien petites, puisqu'une série d'observations contredirait une autre série faite dans un autre lieu ; ainsi l'on opposerait les observations de L. Howard à celles de Cotte; on opposerait ensuite les unes aux autres les observations du même auteur faites à différentes époques. Les résultats obtenus en comparant les effets des lunaisons sur le baromètre varient en effet de Londres à Paris et d'une période de temps à une autre. Nous observerons à cet égard qu'en employant les hauteurs barométriques non corrigées des effets de la température, comme l'ont fait Howard et Cotte, on ne pouvait arriver à des résultats exacts, puisque ces effets étaient le plus souvent supérieurs à l'influence lunaire elle-même : on tombait donc dans une confusion étrange en associant les observations de l'hiver et celles de l'été dans les mêmes totaux. Quant à la différence des lieux, nous avons déjà fait remarquer (1) que les mouvements du baromètre n'étaient pas simultanés sur toute la surface de la terre, mais que les courbes qui les représentent dans deux localités différentes, restant semblables de figure, les maxima et les minima n'avaient pas lieu les mêmes jours. L'équilibre de pesanteur de l'atmosphère ne se dérange et ne se rétablit que graduellement et de proche en proche, suivant les obstacles qu'opposent la nature et la configuration des lieux. Les marées atmosphériques ont leur *établissement*, comme celles de la mer. Il était donc

(1) Page 180.

difficile de comparer entièrement les résultats des observations sans faire la part de toutes ces considérations.

On admettait aussi, comme une preuve décisive de l'absence d'effet de la lune sur l'atmosphère, que cette influence disparaissait entre les tropiques ; que dans ces contrées la chaleur, la pluie, les vents ne dépendaient que de la distance du soleil au zénith, sans qu'il fût nécessaire d'avoir égard à la situation absolue et relative de la lune. Cette assertion pouvait être contredite par des assertions contraires. Ainsi Clapperton remarquait au Bornou que les pluies suivaient une période de sept jours ; que dans la saison des pluies, le lac de Tschad croissait et décroissait alternativement tous les sept jours (1). Everat observait qu'à Calcutta la pluie tombait abondamment les 2e, 5e, 6e et 7e jours avant la nouvelle lune, de sorte que dans la somme totale d'eau, 935mill.,27 tombaient dans les sept jours voisins du renouvellement de la lune, et seulement 684mill.,90 dans le reste du mois lunaire ; que le nombre des jours de pluie était de 45 pour les sept jours avant la nouvelle lune, et de 23 pour le reste du mois lunaire. Ainsi, entre les tropiques, on aurait remarqué un effet sensible de la lune sur les météores aqueux.

Mais, dira-t-on encore, ce qui prouve *à priori* la petitesse de cette influence, si toutefois elle a lieu, c'est que des temps opposés ont lieu au même instant sur différents points du globe, et par conséquent avec la même phase lunaire. M. Bode, ayant rassemblé les observations faites pendant l'éclipse solaire du 18 novembre 1816, on y vit un mélange singulier de beau et de mauvais temps se manifestant le même jour sur une grande partie de l'Europe. Mais il faut remarquer que l'influence lunaire n'est pas la seule qui se fasse sentir, qu'elle vient partout s'ajouter à des influences préexistantes, celles des températures acquises par un sol

(1) *Voyages* et *Annales de voyages*, 3e série, t. I, p. 19.

plus ou moins humide, plus ou moins couvert de nuages, celles des vents régnants, etc. C'est ce que nous verrons clairement par la suite.

M. Olbers, dont nous venons de reproduire les objections en cherchant à les réfuter, ajoute cependant que, quelque faibles que soient les effets de la lune sur le baromètre, il n'est pas impossible que les marées plus fortes des syzygies disposent l'atmosphère à des changements considérables; que, de même, le passage par l'équateur et le périgée, qui ne peuvent pas produire des mouvements considérables dans l'atmosphère, pourraient en exciter les causes; que d'ailleurs il serait possible qu'elle agît sur notre atmosphère par des forces différentes de son attraction et de sa lumière (1). Au milieu de ces doutes et de ces assertions, ce qu'il y a de mieux à faire, c'est d'examiner consciencieusement tous les faits. On conçoit combien la vérification d'une influence déterminée aurait d'importance pour l'agriculture; il y aurait une époque favorable pour semer, celle qui suivrait les pluies et où le temps serait encore suffisamment humide; une époque où la sève étant plus abondante et plus aqueuse, les bois seraient plus imbibés d'humidité et où il ne serait pas à propos de les couper, etc. La plupart des anciennes maximes agricoles, traitées aujourd'hui de préjugés, pourraient reparaître sous une forme plus rationnelle et dégagées des erreurs palpables qui les accompagnent. Nous croyons donc faire une chose utile en examinant cette matière avec des détails qui permettent d'assigner les limites exactes dans lesquelles on peut admettre l'influence lunaire.

Avant d'entreprendre cette tâche, nous rappellerons à nos lecteurs que la lune, dans son mouvement propre autour de la terre, s'en éloigne et s'en approche successivement; que le point où elle est le plus rapprochée de la terre est nommé son *périgée*, et celui où elle en est le plus éloignée son

(1) *De l'influence de la lune sur les saison* [illegible] Olbers.

apogée; que ces deux points sont ce que l'on appelle les *apsides* de la lune, et qu'elle les atteint tous les deux une fois pendant le cours de sa révolution sidérale, qui est de 27 jours 7 heures 43^{m},192; de plus, que pendant la durée de cette révolution, elle traverse deux fois l'équateur, se trouvant, pendant une moitié de cette durée, dans la partie boréale de l'écliptique, et dans la partie australe pendaut l'autre moitié : ce sont les *déclinaisons* boréales et australes de la lune. Considérée relativement à la position du soleil, la lune tourne dans le même sens que lui; le temps qu'elle emploie pour revenir en conjonction avec lui est un peu plus long que sa révolution sidérale. Quand la lune est placée entre nous et le soleil, nous ne pouvons voir sa face éclairée, et l'on dit qu'elle est *nouvelle;* quand elle est opposée au soleil, nous voyons au contraire sa face éclairée tout entière, et l'on dit qu'elle est *pleine :* ce sont les *syzygies* de la lune. Dans ses positions intermédiaires entre les syzygies, elle nous montre le quart de sa face éclairée, dont la convexité est toujours tournée vers le soleil ; ce sont les *quadratures*. Le premier quartier a lieu quand elle marche de sa conjonction à son opposition ; le dernier quartier, quand elle se trouve entre son opposition et sa conjonction. On a appelé octant la partie intermédiaire entre une quadrature et une syzygie.

Les marées de l'Océan qui ne sont soumises, au moins en très-grande partie, qu'à l'action attractive de la lune et du soleil, sont à leur maximum de hauteur quand les syzygies correspondent avec le périgée, et que la déclinaison de la lune est semblable à celle du soleil. (Nous faisons abstraction ici du mouvement des nœuds.) Alors, en effet, toutes s forces agissent de manière à faire coïncider les attractions u'elles exercent sur les mers. Au contraire, les marées sont es moindres possible, quand les quadratures correspondent à l'apogée et à une déclinaison lunaire opposée à celle du soleil, parce que les actions de la lune et du soleil se contrarient, outre que la lune est alors plus éloignée de la terre.

Il est hors de doute que l'atmosphère doit subir l'effet de ces mêmes forces, mais à un bien moindre degré que l'Océan, en raison de la différence de leurs densités respectives. Il doit en résulter un renflement sphéroïdal au point de l'atmosphère le plus attiré par cette force, et une diminution proportionnelle de la pression de l'air sur la surface de la terre. Laplace a fait voir que les conséquences de cet effet sont la production d'un léger courant d'air de l'est à l'ouest et la baisse du baromètre; mais celles qui résultent de ses calculs sont très-faibles, et l'on s'est accordé à n'admettre l'influence lunaire que si elle pouvait ressortir de l'expérience directe. Nous allons examiner ce que cette expérience nous apprend.

Section I.—*Action de la lune sur le baromètre.*

Laplace, voulant vérifier les résultats de ses calculs, chargea d'abord Cotte de calculer la hauteur du baromètre pour chaque position de la lune; mais ce travail était nécessairement imparfait, parce que les termes n'étaient corrigés ni de la température du mercure, ni des effets de la capillarité; il fut repris par Bouvard, qui donna les résultats suivants (1) pour les deux jours qui précèdent et les deux jours qui suivent les syzygies et la quadrature :

	9 heures du matin.	Midi.	3 heures.	Marées diurnes.
	mill.	mill.	mill.	mill.
3	755,941	755,623	755,124	0,817
2	756,205	756,016	755,510	0,695
Syzygies. . .	756,319	755,989	755,396	0,923
2	756,177	755,879	755,445	0,734
3	756,100	755,845	755,377	0,723
3	756,644	756,368	755,718	0,726
2	757,031	756,851	756,403	0,628
Quadratures.	757,057	756,689	756,027	1,030
2	756,370	756,079	755,573	0,797
3	756,438	756,158	755,711	0,727

(1) *Mémoires de l'Académie des Sciences*, t. VII.

Ainsi, nous avons ici une différence sensible entre la hauteur du baromètre aux syzygies et aux quadratures.

	9 heures du matin.	Midi.
	mill.	mill.
Quadratures	757,057	756,689
Syzygies	756,319	755,989
Différence. , . .	0,738	0,700

Nous avons fait un travail encore plus complet en cherchant, pour chaque jour de la révolution synodale, la hauteur de la colonne barométrique, à Paris, à 9 heures du matin, de 1809 à 1841; nous avons obtenu le résultat suivant :

Syzygies.	mill.	Quadratures.	mill.
Nouvelle lune. . . .	756,539	Premier quartier. .	756,133
Pleine lune.	755,689	Dernier quertier . .	756,401
Moyenne. . .	756,114		756,267

Différence des syzygies aux quadratures, 0,153.

Ce résultat semblerait être en contradiction avec les nombres qui ont été trouvés par Bouvard; mais il ne faut qu'y jeter un coup-d'œil pour comprendre que les effets produits par la lune lors de ses deux syzygies ne sont pas égaux entre eux ; il en est de même des effets qu'elle produit lors de ses deux quadratures. Bouvard n'a confondu ces différents effets que parce qu'il ne s'agissait pour lui que de vérifier la seule action attractive de la lune, tandis que cette action paraît produire d'autres résultats qui se manifestent ici. En effet, la différence entre la nouvelle et la pleine lune est de $0^{mill.},850$, et celle entre les quadratures $0^{mill.},268$; ces deux quantités sont plus grandes que la différence qui existe entre les syzygies et les quadratures réunies. Nous allons voir de plus que ce n'est pas aux époques précises de ces points que se trouvent le véritable maximum et le véritable minimum des actions que la lune exerce sur l'atmosphère terrestre. M. Eisenlhor a calculé pour Carlsruhe, mais seulement durant 10 ans, le développement semblable à celui obtenu

pour Paris; il sera curieux de comparer ensemble les deux séries :

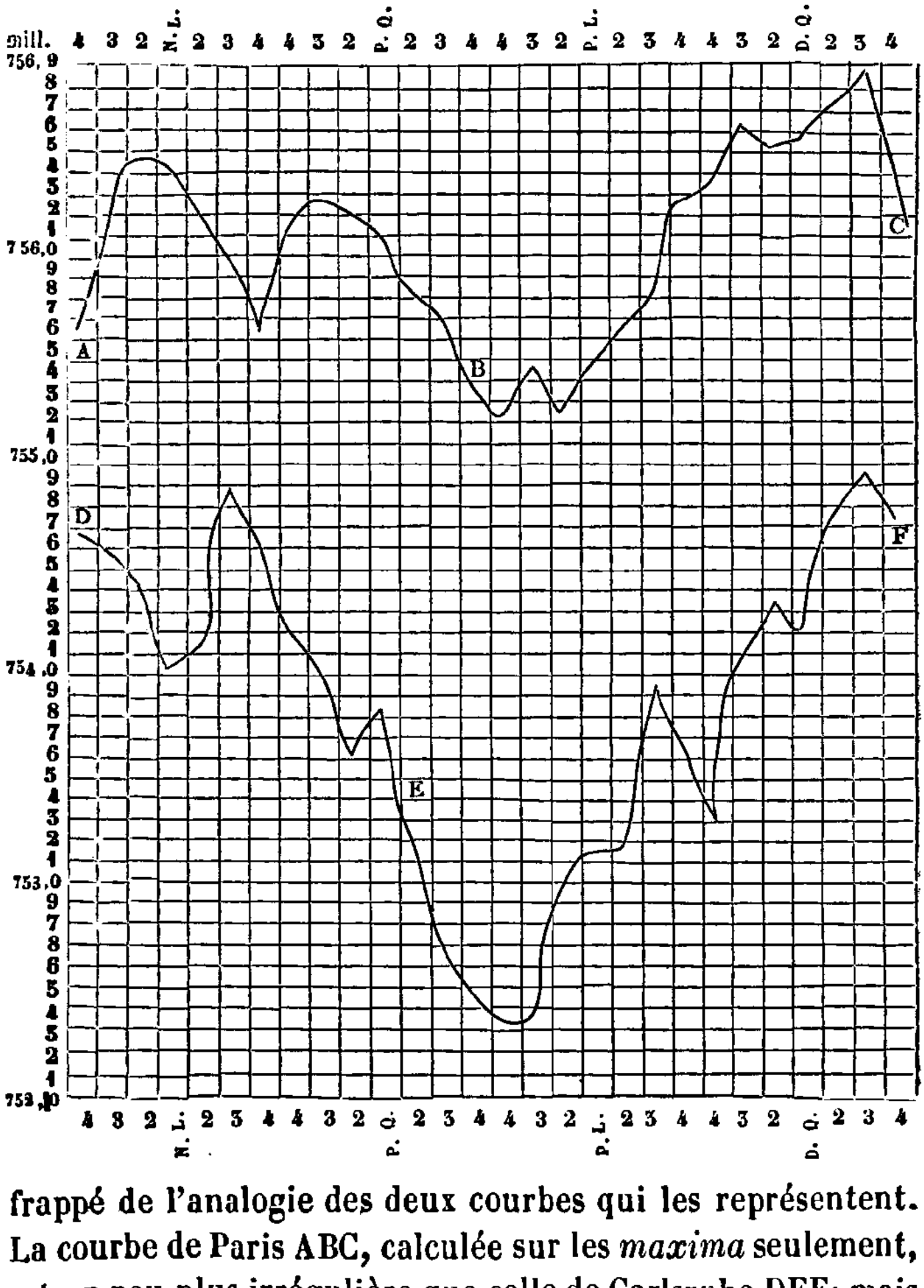
PARIS (1).		CARLSRUHE.	
Jours de la lune.	mill.	Jours de la lune.	mill.
4	755,618	26	754,633
3	755,899	27	754,590
2	756,496	28	754,440
N. L.	756,488	1	754,006
2	756,254	2	754,146
3	755,966	3	754,802
4	755,665	4	754,545
4	755,998	5	754,196
3	756,248	6	754,013
2	756,201	7	753,581
P. Q.	756,174	8	753,769
2	755,713	9	753,087
3	755,648	10	752,687
4	755,323	11	752,459
4	755,181	12	752,350
3	755,499	13	752,380
2	755,179	14	752,997
P. L.	755,757	15	753,094
2	755,641	16	753,094
3	755,718	17	753,914
4	756,249	18	753,547
4	756,280	19	753,297
3	756,541	20	754,119
2	756,453	21	754,324
D. Q.	756,450	22	754,236
2	756,510	23	754,757
3	756,811	24	754,994
4	756,105	25	754,728

En examinant de près ces deux séries, les seules qui aient été calculées complétement jusqu'ici, et surtout la repré-

(1) Après avoir fait l'addition des observations de chaque marée à 9 heures du matin, nous avons voulu éliminer une cause d'erreur, c'est la plus grande élévation du baromètre dans certains mois de l'année ; nous avons donc réduit tous les termes à un mois moyen où l'élévation du baromètre serait de $755^{mill.},882$.

sentation graphique que nous en donnons *fig.* 16, on est

Fig. 16.



frappé de l'analogie des deux courbes qui les représentent. La courbe de Paris ABC, calculée sur les *maxima* seulement, est un peu plus irrégulière que celle de Carlsruhe DEF; mais les irrégularités disparaîtront à mesure que l'on réunira un plus grand nombre d'observations et que l'on fera entrer les observations des *minima* dans le calcul. Les deux courbes présentent deux *maxima* et deux *minima* : le premier

maximum à l'époque de la nouvelle lune, le second vers le dernier quartier. Le premier *maximum*, le moins élevé, précède, à Paris, celui de Carlsruhe; le second, le plus élevé, est simultané dans les deux régions. Quant aux deux *minima*, ils tombent, le premier, entre le dernier quartier et la nouvelle lune, c'est le moins bas et celui qui a le moins de durée; le second, entre le premier quartier et la pleine lune, c'est celui qui descend le plus bas et se prolonge le plus. Le rapprochement de ces courbes ne laisse aucun doute sur le sens de l'action lunaire à l'égard de l'atmosphère. Par leur continuité pendant toute la durée du mois lunaire, ces séries embrassent un beaucoup plus grand nombre de faits que toutes les tentatives isolées que l'on avait faites jusqu'ici. On n'avait pas la même garantie quand on se bornait à comparer deux ou trois de leurs termes ; et en effet il suffirait d'examiner le tableau des opérations qui ont conduit à ces résultats et de calculer les probabilités diverses de chaque colonne, pour reconnaître que, si l'on ne peut fonder aucune certitude sur chacune d'elles prise séparément, quoiqu'elles comprennent chacune pour Paris 480 chiffres, l'accord général de la marche des courbes, soit en montant, soit en descendant, obtenu sur deux points différents et avec les observations d'années différentes (de 1809 à 1841 pour Paris, de 1810 à 1821 pour Carlsruhe), donne les plus fortes probabilités pour établir qu'elles indiquent l'ensemble du véritable mouvement imprimé à l'atmosphère par les phases lunaires. Nous en trouverons bientôt une nouvelle confirmation dans l'analogie profonde de ces courbes et de celles qui indiquent l'influence lunaire sur les pluies. Au reste, l'effet total produit sur le baromètre est bien petit.

Du *maximum* au *minimum* du baromètre, nous avons :

A PARIS.	A CARLSRUHE.
mill.	mill.
756,713	754,994
755,207	752.350
1,506	2,644

La variation diurne du baromètre, étant liée à la position du soleil, se trouve modifiée par différentes causes qui tantôt l'augmentent, tantôt l'affaiblissent, et quelquefois la changent de signe, c'est-à-dire que la hauteur barométrique du matin est alors plus faible que celle du soir. Il était important de rechercher si le mouvement diurne de la lune n'influait pas sur ces modifications, si, en d'autres termes, il n'y avait pas chaque jour une marée haute et une marée basse du baromètre causée par la lune et plus ou moins masquée par la marée thermométrique solaire. C'était une des considérations qui devaient décider si la cause des mouvements barométriques observés était la même que celle des marées de l'Océan, c'est-à-dire l'attraction lunaire. Pour y parvenir, M. Arago (1) a considéré qu'aux syzygies le *maximum* de hauteur barométrique dépendant de l'effet de la marée atmosphérique devait avoir lieu à midi, moment du passage de la lune par le méridien ou l'antiméridien. Cette hauteur croîtra continuellement de 9 heures du matin à midi ; aux quadratures, le *minimum* de hauteur barométrique devra être à 6 heures du matin et 6 heures du soir ; mais, comme on n'a que les observations de 9 heures, on trouvera au moins que le baromètre de 9 heures sera plus élevé que celui de midi : si l'on prend donc la différence entre la hauteur barométrique aux quadratures et aux syzygies et que la lune imprime à l'atmosphère un mouvement semi-diurne, cette différence devra être plus forte aux quadratures qu'aux syzygies. Voici le résultat de cette opération :

	Quadratures.	Syzygies.
9 heures du matin	756,06	756,32
Midi	756,69	755,99
Différence. . .	0,37	0,33

M. Arago fait remarquer que ces deux nombres ne diffè-

(1) *Annuaire de* 1833, p. 176 et suiv.

rent que de $\frac{4}{100}$ de millimètre; quantité évidemment au dessous des erreurs d'observation.

Nous avons tenté cette vérification par un autre procédé; nous avons cherché la hauteur du baromètre, à Paris, aux heures les plus voisines du lever, du coucher et du passage de la lune par le méridien, pendant les années de 1819 à 1828. Nous avons obtenu les chiffres suivants :

Lever de la lune. .	756,185
Coucher de la lune.	755,776
Demi-somme	755,980
Passage au méridien	755,666

Différence entre la hauteur barométrique, la lune étant à l'horizon ou au méridien, 0,314.

La quantité de $\frac{3}{10}$ de millimètre cesse d'être au-dessous des erreurs d'observation. Il paraît donc qu'il y a en effet une marée semi-diurne atmosphérique causée par l'action lunaire.

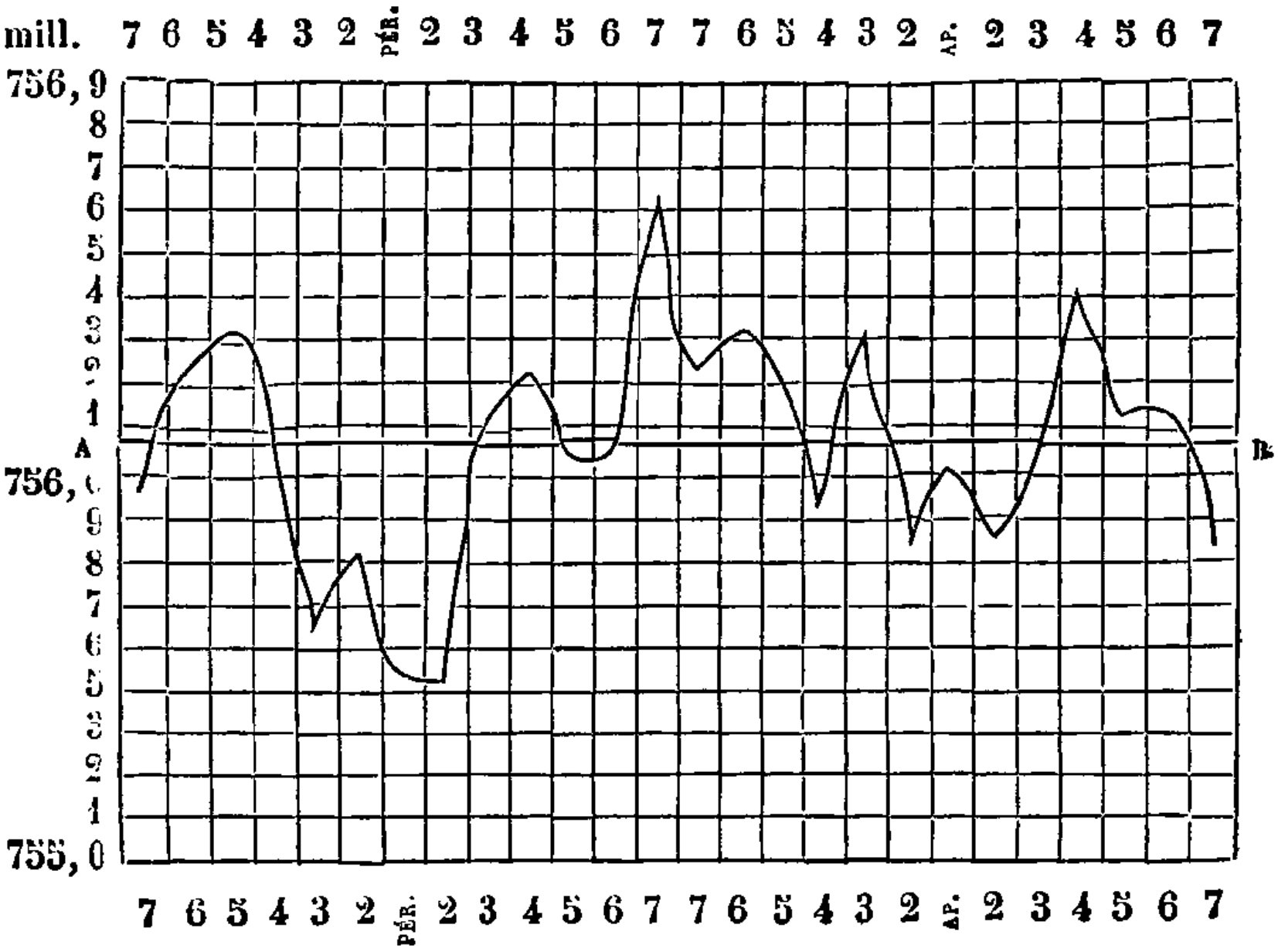
Si nous considérons maintenant l'influence des apsides sur les mouvements du baromètre, nous trouvons les résultats suivants :

Jours.	mill.	Jours.	mill.
7	755,951	7	756,269
6	756,229	6	756,308
5	756,316	5	757,209
4	756,107	4	755,925
3	755,695	3	756,217
2	755,820	2	755,886
Périgée	755,509	Apogée.	756,041
2	755,511	2	755,894
3	756,179	3	756,050
4	756,225	4	756,426
5	756,051	5	756,157
6	756,029	6	756,164
7	756,614	7	755,864
Moyenne	756,018	Moyenne	756,108

En représentant par une courbe (*fig.* 17) ces différents résultats, nous voyons, à travers ses irrégularités, que cette

courbe a son *minimum* d'élévation au périgée ; de là elle se relève par un mouvement brusque, et, au lieu de présenter sa partie la plus convexe à l'apogée, elle la manifeste à la distance moyenne, sans doute parce que le nombre des observations employées est encore trop petit, car d'ailleurs la moyenne des jours voisins de l'apogée est un peu plus forte que celle des jours voisins du périgée, et les hauteurs barométriques inférieures à la moyenne AB durant ces derniers jours descendent beaucoup moins au-dessous de cette moyenne.

Fig. 17.



SECTION II.—*Action de la lune sur les météores.*

§ I.—Hypothèses sur l'influence de la lune sur le temps.

Quand on ne possédait pas encore de nombreuses observations et que celles que l'on avait ne présentaient pas un degré d'exactitude suffisant, on fit en météorologie ce que l'on a fait dans toutes les sciences, on chercha à suppléer aux faits par des hypothèses. Nous ne savons pas trop de quelle nature était l'hypothèse qui fit prévoir à Démocrite

d'Abdère une grande disette d'huile, et lui suggéra une bonne opération de commerce (1); mais depuis longtemps les personnes qui s'occupaient vaguement de météorologie croyaient que le retour des saisons semblables était lié à certaines périodes déterminées par les révolutions lunaires. Cotte s'attacha, avec une grande obstination, d'après le conseil de Grandjean-de-Fouchy, à rechercher si les mêmes températures et les mêmes résultats météoriques revenaient tous les 19 ans, période sur laquelle Lambert (2) et Lalande avaient déja appelé l'attention, et après laquelle les phases de la lune coïncident de nouveau aux mêmes jours solaires. Ses nombreuses recherches sont consignées dans ses Mémoires sur la météorologie (3), dans le *Journal de Physique* et dans les Mémoires de la Société d'Agriculture de la Seine; mais quelques rencontres remarquables sont mêlées à un si grand nombre de résultats contraires, qu'il est impossible d'attacher aucune confiance à une hypothèse condamnée d'ailleurs par le raisonnement, car le retour des phases aux mêmes jours n'entraîne pas le retour des apsides dont nous avons plus haut signalé l'influence. Le même sort a frappé plusieurs autres périodes que l'on a tour à tour préconisées, et dont quelques-unes dépassent, par leur durée, le temps le plus éloigné pour lequel nous possédons des observations (4).

Toaldo, possesseur d'une longue série de faits recueillis à Padoue, fut le premier qui chercha à porter quelque méthode dans les recherches météorologiques. Son essai de météorologie, couronné en 1774 par l'académie de Montpellier, porta l'attention publique sur sa théorie des points lunaires; mais il suffit de lire son ouvrage pour se convaincre de tout

(1) Pline, lib. XVIII.
(2) *Acta helvetica*, t. II.
(3) T. I, p. 101 et suiv.
(4) Voir, dans l'*Annuaire du Bureau des longitudes* pour 1833, p. 196 et suiv., l'excellente dissertation de M. Arago.

ce que ses calculs ont d'arbitraire. Il s'occupa, non d'un météore déterminé, mais des changements de temps; et cette expression est si vague, il est si vrai de dire que chaque jour, comparé au jour précédent, présente un changement de temps, que l'on ne voit pas où l'on pourrait s'arrêter pour arriver à des résultats exacts. M. Arago a si bien discuté ce travail (1), que nous croyons inutile de nous y arrêter davantage.

Quand l'illustre secrétaire perpétuel de l'Académie publia cette notice, les cendres de Lamarck étaient à peine refroidies, et il ne voulut pas juger avec sévérité les tentatives que ce savant avait faites pour prouver que le caractère météorologique du temps se modifiait selon les déclinaisons de la lune, et donner ce qu'il appelait les constitutions lunaires. Lamarck admettait que, pendant les déclinaisons boréales, les vents étaient méridionaux, le temps pluvieux et le baromètre bas, et qu'au contraire les vents avaient plus de tendance à souffler du nord, le temps à être beau et le baromètre à s'élever, pendant les déclinaisons australes de la lune (2). Il publia pendant plusieurs années un annuaire météorologique, dans lequel il prédisait le temps de l'année suivante d'après son hypothèse; les échecs successifs qu'éprouvèrent ses prédictions ne tardèrent pas à le rendre plus circonspect, et, ne cessant de compliquer son premier principe de nouveaux éléments qu'il avait d'abord négligés, il arriva enfin dans son dernier annuaire, celui pour l'an XIV de la république, à une complication telle, que la formule qui serait résultée de ses dernières idées n'était pas autre que celle des marées. Cotte avait eu la patience de vérifier, pendant un grand nombre d'années, l'hypothèse de Lamarck (3), et il y renonça à la vue du grand nombre de

(1) *Annuaires du Bureau des longitudes* pour 1827 et 1833.
(2) *Annuaires météorologiques.*
(3) *Journal de physique*, de 1800 à 1804.

résultats négatifs auxquels elle le conduisait. Nous verrons plus loin ce qu'elle avait de vrai.

Après ces tentatives si arbitraires, on en vint enfin à des essais plus positifs; on ne rechercha plus seulement des faits trop généraux et trop vaguement définis, comme les changements de temps, mais on s'adressa à des faits bien définis, bien caractérisés. En 1777, Poitevin trouva pour Montpellier les nombres de jours de pluie suivants, tirés de 10 années d'observations :

	Nombres de jours de pluie.
Pour 100 jours de nouvelle lune.	25
— premier quartier	14
— pleine lune	20
— dernier quartier	25

D'après les observations de Mourgues, Cotte avait trouvé pour les vents du même lieu les directions suivantes, qui résultent d'ailleurs de la formule de Lambert :

Nouvelle lune	67° 9′
Premier quartier.	25 4
Pleine lune.	69 55
Dernier quartier	22 56

Ainsi, le maximum des pluies avait eu lieu à la nouvelle lune et au dernier quartier avec des vents se rapprochant de l'est, le minimum au premier quartier et à la nouvelle lune avec des vents se rapprochant du nord.

Selon Cotte (1), l'influence lunaire sur la pluie et sur les vents était la suivante à Montmorency :

	Nombres de jours de pluie.	Direction des vents.
Pour 100 jours de nouvelle lune	29	12° 26
— premier quartier.	28	18 44
— pleine lune.	39	7 13
— dernier quartier.	31	111 21
— lunistaire boréale	32	18 37
— lunistaire australe	35	72 3
— équinoxe ascendant . . .	33	319 5
— équinoxe descendant. . .	30	19 27
— apogée	33	19 28
— périgée	36	351 58

(1) *Mémoires sur la météorologie*, t. I. p. 120.

Pilgram a trouvé pour Vienne en Autriche les résultats suivants :

	Nombres de jours de pluie.
Pour 100 jours de nouvelle lune	26
— pleine lune . . . . . ,	29
— moyenne des deux quartiers. .	25
(Il n'a pas séparé les deux quadratures.)	
— périgée.	36
— apogée.	20

Schübler avait fait un travail plus sérieux et plus complet sur les observations de Stuttgard et d'Augsbourg, continuées pendant 28 ans. Il trouva les chiffres ci-après :

	Nombres de jours de pluie.	Pluies moyennes par an. mill.
Pour 1000 jours de nouvelle lune	306	42,15
— premier octant.	306	
— premier quartier.	325	39,05
— deuxième octant. (maximum).	341	42,44
— pleine lune	337	39,20
— troisième octant	313	
— dernier quartier. (minimum).	284	31,02
— quatrième octant.	290	
Les sept jours les plus voisins du périgée . .	1169	
Les sept jours les plus voisins de l'apogée. .	1096	

Avant de donner le détail de nos calculs, voici quelques-uns de nos résultats que nous pouvons comparer à ceux de Schübler :

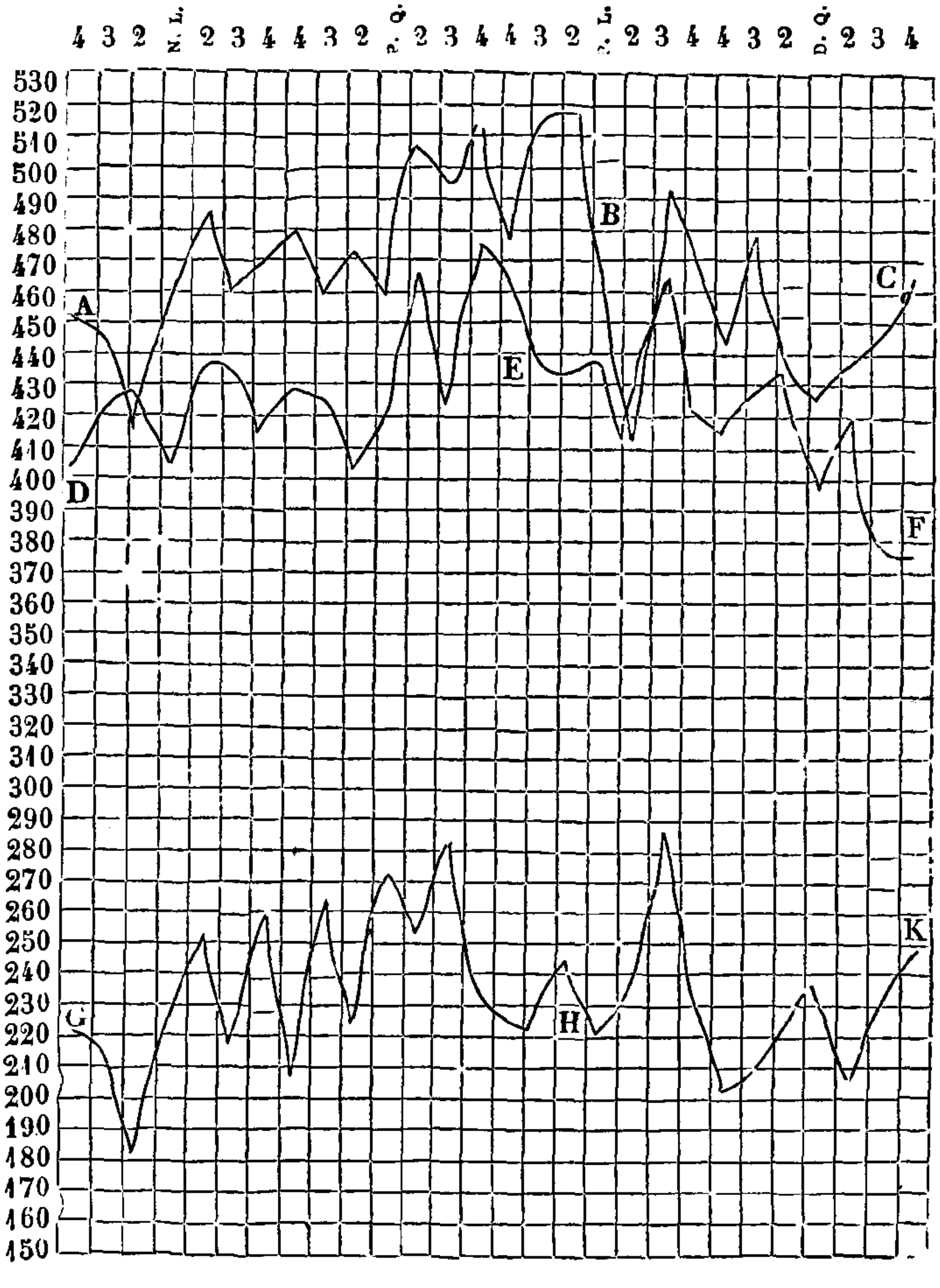
	Nombres de jours de pluie.	
	Paris.	Orange.
Pour 1000 jours de nouvelle lune	402	226
— premier octant.	427	209
— premier quartier.	418	273 (maximum)
— deuxième octant.	467 (maximum)	230
— pleine lune.	439	221
— troisième octant.	426	204 (minimum)
— dernier quartier.	391	233
— quatrième octant.	376 (minimum)	221
Les sept jours les plus voisins du périgée . .		1809
Les sept jours les plus voisins de l'apogée. .		1798

On se ferait la plus fausse idée de la marche des pluies en la jugeant sur des tableaux aussi incomplets : nous voyons bien ici les maxima d'Augsbourg et de Paris coïncider sur le 2e octant, les minima arriver au dernier quartier ou au 4e octant ; nous comprenons bien comment les effets lunaires sont très-différents dans le climat de Provence où les pluies procèdent d'autres vents ; mais les chiffres isolés ne peuvent suppléer à ceux qui doivent les relier entièrement et manifester l'identité de la cause qui agit dans tous les cas. Il n'en est pas de même de ceux que nous allons présenter dans le tableau suivant que nous avons calculé pour Paris et Orange, en y rappelant les nombres trouvés pour Carlsruhe par M. Eisenlhor. Sur mille observations de chacun des jours des phases, on trouve :

	JOURS PLUVIEUX.		
Désignation des jours.	Paris.	Carlsruhe.	Orange.
4	406	452	221
3	422	446	220
2	425	418	188
N.L.	402	463	226
2	436	489	252
3	432	471	220
4	414	433	260
4	427	482	209
3	426	460	263
2	404	471	223
P. Q,	418	460	273
2	469	509	259
3	426	495	282
4	477	515	239
4	467	473	230
3	435	515	224
2	432	517	245
P. L.	439	464	221
2	418	418	233
3	468	493	288
4	422	471	236
4	413	441	204
3	429	479	207
2	435	436	224
D. Q.	391	426	233
2	418	436	213
3	378	446	232
4	377	465	248

Les nombreuses irrégularités que présentent les trois courbes ABC, de Paris, DEF de Carlsruhe, GHK d'Orange

Fig. 18.



(*fig.* 18) figurant géométriquement la fréquence relative des pluies pour chaque jour lunaire, l'espèce d'hésitation qu'elles témoignent, ne peuvent cependant masquer l'uniformité de leur tendance tenant à la même cause, l'influence de la lune.

Le résultat actuel du tableau nous montre que, pendant l'intervalle qui s'écoule entre le 4e jour après la nouvelle lune et le 4e jour après la pleine lune, il tombe :

A Paris	612 pluies,
A Carlsruhe	674
A Orange	342

Et du 4e jour avant le dernier quartier au 4e jour avant le premier quartier :

A Paris	578
A Carlsruhe	630
A Orange	315

On voit dans les trois colonnes le nombre des jours de pluie s'élever graduellement jusque dans les jours qui suivent le premier quartier, témoigner par un dernier et court effort de l'effet de la pleine lune, et s'abaisser ensuite sur le dernier quartier. Il faudra un beaucoup plus grand nombre d'années pour que la véritable influence des phases soit dégagée de toutes les causes secondaires qui tendent à la dissimuler ; pour que les apsides et les déclinaisons aient agi également sur tous les termes, et enfin pour que les changements locaux de température, l'action des foyers de chaleur et des réfrigérants n'aient pas pesé plus puissamment sur certaines périodes, et que cette cause ait été éliminée par la multiplication des observations.

On conçoit aussi comment l'influence de la lune sur les pluies est à grand'peine aperçue dans des pays comme Paris et Carlsruhe, où le jour moyen a encore plus de 40 pour 100 de probabilité de pluie, et où le maximum d'effet de l'influence n'augmente cette probabilité que d'un quart. A Orange, où la probabilité moyenne n'est que de 25, mais où, dans certains mois, elle peut se porter à 50, cette influence est très-bien reconnue, et il en est de même dans les pays méridionaux, où les pluies sont rares. L'influence de la lune y est une croyance commune ; dans les autres contrées, elle est souvent regardée comme un préjugé.

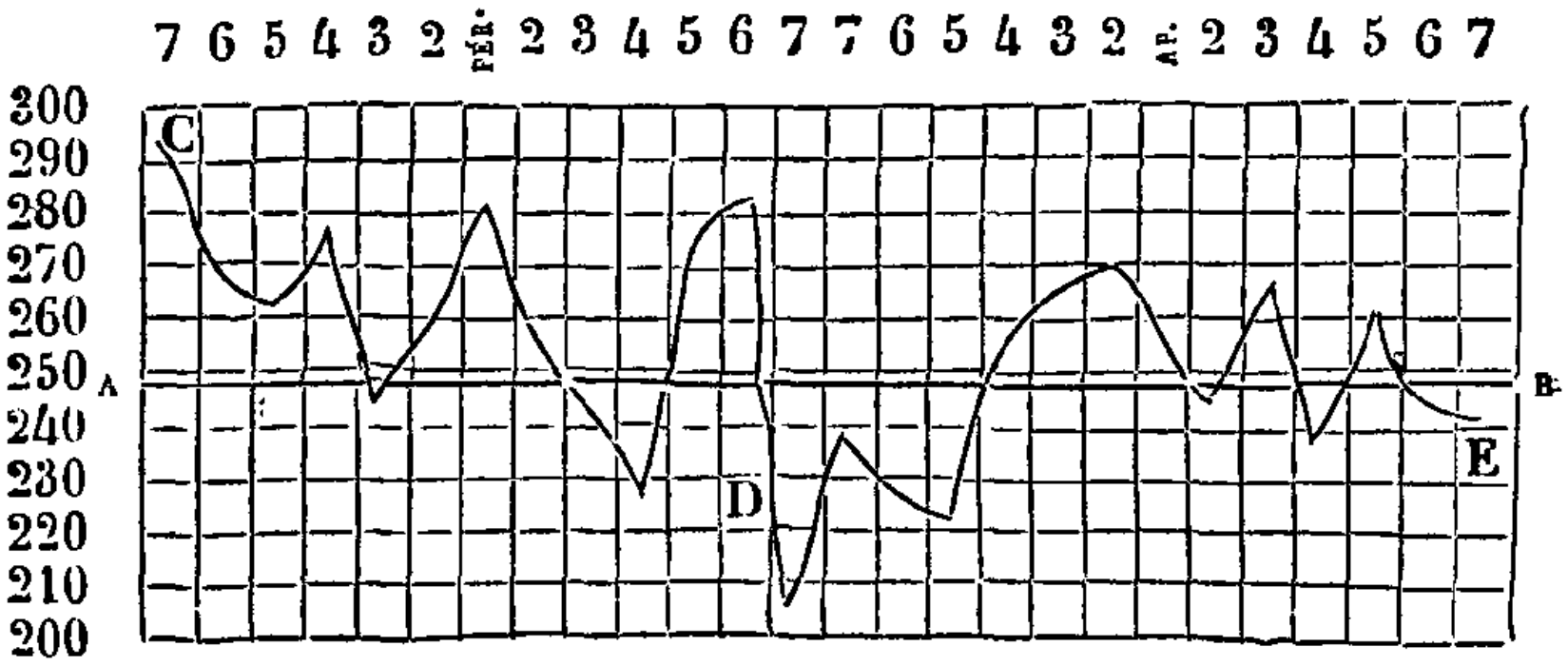
§ 2.—De l'influence de la distance de la lune à la terre sur la production des pluies.

L'influence de la distance de la lune à la terre, relativement à la production des pluies, a été aussi le sujet de nos recherches; elles nous ont donné le résultat suivant pour Orange et Paris; les chiffres de Paris résultent des observations de 1761 à 1841 :

Nombres de jours pluvieux sur 1000 *de chacun des jours de la révolution anomalistique de la lune.*

Apsides.	Paris.	Orange.	Apsides.	Paris.	Orange.
7	396	291	7	411	237
6	416	266	6	412	228
5	401	263	5	403	221
4	395	277	4	407	256
3	421	247	3	419	265
2	441	269	2	414	270
Périgée.	435	284	Apogée.	425	255
2	433	259	2	400	249
3	418	245	3	406	264
4	411	226	4	386	239
5	413	277	5	395	260
6	379	283	6	392	248
7	379	206	7	378	244
Sommes . .	5338	3393		5248	3236
Moyennes .	411	261		404	249

Fig. 19.



La courbe CDE (*fig.* 19) qui indique le degré de pluviosité de chaque jour de la révolution anomalistique à Orange est analogue à celle que nous avons obtenue pour le baromètre ; elle doit nous convaincre que la même cause agit sur le mercure et sur les dispositions de l'atmosphère à produire la pluie. Dans le voisinage du périgée, le nombre des jours pluvieux est le plus grand ; 9 jours sur 14 qui se trouvent dans le voisinage du périgée ont des pluies plus nombreuses que les pluies moyennes, et 6 seulement dans le voisinage de l'apogée surpassent la moyenne AB.

Avant de quitter ce sujet, nous avons voulu rechercher quelle pouvait être la base sur laquelle Lamarck avait fondé ses opinions relativement à l'effet des déclinaisons boréales et australes de la lune sur le temps; nous avons été conduit à former le tableau suivant :

Nombres de pluies sur 1000 *de chacun des jours de la révolution synodique de la lune.*

	Pour l'année.		Avril à septembre.		Octobre à mars.	
	Paris.	Orange.	Paris.	Orange.	Paris.	Orange.
Équinoxe boréal.	406	211	369	183	442	239
2	403	246	387	232	418	260
3	435	271	417	261	452	281
4	406	236	433	261	378	210
5	374	262	353	294	395	229
6	405	219	383	235	427	202
7	430	275	405	255	455	295
8	475	283	467	267	482	299
9	444	290	420	294	468	286
10	430	238	390	244	470	231
11	429	279	413	259	445	298
12	430	261	447	257	412	265
13	450	272	437	266	462	277
14	419	250	390	258	447	241
Sommes	5,936	3,593	5,711	3,566	6,153	3,613
Moyennes . . .	424	257	408	255	440	258

	Pour l'année.		Avril à septembre.		Octobre à mars.	
	Paris.	Orange.	Paris.	Orange.	Paris.	Orange.
Équinoxe austral.	412	250	403	241	420	258
2	437	213	407	210	467	217
3	436	224	432	213	440	236
4	435	255	392	302	477	208
5	451	223	443	236	458	210
6	441	233	418	242	463	223
7	435	267	448	298	422	237
8	385	253	385	226	385	277
9	425	247	395	223	455	274
10	439	269	425	238	452	299
11	441	306	460	317	422	294
12	438	266	457	293	418	238
13	420	262	387	257	453	233
14	471	230	407	225	535	238
Sommes	6,066	3,498	5,859	3,521	6,267	3,442
Moyennes . . .	434	250	419	251	448	246

A prendre l'ensemble de l'année, le nombre moyen des pluies de chaque jour est, à Paris, de 429 sur 1000 jours.

Les déclinaisons boréales nous donnent 8 jours sur 14 au-dessus de la moyenne;
Les déclinaisons australes . . . . . 10 jours sur 14.

Une différence si petite peut tenir à l'erreur des tables qui ne comprennent pas un assez grand nombre d'années (1803 à 1841).

Mais le soleil étant pendant six mois dans ses déclinaisons boréales, et six autres mois dans ses déclinaisons australes, il fallait rechercher aussi ce que la concordance ou la discordance des déclinaisons lunaires pouvait produire. Le tableau ci-dessus nous le montre, et nous y voyons que d'avril en septembre la moyenne des nombres des pluies étant de 419 sur 1000 :

Les déclinaisons boréales nous donnent 7 jours sur 14 au-dessus de la moyenne;
Les déclinaisons australes. . . . . 6 jours sur 14.

D'octobre en mars, la moyenne des nombres des pluies étant de 444 sur 1000,

Les déclinaisons boréales nous donnent 8 jours sur 14 au-dessus de la moyenne ;
Les déclinaisons australes. . . . . 8 jours sur 14.

A Orange, l'effet est plus marqué : d'avril à septembre, la moyenne des nombres des pluies étant de 253 sur 1000,

Les déclinaisons boréales nous donnent 10 jours sur 14 au-dessus de la moyenne ;
Les déclinaisons australes. . . . . 5 jours sur 14.

D'octobre en mars, la moyenne des nombres des pluies étant de 252,

Les déclinaisons boréales nous donnent 8 jours sur 14 au-dessus de la moyenne ;
Les déclinaisons australes. . . . . 5 jours sur 14.

Ainsi, l'effet des déclinaisons, comme tous les autres effets lunaires, se trouve plus marqué dans les régions méditerranéennes. Les pluies plus fréquentes dans les déclinaisons boréales que dans les déclinaisons australes, le sont d'autant plus que le soleil se trouve dans des signes boréaux en même temps que la lune.

SECTION III.—*Des influences de la lune sur la végétation.*

Nous pouvons maintenant réduire à leur juste valeur les idées que l'on s'est formées à l'égard de l'influence que l'on supposait à la lune sur la végétation. Elles consistent principalement dans la croyance que le bois des arbres qui sont abattus en lune croissante, c'est-à-dire de la nouvelle à la pleine lune, ne se conserve pas, qu'il est sujet à être piqué des vers, ou à être atteint de la pourriture humide ou sèche ; qu'il faut semer et planter en lune décroissante, si l'on veut avoir des végétaux qui portent des fruits, et en lune croissante, si l'on désire qu'ils prennent un grand développement

herbacé ou légumineux; qu'il faut choisir le temps de la pleine lune pour récolter le grain que l'on veut vendre, car pendant la période de la lune croissante le grain augmente de grosseur ; que si, au contraire, on se propose de le garder, la moisson doit avoir lieu au temps de la nouvelle lune, parce qu'alors les grains plus secs sont moins sujets à la corruption (Pline); enfin, que le vin qui dans sa fermentation embrasse deux lunes différentes n'est jamais de bonne qualité et reste constamment trouble. Nous allons examiner ces différentes assertions.

§ I.—Époques lunaires de la coupe des bois.

Les forestiers les plus habiles sont divisés sur la question de l'influence que peut exercer l'époque lunaire sur la coupe des bois; mais on peut dire que l'opinion de ceux qui soutiennent l'affirmative est à l'état de préjugé, comme celle de leurs contradicteurs est fondée uniquement sur le dédain d'une croyance populaire. Parmi les artistes et les ouvriers qui emploient le bois, la croyance aux effets de la lune est beaucoup plus générale, mais elle n'est pas mieux fondée; pour eux tout bois qui se détériore a été coupé en mauvaise lune. Il semblerait cependant que les écoles forestières auraient dû depuis longtemps aborder le problème de front et chercher à établir la vérité; car si cette influence avait quelque chose de fondé, il s'ensuivrait que, les coupes ayant lieu au hasard, la moitié des bois, selon toute probabilité, serait soumise à une cause constante de détérioration.

Pourquoi tant de savants n'ont-ils pas tenté cette recherche? Pourquoi laissent-ils planer le doute et l'incertitude sur une question qu'il serait si intéressant d'éclaircir? C'est, il faut le dire, qu'ils n'osent pas affronter le ridicule et avoir l'air d'ajouter la moindre foi à une croyance populaire; qu'ils croient se montrer *esprits forts* en la dédaignant. Ne voyons-nous pas avec quelle liberté vraiment digne d'un savant

M. Arago n'a pas craint de la discuter, encourageant ainsi par son exemple ceux qui ne peuvent pas s'abriter sous une si haute réputation, à l'aborder franchement par la voie expérimentale ?

Mais déjà un des hommes les plus illustres qui se soient occupés de physiologie végétale, Duhamel, n'avait pas dédaigné d'examiner ce qu'il y avait de vrai dans cette opinion. Nous lui devons les seules expériences directes qui aient été tentées, et, quelque insuffisantes qu'elles soient pour conduire à la solution du problème, nous devons les citer comme un exemple à suivre et comme un renseignement utile, puisqu'elles peuvent au moins faire naître le doute, si elles ne peuvent forcer la conviction.

Duhamel n'embrassa pas la question dans sa généralité; il se borna à rechercher si, pour être bons, les bois devaient être abattus au décours de la lune, c'est-à-dire après que la lune avait passé son plein (1). Il commença par examiner l'effet des saisons sur la coupe des bois, et il dut conclure qu'ils avaient tous la même force, soit qu'ils fussent coupés en hiver, en été, au printemps ou en automne, pourvu qu'ils fussent tous ramenés au même point de dessiccation. Ce point écarté, il pesa des morceaux de bois de chêne d'un égal volume, coupés les uns en lune croissante, les autres en lune décroissante; voici les résultats qu'il obtint :

I^re^ EXPÉRIENCE.—*Bois coupé en décembre.*

	kilogr.
En lune croissante.	80,961
En lune décroissante.	78,392
Différence.	2,569

II^e^ EXPÉRIENCE.—*Bois coupé en janvier.*

En lune croissante.	80,915
En lune décroissante.	77,554
Différence.	3,361

(1) *De l'exploitation des bois*, t. I, p. 374 et suiv

III^e^ EXPÉRIENCE.—*Bois coupé en février.*

	kilog.
En lune croissante.	80,319
En lune décroissante.	69,948
Différence.	10,371

IV^e^ EXPÉRIENCE.—*Bois coupé en novembre.*

En lune croissante.	80,089
En lune décroissante.	75,194
Différence.	4,895

Ainsi, sous un égal volume, le bois de chêne a pesé toujours à peu près le même poids, quand il a été coupé en lune croissante; mais son poids a été très-différent, quand il a été coupé en lune décroissante, de novembre à février; il est arrivé à son maximum de poids en janvier, et à son minimum en février, dans l'année où se sont faites les expériences.

Le maximum de différence de poids entre le bois coupé à ces deux époques tombe donc au mois de février, où elle est de 0,125 du poids du bois le plus pesant; le minimum en janvier, où elle est de 0,031 de ce poids. C'est donc, à ces deux époques, 12,5 pour cent de parties aqueuses additionnelles que le bois coupé en lune décroissante renferme de plus que le bois coupé en lune croissante. Duhamel a soin de dire que l'on ne peut supposer que ces quatre coupes aient été faites dans des temps également défavorables. Si des expériences nouvelles étaient faites sur une plus grande échelle et qu'elles vinssent confirmer avec la même constance le fait que les siennes mettent en lumière, il y aurait donc lieu de tenir grand compte dans la végétation de l'influence lunaire dans ces deux périodes de sa révolution.

La seconde série d'expériences de Duhamel eut lieu sur des barreaux de bois de chêne d'égal volume. Après les avoir

pesés, il les exposait pendant quatre ans sous des hangars humides, et après ce temps il examinait l'état où ils se trouvaient.

Ire Expérience.—*Bois abattu en décembre.*

En lune décroissante.

	kilogr.	Etat des échantillons.
Poids à l'abatage . . .	19,839	1er. Aubier échauffé.
Poids après 4 ans. . .	15,357	2e. *Idem*
Perte	4,482	3e. Assez bon.

En lune croissante.

Poids à l'abatage . . .	19,824	1er. Bon.
Poids après 4 ans. . .	15,663	2e. Aubier échauffé.
Perte.	4,161	3e. *Idem.*

IIe Expérience.—*Bois abattu en janvier.*

En lune décroissante.

Poids à l'abatage . . .	19,473	1er. Aubier piqué.
Poids après 4 ans. . .	14,317	2e. Aubier vermoulu.
Perte	5,156	3e. Point d'aubier.

En lune croissante.

Poids à l'abatage . . .	20,436	1er. Bon aubier.
Poids après 4 ans. . .	14,929	2e. *Idem.*
Perte.	5,507	3e. Point d'aubier.

IIIe Expérience.—*Bois abattu en février.*

En lune décroissante.

Poids à l'abatage. . .	17,942	1er. Bon bois.
Poids après 4 ans. . .	14,318	2e. Aubier vermoulu.
Perte	3,624	3e. *Idem.*

En lune croissante.

Poids à l'abatage . . .	19,855	1er. Bon aubier.
Poids après 4 ans. . .	14,502	2e. *Idem.*
Perte.	5,353	3e. *Idem.*

IVe Expérience.—*Bois abattu en novembre.*

En lune décroissante.

	kilogr.	Etat des échantillons.
Poids à l'abatage . . .	18,738	1er. Aubier vermoulu.
Poids après 4 ans . . .	13,951	2e. Point d'aubier.
Perte.	4,787	3e. Aubier en poussière.

En lune croissante.

Poids à l'abatage . . .	20,436	1er. Point d'aubier.
Poids après 4 ans . . .	14,960	2e. Bon aubier.
Perte.	5,476	3e. *Idem.*

Ces dernières expériences tendraient donc à prouver, contre l'opinion commune, que le bois devrait être abattu en lune croissante, et non quand elle est en décours. Les bois coupés dans la première époque ont conservé plus de poids sous le même volume après quatre ans d'exposition sous un hangar, et se sont montrés moins sujets à l'altération et à la piqûre des vers. « Reste à savoir, dit Duhamel, si la lune favoriserait la propagation des insectes, et si son influence peut disposer les bois à les recevoir et à les entretenir. » Mais il est facile de voir que, dans le premier cas, les bois coupés étaient imprégnés de moins de sève, qu'ils ont dû par conséquent perdre moins dans la dessiccation ; que, d'un autre côté, les insectes pullulent d'autant plus facilement que le bois est plus humide et plus ramolli.

Sur seize expériences que nous avons rapprochées d'après Duhamel, il n'y en a qu'une de discordante, celle du mois de janvier de la 2e série. Cet accord est déjà une forte probabilité en faveur de l'opinion que la lune a une influence manifeste sur la marche de la sève et sur son abondance relative aux deux époques du mois lunaire. Quel est l'état des météores à ces deux époques? D'après les tableaux que nous avons donnés plus haut, on a vu que le nombre des pluies était plus grand pendant la croissance de la lune que

pendant son décours ; or, sans admettre l'influence directe de cet astre sur la sève, on pourrait conjecturer que la terre étant depuis la pleine lune jusqu'au 1er octant (4e jour après la nouvelle lune) dans un état de sécheresse relative, si l'on coupe le bois entre la nouvelle lune et la pleine lune, la pluie qui tombe plus abondamment alors n'aura pas encore eu le temps d'imbiber le bois, qui se trouve dans son plus grand état de sécheresse, et qu'au contraire, coupé après la pleine lune, il a reçu toute l'humidité superflue provenant de la période de pluie qui précède de quatre jours, et suit le premier quartier jusqu'à l'époque de la pleine lune.

Mais, nous le répétons, c'est trop s'arrêter en ce moment sur des expériences qui ne peuvent décider la question. Il en faut de plus nombreuses, de plus variées, soit par rapport aux saisons, soit par rapport aux essences des bois ; il faut que ceux qui les feront tiennent grand compte des circonstances météorologiques et de l'état d'humidité du sol au moment de la coupe. Il faut qu'aussitôt l'arbre abattu les bois soient ramenés à un état de sécheresse absolue, pour comparer exactement la quantité de sève qu'ils contiennent ; il faut comparer un grand nombre d'échantillons pris sur le même terrain et sur des terrains différents. La question, enfin posée et dégagée de tous les scrupules et de toutes les entraves morales qui pouvaient faire hésiter les forestiers instruits, ne doit pas tarder à être résolue ; et, en le faisant, on arrivera à un résultat toujours utile, soit qu'il conduise à nier ou à affirmer l'influence de la lune sur la végétation.

§ II.—Époques lunaires des semis et des plantations.

Si l'on parcourt les auteurs anciens pour y chercher les traces des nombreuses opinions répandues sur les rapports des lunaisons avec le succès des récoltes de végétaux semés ou plantés sous leur influence, on trouvera les contradictions les plus choquantes et les complications les plus grandes.

A les en croire, la lune produirait un effet spécial et distinct sur chaque plante. C'est ainsi que Pline prescrit de semer les fèves à la pleine lune, et les lentilles à la nouvelle. Plus tard cependant toutes ces règles diverses se sont fondues en une seule, et il y a encore bien des vieux partisans de l'opinion que les semis et les plantations doivent être faites en lune décroissante s'il s'agit de végétaux destinés à porter du fruit, et en lune croissante pour ceux dont on n'exige qu'un grand développement ligneux ou herbacé. Au Brésil, M. Auguste Saint-Hilaire rapporte que l'on a soin de planter au décours de la lune tous les végétaux à racines alimentaires, les caras, les patates, les ignames, et en lune croissante la canne à sucre, le maïs, les haricots. M. Arago a fait justice (1) de la théorie qui cherchait à attribuer quelque effet à l'addition de chaleur apportée pendant la nuit à l'atmosphère par la lune qui n'a pas encore atteint son plein, et qui alors se trouve sur l'horizon. On sait que l'on n'est pas parvenu à prouver que la chaleur transmise par cet astre fut de $\frac{1}{20000}$ de degré centigrade. De nouvelles expériences viennent d'être tentées à Naples, pour chercher les effets photométriques de la lune; ceux-ci ne peuvent être niés, puisque M. Daguerre a obtenu sur ses plaques une image de la lune; mais cette image est très-faible, et les résultats des essais tentés à Naples ne peuvent être admis, ayant été obtenus au moyen d'écrans qui, en dérobant la lumière de la lune à une partie des plantes que l'on voulait comparer à celles qui la recevaient, se trouvaient par là même soustraites à l'effet bien mieux constaté et bien plus énergique du rayonnement céleste, auquel les autres plantes étaient soumises. La théorie ne nous offre donc encore aucune donnée sur laquelle on puisse baser une telle opinion.

Resterait l'expérience directe, mais celle-ci n'a pas été tentée d'une manière régulière, et nous n'avons pu y sup-

(1) *Annuaire de* 1833, p. 223.

pléer que par le témoignage d'un praticien justement célèbre, La Quintinye, le directeur des jardins de Louis XIV. Cet homme, né et élevé au milieu des vieux partisans de l'influence lunaire, soumit ce préjugé général non à une expérimentation régulière, mais à une observation constante. Voici ce qu'il nous dit dans son ouvrage (1) : « Je proteste de bonne foi que, pendant plus de trente ans, j'ai eu des applications infinies pour remarquer au vrai si toutes les lunaisons devaient être de quelque considération en jardinage, mais qu'au bout du compte tout ce que j'ai appris par ces observations longues et fréquentes, exactes et sincères, a été que ces décours (de la lune) ne sont que de vieux discours de jardiniers malhabiles... Greffez en quelque temps que ce soit, pourvu que vous le fassiez adroitement et dans les saisons propres à la greffe, et sur des sujets convenables à chaque sorte de fruits, et qu'enfin le plant soit bon et bien disposé, en sorte qu'il n'ait ni trop de sève ni trop peu, vous réussirez certainement... Et tout de même, semez et plantez toute sorte de graines et de plantes en quelque quartier de la lune que ce soit, je vous réponds d'un égal succès, pourvu que votre terre soit bonne, bien préparée, que vos plantes et semences ne soient pas défectueuses et que la saison ne s'y oppose pas. Le premier jour de la lune comme le dernier seront également favorables à cet égard... »

La longue expérience de La Quintinye a été confirmée depuis par la pratique de nos meilleurs jardiniers. Soit que l'esprit sceptique se soit aussi glissé parmi eux, soit que la nécessité de serrer la trame de leurs travaux multipliés leur ait fait négliger les préceptes de leurs pères, nos maraîchers ne s'inquiètent plus depuis longtemps des effets de la lune, et il serait impossible que, si elle en avait de favorables et de funestes, on n'eût pas fini par remarquer les époques lunaires qui produisent tant de bien ou tant de mal. Nous

(1) *Instruction pour les jardins fruitiers*, in-4, t. II, p. 355.

croyons qu'on est encore un peu plus scrupuleux pour la taille et pour la greffe dans un grand nombre de vergers et de pépinières; mais le nombre de ceux qui ont secoué le joug du préjugé lunaire est assez grand pour que la comparaison de leurs revers avec le succès de ceux qui s'y soumettent encore eût dû les éclairer, s'ils avaient fait fausse route. On peut donc affirmer qu'il s'est fait une grande et complète expérience : d'un côté, une assez grande masse d'arboriculteurs ont continué à se soumettre aux règles anciennes; de l'autre, un nombre non moins grand les a abandonnées, et les résultats ont été heureux de part et d'autre. La question nous paraît donc jugée en ce moment, et voici en quels termes nous croyons que le jugement pourrait être formulé.

Le moment à choisir pour semer, planter et greffer ne saurait être indifférent; il est indiqué par l'état du terrain et celui des plantes. On ne peut planter et semer quand la terre est trop imbibée d'eau; il faut qu'elle soit dans un état moyen de sécheresse. Cet état moyen peut se trouver dans toutes les positions de la lune; car, si nous avons noté un effet marqué des phases sur la chute de la pluie, comme les phases ne gouvernent pas seules le temps, leur résultat n'est pas simple, et subit chaque année des modifications. Celui qui calculerait seulement, pour effectuer ses semis et ses plantations, sur la marche des phases, serait donc fréquemment trompé, tandis que celui qui consulterait l'état actuel du sol ne serait pas exposé à l'être. Mais nous avons vu plus haut que le plus grand nombre des pluies tombe en lune croissante, de la nouvelle à la pleine lune : c'est donc au commencement de la lune décroissante que la terre se trouvera habituellement dans son état de plus grande humidité, et, quelques jours après, dans son état d'humidité moyenne. Il arrivera donc le plus souvent que l'homme qui consultera la lune plantera, selon le précepte ancien, en lune décroissante, de même que celui qui consultera l'état du sol. Il ar-

rivera aussi, moins souvent sans doute, mais assez fréquemment encore, que le jardinier qui aura l'habitude de planter en décours se trouvera dans une année où les influences lunaires modifiées lui donneront un terrain peu favorablement disposé, et qu'alors il ne se rencontrera plus avec celui qui n'aura consulté que l'état du terrain. Mais ne pensons pas cependant que, pour obéir à la règle, le premier sèmera et plantera dans un sol desséché ou trop humide: non, il n'en fera rien; mais il aura perdu le moment favorable, et aura renvoyé d'un mois peut-être un semis ou une plantation qui souffrira de ce retard.

Nous dirons donc aux hommes les plus prévenus en faveur des influences lunaires : Ou vous pensez que ces influences résident principalement dans les modifications qu'elles impriment à l'atmosphère et par contre-coup à la végétation, et alors simplifiez votre tâche; adressez-vous aux résultats sans chercher à remonter aux causes; consultez l'état du terrain pour planter et semer; il se trouvera le plus souvent d'accord avec vos principes, mais quelquefois il en différera, parce que les influences lunaires elles-mêmes sont plus compliquées que vous ne le pensez; mais, dans l'un et l'autre cas, vous arriverez au but que vous vous proposez: ou bien vous croyez que l'influence lunaire se fait sentir sur les organes du végétal lui-même, sur la marche occulte de la sève, etc.; mais alors votre opinion manque de bases expérimentales, et ne peut être prise en considération que quand vous aurez pu lui en donner. On est encore à se demander comment l'expérience pourrait avoir prise sur une semblable question. Pour éliminer toutes les autres causes, pour obtenir l'effet lunaire séparé de celui de la température, de l'humidité du terrain et de l'air, il faudrait de telles complications de procédés, qu'on n'ose presque y songer; et certes les contradictions des anciens préceptes horticoles ne nous disposent pas à les regarder comme les résultats d'analyses si délicates.

§ III.—Influence des époques lunaires sur les récoltes.

Pline nous conseille de choisir le temps de la pleine lune pour récolter le blé destiné à la vente; car, dit-il, pendant la période de la lune croissante, le grain augmente considérablement de grosseur; que si, au contraire, on veut le conserver, il faut moissonner en temps de pleine lune ou au moins en temps de décours.

Si nous appelons croissance de la lune le temps qui s'écoule du 4e jour avant le premier quartier au 4e jour après la pleine lune, et décours celui qui est compris du 4e jour avant le dernier quartier au 4e jour après la nouvelle lune, nous avons vu que l'on a, pour mille jours de chacune de ces deux périodes, les nombres de pluies suivants :

	PARIS.	ORANGE.
Lune croissante.	612,8	342,5
Décours de la lune	577,8	314,8
Ces nombres sont entre eux comme. .	100 : 96	100 : 92

Prise sur la totalité de l'année, la différence est peu considérable; mais on voit qu'elle tend à augmenter à mesure qu'on avance vers les pays méridionaux.

La récolte des blés se fait, à Paris, en juillet ou au commencement d'août ; à Orange, à la fin de juin. Si nous prenons donc les mêmes rapports pour le mois de juillet à Paris, et pour celui de juin à Orange, nous aurons ;

	PARIS.	ORANGE.
Lune croissante.	663	389
Décours	643	305
Ces nombres sont entre eux comme. .	100 : 97	100 : 78

Conçoit-on maintenant comment une pareille opinion, très-indifférente pour les cultivateurs du nord de la France, cesse de l'être pour ceux du midi, comment elle peut l'être bien moins encore en Sicile, en Algérie? Les pluies qui tombent à Paris, en lune croissante et décroissante sont,

dans cette saison, un peu plus près de l'égalité que dans le reste de l'année ; à Orange, il pleut en lune décroissante le quart moins de fois qu'en lune croissante, pendant le mois de juin. Pline pouvait recommander, à ceux qui voulaient obtenir du blé renflé par l'humidité, de choisir pour la moisson l'époque de la pleine lune, qui suit celle des plus grandes probabilités de pluie; mais il devait conseiller d'attendre la nouvelle lune, qui suit la plus grande probabilité de sécheresse, si l'on voulait récolter un grain sec et susceptible d'être conservé.

Les très-petits propriétaires peuvent sans doute faire quelques combinaisons de ce genre, réglées non pas toujours sur la lune, mais sur l'état hygrométrique du grain ; il n'en est pas ainsi dès qu'il s'agit d'une propriété un peu étendue. On est dominé alors par des motifs plus pressants : celui de proportionner le temps pendant lequel la moisson peut être transportée et renfermée au nombre d'ouvriers dont on dispose. Toutes les autres considérations sont secondaires auprès de celle-là.

§ IV.—Influence des époques lunaires sur les vendanges.

Ce que nous venons de dire des moissons s'applique aussi aux vendanges. Quoique le raisin puisse dépasser sans grand inconvénient l'époque de sa maturité, qu'on puisse en reculer la récolte, et qu'ainsi le cercle des travaux soit moins resserré que pour les céréales, il y a cependant un terme que l'on ne peut franchir sans s'exposer à la pourriture qui résulte des pluies d'automne précoces. D'ailleurs, dans les grandes exploitations, où la vendange doit durer plusieurs semaines, on ne peut se livrer à des calculs minutieux sur les époques lunaires. En admettant même que ces calculs fussent fondés, ils pourraient convenir tout au plus aux très-petites propriétés.

Il est donc bien rare aussi que dans les grands vignobles

on puisse s'assujettir à renfermer la fermentation dans l'espace d'une seule lunaison. Cependant la règle indiquée peut être justifiée, si l'on remarque que les jours qui suivent la nouvelle lune sont ceux où il y a le plus de probabilité pour des vents du nord froids, et pour un abaissement de température qui pourrait retarder et même interrompre la fermentation commencée.

Quoi qu'il en soit, on voit que toutes les prescriptions ayant pour base l'influence des lunaisons sur les travaux rustiques sont loin d'être dépourvues de vérité. Elles tirent leur origine d'observations réelles, mais incomplètes, de la marche des saisons dans les pays qui avoisinent la Méditerranée. Mais dans ces pays mêmes, les chances qu'elles donnent sont loin d'avoir toute la valeur qu'on leur a attribuée, et elles mettraient souvent en défaut celui qui y attacherait une entière confiance. C'est sous ces réserves que l'on peut affirmer qu'il n'est pas impossible de s'en servir, et que nous avons dû nous borner à faire pressentir l'usage limité que l'on en peut faire.

Ici se termine la tâche que nous nous sommes imposée pour relier la météorologie à l'agriculture. La matière est loin d'être épuisée, tous les problèmes sont loin d'être résolus. Un avenir prochain nous prépare une riche moisson de faits. L'impulsion donnée, il y a quarante ans, par M. de Humboldt, est loin d'être arrêtée; les observateurs deviennent chaque jour plus nombreux, plus zélés, plus instruits; chaque jour ils sentent davantage le besoin de s'attacher aux questions essentielles pour la pratique des arts, et bientôt les matériaux seront assez abondants pour que l'on puisse résoudre plusieurs des problèmes que nous n'osons pas encore aborder. Ce n'est pas sans doute aux simples cultivateurs, qui ont besoin de repos après le travail, que nous demandons de s'associer à ces recherches ; mais nous faisons appel aux propriétaires intelligents, qui sentent la nécessité de surveiller et même de diriger leur agriculture ; ils

n'éprouvent que trop souvent, dans l'emploi de leur journée, des vides qu'ils cherchent à remplir par une agitation sans but, par la chasse, la pêche, les plaisirs importés de la ville. Ils seront toujours sûrs de trouver une douce et utile occupation dans les observations météorologiques, dans leur comparaison avec celles des autres lieux et des autres temps; et en charmant leurs loisirs, ils prépareront l'époque où la météorologie acquerra la certitude qui lui manque, et où les conjectures de la météorognosie deviendront des probabilités.

D'un autre côté, nous désirons que ce livre puisse appeler l'attention des physiciens qui font de la météorologie une sérieuse occupation. En ajoutant un bien petit nombre de colonnes à leurs tableaux, un bien petit nombre de minutes à celles qu'ils consacrent à leurs observations, ils pourront rendre de véritables services à la climatologie botanique et agricole, et nous osons espérer qu'ils prêteront à l'agriculture un concours qui lui a déjà été si utile.

ARCHITECTURE RURALE.

AVANT-PROPOS.

Le cadre de ce cours ne comporte pas une étude développée de la science des constructions. Toutefois il ne nous est pas permis de négliger l'examen des principes qui devront guider les agriculteurs sur l'établissement des bâtiments nécessaires à l'exploitation de leurs terres. De tout temps les agronomes ont attaché avec raison un grand prix à cet examen. Des auteurs anglais portent au quart, et même, dans certains cas, au tiers du prix de fermage, la différence résultant d'une bonne ou d'une mauvaise disposition des bâtiments d'exploitation.

La France est positivement arriérée sous ce rapport; la stabilité de la propriété en Angleterre a permis de proportionner sur beaucoup de points les bâtiments à l'exploitation, et de présenter ainsi des constructions rurales dans lesquelles on ne trouve ni excès ni défaut. En France, au contraire, par suite des divisions et des mutations continuelles des propriétés, une ferme bien construite et bien proportionnée est une exception. Il est ordinaire de rencontrer des bâtiments de ferme extrêmement vastes, convenables autrefois pour l'exploitation d'un domaine étendu, et qui, affectés maintenant à une propriété réduite, obligent le possesseur à un entretien hors de proportion avec ses revenus, ou présentent l'image de l'abandon et du désordre, et contribuent quelquefois même à les créer. Il n'est pas rare non plus de voir des domaines considérables dont la création ou l'exploitation est récente, et qui ne présentent pour abri que de mi-

sérables masures dont l'insuffisance et l'aspect écartent les fermiers honnêtes et sérieux.

Les causes de l'infériorité de la France résidant dans sa législation et agissant constamment, on pourrait en conclure que cette infériorité est sans remède; c'est notre avis, si l'on parle d'une manière absolue. Il est certain que, dans les acquisitions de *biens-fonds*, on est disposé à faire entrer pour bien peu la valeur des bâtiments de ferme ; que par suite, dans la préoccupation d'une vente possible et probable, on est peu disposé à employer à des constructions une dépense dont on n'a soi-même tenu aucun compte; mais il n'en est pas moins certain qu'il y a d'immenses améliorations à faire. Et d'abord l'instabilité dont nous avons parlé n'est pas sans de nombreuses exceptions; il est un grand nombre de propriétaires qui conservent et transmettent dans leur intégrité leurs propriétés rurales : à ceux-là la connaissance des véritables principes de l'architecture rurale est indispensable; ils y trouveront des indications pour établir de nouvelles constructions là où les bâtiments manquent; pour profiter des bâtiments existants, soit en les réduisant, soit en les augmentant, soit en changeant leur distribution; pour en faciliter les abords et pour donner ainsi à leur exploitation ce juste équilibre qui est à la fois profitable et agréable. Quant aux possesseurs de la partie flottante de la propriété, ils pourront aussi quelquefois, en se pénétrant de ces principes, avec un capital bien faible, diminuer leurs dépenses, augmenter par là le revenu, et parvenir peut-être à rendre à leurs propriétés la stabilité qu'elles ont perdue.

Ce n'est donc pas une œuvre inutile, même en ne considérant que la France, d'exposer les principes qui doivent guider les propriétaires dans la disposition et la construction des bâtiments ruraux; nous parlerons d'abord de la disposition des lieux sous les deux rapports principaux, l'emplacement et la distribution; la construction fera le sujet de la seconde partie de cette division du Cours d'agriculture.

PREMIÈRE PARTIE.

DISPOSITION DES BATIMENTS RURAUX.

CHAPITRE I.

Emplacement.

§ I.—De la salubrité.

La première condition dans le choix d'un emplacement est la salubrité. Il est même un assez grand nombre de cas où il devient nécessaire de séparer entièrement les bâtiments d'exploitation du domaine : c'est là une condition fâcheuse, mais à laquelle le propriétaire doit savoir se soumettre ; ainsi dans les pays de mauvais air, où règnent soit des fièvres endémiques d'une mauvaise nature, soit des fièvres pernicieuses, il ne faut pas hésiter, si à proximité il se trouve un emplacement salubre, à en faire le siége de l'exploitation. Il résultera certainement de cette disposition du temps perdu, mais qui ne peut être mis en balance avec la vie des hommes. Assurément il y a une limite à ce sacrifice, mais on n'est que trop porté à la réduire outre mesure ; cette tendance fâcheuse tient à ce que les propriétaires cherchent toujours à exagérer leur capital ; ils ne veulent pas considérer que l'insalubrité doit nécessairement réduire sa valeur. L'assimilation entre ces terres et des terres de même qualité placées dans un pays salubre n'est possible qu'autant qu'on

tient compte soit du danger auquel les cultivateurs sont exposés, soit des mesures nécessaires pour l'atténuer.

C'est cette considération qui doit fixer la limite du sacrifice ; cette limite ne peut pas se déterminer sur-le-champ par la différence du prix de ferme ; les habitudes prises, l'insouciance, quelquefois surprenante, des cultivateurs, leur feront d'abord probablement tenir très-peu de compte des avantages qu'on leur aura procurés : mais bientôt la réputation de la ferme s'établira, et le propriétaire se trouvera amplement payé de ses sacrifices par la facilité d'affermer, par l'élévation des baux, par l'augmentation du capital, et par des sentiments plus relevés de satisfaction, dont il faut aussi savoir tenir compte.

Néanmoins, quand cette limite est dépassée, il y a deux partis à prendre : si l'air est trop pernicieux, comme dans certains cantons de la Sardaigne, de la Corse, de l'Italie, c'est dans le changement de culture même qu'il faut trouver le remède au mal. On doit modifier la culture de manière à ce que les travaux se fassent et les produits se recueillent dans les saisons où le danger est le moindre, et que les produits puissent, en raison de leur valeur, supporter les frais d'un transport considérable. Les constructions agricoles ne consistent plus alors qu'en abris passagers.

Si, au contraire, l'air n'est pas assez mauvais pour empêcher l'habitation, il faut au moins en combattre les effets par tous les moyens connus; interposer un rideau d'arbres entre les bâtiments et les marécages, placer toutes les ouvertures du côté opposé aux sources du mauvais air, s'asseoir aussi près que possible des eaux courantes, s'il y en a à proximité, garantir les issues par des châssis, voûter les appartements et donner de l'épaisseur aux murs pour éviter les variations de température, et par suite la précipitation des miasmes, enfin prendre toutes les précautions hygiéniques recommandées tant pour les hommes que pour les animaux, et dont l'énumération sortirait de notre sujet.

§ II.—De l'humidité du sol.

Toutes les causes qui peuvent affecter la santé générale des hommes et des animaux, et la conservation des récoltes, doivent être pesées chacune en raison de son importance quand il s'agit du choix d'un emplacement. L'humidité du sol est un des inconvénients les plus graves ; souvent elle affecte les animaux plus que ne ferait le mauvais air. Quand elle est inévitable, l'art offre des moyens pour la combattre, et nous parlerons de ces moyens dans la seconde partie de cette division du cours ; mais, en général, il est facile de trouver dans une propriété un emplacement à l'abri de l'humidité. Ces emplacements sont, du reste, ceux sur lesquels la construction est d'ordinaire la plus économique, car les sols humides présentent des difficultés de fondations qu'on ne surmonte que par une augmentation de dépense. Ainsi on doit éviter les fonds de tourbe ou de glaise, dont la présence indique la stagnation des eaux ; on doit éviter aussi les sous-sols argileux, car leur imperméabilité cause une humidité constante à l'endroit de leur contact avec les terrains perméables. Les coupes naturelles du terrain dans les chemins creux, dans les fossés, dans les éboulis, la disposition générale du pays ou l'inclinaison des couches, la végétation spontanée elle-même, sont des indices précieux que le propriétaire ne saurait examiner avec trop de soin pour fixer ses idées sur la sécheresse d'un emplacement.

§ III.—De l'exposition.

L'exposition a aussi une grande influence sur la santé générale des habitants de la ferme ; nous en avons déjà parlé au sujet des pays de mauvais air ; nous avons à traiter cette question d'une manière générale. En principe, et sauf de rares exceptions, la meilleure exposition pour l'homme est

aussi la meilleure pour les animaux domestiques et pour la conservation des denrées; mais comme il est difficile, sans des développements fâcheux sous d'autres rapports et notamment sous celui de la dépense, de donner à tous les bâtiments d'une ferme la même exposition, il faut poser une limite à l'application du principe, et se contenter de se rapprocher le plus possible des expositions reconnues les plus avantageuses dans le pays où l'on construit.

En général, dans les latitudes tempérées, l'exposition du midi est de beaucoup la meilleure. Nous en avons donné les raisons dans l'Agrologie (exposition des terrains); à cette exposition, les variations de température sont plus graduées. On y passe moins rapidement du *minimum* au *maximum* qu'aux expositions de l'est et de l'ouest, et personne n'ignore que la variation brusque des températures est une des sources les plus ordinaires des maladies qui affectent l'homme et les animaux tout aussi bien que les plantes, en altérant les fonctions respiratoires.

L'exposition nord, quoique froide, ne présente certainement pas les inconvénients de celle du couchant et du levant, et nous ne craignons pas d'affirmer que l'orientation sud pour les terrains, en les supposant légèrement inclinés, et l'orientation sud et nord pour les bâtiments doivent être préférées en général. Il est bien entendu que dans l'orientation sud et nord les ouvertures principales doivent être placées au sud.

Si la disposition du terrain s'oppose à ce choix rationnel, on doit préférer les inclinaisons qui passent du sud au nord par l'est, à celles qui passent du sud au nord par l'ouest, et on doit tâcher de corriger le défaut d'exposition du terrain par l'orientation du bâtiment et des ouvertures, ce qui sera facile et peu dispendieux si l'inclinaison des terrains est faible, ce que l'on doit rechercher avec soin, car une forte inclinaison est en général une source d'incommodités et de dépenses.

§ IV.—De l'élévation au-dessus du sol.

Malgré toutes ces précautions, on ne garantirait pas encore complétement les bâtiments de la ferme de l'humidité, si on n'avait soin de leur donner une légère élévation au-dessus du terrain naturel. On peut, pour le logement du fermier, porter cette élévation à 50 centimètres. Pour la cour et les bâtiments d'exploitation, on doit se contenter d'une surélévation de 25 centimètres. Cette précaution indispensable, et malheureusement trop négligée, n'entraîne pas d'augmentation sensible dans la dépense, en permettant d'utiliser les remblais qui proviennent des fouilles pour l'exhaussement du sol et de la ferme. Tous les agriculteurs comprendront du reste quel avantage leur donne cet exhaussement pour faciliter l'écoulement des eaux ménagères et autres.

§ V.—Des plantations d'arbres.

La disposition des ombrages aux abords de la ferme exerce aussi une influence marquée sur la santé et la sûreté de ses habitants. Nous ne pensons pas qu'il convienne en général de placer les arbres à trop grande proximité des constructions et dans toutes les directions; ils gêneraient la circulation de l'air et l'action bienfaisante du soleil, contribueraient ainsi à rendre humides les bâtiments, et particulièrement les greniers, par l'effet des feuilles accumulées sur les toits. Mais il n'en est pas moins certain que dans chaque localité telle ou telle direction du vent affecte, d'une manière fâcheuse, pendant toute la durée de son action, la santé des colons, des animaux d'exploitation, provoque la fermentation des grains et accélère la corruption des provisions de la ferme. Quelle que soit la cause à laquelle on puisse attribuer ces effets, il est positif que l'interposition d'un massif d'arbres, dans la direction du vent, a des effets salutaires et

peut présenter, dans d'autres circonstances, des abris, un ombrage et de précieuses ressources. En ménageant dans le massif des arbres à tige élevée, on prévient en outre, en partie, le danger de la foudre, et cette considération n'est pas sans importance. Enfin l'agrément de l'aspect du corps de ferme doit aussi être mis en ligne de compte, et il gagne beaucoup à cette disposition. Il est un autre genre de plantations que les conditions particulières du climat peuvent rendre utile : ce sont celles qui sont destinées à préserver les bâtiments de l'action des vents qui, sans être insalubres, affectent désagréablement les habitants de la ferme en hiver par leur violence et leur température, et occasionnent quelquefois des maladies inflammatoires, particulièrement dans l'espèce ovine. Ces abris, qui sont nécessairement formés d'arbres verts, ont toutefois des effets fâcheux en empêchant la circulation de l'air en été, et l'exagération de leur emploi a ordinairement plus d'inconvénients que d'avantages. Nous pensons qu'il vaut mieux atténuer les effets du vent par l'épaisseur des murs qui font face au nord, par l'aménagement des ouvertures, par les bonnes fermetures, et au besoin par les fermetures doubles. Nous n'entendons pas néanmoins proscrire l'usage de ces abris, d'autant mieux qu'il est toujours facile de les supprimer dès qu'on s'aperçoit que les inconvénients surpassent les avantages.

§ VI.—De la configuration du domaine.

De toutes les questions que soulève le choix de l'emplacement d'un bâtiment de ferme, la salubrité est de beaucoup la plus grave. Mais cette condition satisfaite, il en est beaucoup d'autres auxquelles il est important de pourvoir et qu'il est ordinairement facile de concilier avec elle. La position des bâtiments relativement aux terrains de la ferme est généralement considérée comme étant fort grave. Cette position est déterminée par la condition de donner le *minimum*

de fatigue pour le service des terres et la rentrée des produits. En supposant un domaine horizontal, et dont les terres sont homogènes, cette position est le centre de figure du domaine. Elle varie dans les terrains inclinés par la considération que les poids les plus lourds sont tantôt ceux de sortie, tantôt ceux de rentrée : l'emplacement de la ferme devrait être placé, dans le premier cas, en amont du centre de figure, dans le second cas en aval ; cette position devrait descendre encore si, comme il arrive ordinairement, les terrains les plus élevés étaient d'un produit moindre que ceux qui occupent le bas du domaine, et demandaient ainsi moins de charrois de toute nature. En général, à notre avis, entre de certaines limites, la question n'a pas toute l'importance qu'on lui attribue ; elle est dominée par la disposition des chemins ruraux, la forme des terres, qu'il est souvent essentiel de ne pas altérer, la possibilité de se procurer des eaux pérennes pour le service de la ferme, la proximité de chemins publics en bon état, qui facilitent les transports et rendent moins lourde la charge de l'entretien qu'un propriétaire soigneux ne manque pas de s'imposer ; néanmoins il convient de déterminer, dès à présent, l'influence de la position géométrique de la ferme.

Supposons, pour plus de simplicité, une ligne sur laquelle les transports doivent être également distribués ; en représentant les transports par des poids, et les distances de transports par des bras de levier, les forces de traction nécessaires aux transports ruraux seront exprimées par la somme des moments des différents points de la ligne par rapport au point qu'on aura choisi pour centre d'exploitation. Si le centre d'exploitation est placé au milieu de la ligne, la somme des moments est exprimée par la masse m des transports, multipliée par le quart de la longueur l de la ligne, soit $\frac{ml}{4}$. Si le centre d'exploitation est à une extrémité de la ligne, cette somme est exprimée par $\frac{ml}{2}$.

Ainsi la somme des transports effectués entre la ferme et les différents points du domaine peut varier du simple au double, suivant l'emplacement de la ferme : apprécions-en l'importance. Dans un domaine exploité par l'assolement triennal avec jachères, la quantité des transports de la ferme aux champs et réciproquement est annuellement de neuf voitures à deux colliers par hectare.

La formule du prix des transports est :

$$x = \frac{P\ (2\ D + d)}{l \times c}$$

x exprimant le prix de transport d'un mètre cube;

D la distance de la ferme au lieu de chargement;

P le prix du tombereau à deux colliers, dans les usages du pays;

d l'espace que parcourrait le chariot s'il se mouvait pendant le temps perdu au chargement et au déchargement;

l le parcours journalier d'une charrette marchant sans interruption;

c le cube du chargement.

Posons :

$$P = 7 \text{ fr.}$$
$$d = 800^{m}$$
$$l = 36000$$
$$c = 0^{m.c.},8$$

ce qui est une condition assez ordinaire en France. Si nous supposons que la longueur totale du domaine soit égale à 2000 mètres, les conditions les plus favorables, celles dans lesquelles les bâtiments d'exploitation seront au centre, donneront $D = \frac{2000}{4}$, et alors nous trouvons pour le prix du transport du mètre cube 44 centimes, et 35 centimes pour le prix d'un seul voyage du chargement de 0.8 mètre cube.

Si les bâtiments d'exploitation sont situés dans la partie la

plus défavorable, c'est-à-dire à l'une des extrémités du domaine, on a $D = \frac{2000}{2} = 1000$, et nous trouvons, par notre formule, toutes choses égales d'ailleurs, pour la limite supérieure du prix des transports, $x = 68$ cent.; le prix d'un voyage est donc de 68 cent. $\times 0^m.80$ ou de 54 cent.: la différence entre les deux limites est donc de 19 cent. par voyage, et, pour les neuf voyages par hectare, de 1 fr. 71 c.

Si le domaine est de 100 hectares, la perte peut donc aller à 171 fr. par an, pour les transports. Il faut compter en outre le temps perdu soit par les hommes, soit par les animaux, pour se rendre aux cultures, et qu'il est facile d'évaluer en journées. Les journées de cheval, pour les cultures d'un domaine de cent hectares, sont de 400; un excès de distance moyenne de 500^m, pour l'aller et le retour, représente 15 minutes de perte par journée; on perdra donc, pour les 400 journées, 10 journées d'animaux à 3 fr. 50 c., soit 35 fr. Quant aux journées d'hommes, le nombre en est de 800 environ : la perte est donc de 20 journées d'hommes, soit 40 fr.

La perte totale due au mauvais emplacement de la ferme peut donc, pour une ferme de 100 hectares exploitée par l'assolement triennal avec jachères. s'exprimer de la manière suivante :

Pertes sur les transports.	171 fr.
Pertes sur les journées de bêtes de trait. . .	35
Pertes sur les journées d'hommes	40
Total.	246

Ce qui représente un capital de 5,000 fr.

Si l'emplacement ne s'écarte pas du centre de figure de plus du quart de la plus grande dimension, ou de l'axe principal du domaine, la somme des moments est exprimée par $\frac{ml}{5}$ et cette perte se réduit à moitié; nous osons dire, dans

ce cas, que, tout en tenant compte de la position géométrique, on doit la faire céder ou la modifier en raison des circonstances accessoires qui ont une grande importance pour la ferme.

§ VII.—Des chemins d'exploitation.

Dans le choix de l'emplacement d'une ferme, il importe d'avoir égard à la disposition des chemins d'exploitation et, par suite, à la forme des terres. Quand les chemins existants sont fortement en déblai ou en remblai, on s'exposerait à une dépense très-lourde en voulant changer leur position, surtout en raison du nivellement des terres dans les nouvelles formes qu'elles affecteraient par suite de ce changement. Il faut donc alors les conserver et rejeter les emplacements qui forceraient à en altérer notablement le système. Néanmoins il faut avoir soin de ne pas s'exagérer les conséquences d'un changement, car il arrive souvent qu'il est avantageux à l'exploitation, surtout s'il tend à substituer, sans trop de frais, un parcours facile à des communications mauvaises en tout temps et impraticables pendant une partie de l'année. Dans ce cas, les calculs établis plus haut pour le coût des transports ne sauraient plus être admis, la dépense pouvant, par le mauvais état des communications, devenir le triple de ce qu'elle devait être, et affecter les revenus du domaine d'une manière beaucoup plus forte que ne le feraient soit la position géométrique de la ferme, soit la dépense capitale d'établissement et l'entretien d'un bon système de chemins d'exploitation. Il est vrai que l'énorme quantité de journées perdues dans la plupart des propriétés rurales rend moins sensibles les imperfections de viabilité; mais c'est là un système vicieux et qu'on doit tendre incessamment à modifier. Toutes les journées des habitants de la ferme doivent être employées soit dans la ferme, soit au dehors; et des pertes dans les transports d'exploitation, qui peuvent aller à 90 journées de voiture à deux colliers avec leur con-

ducteur, pour une ferme de 100 hectares, doivent être considérées comme des pertes sèches, et évaluées en argent au prix courant des journées, ce qui, en France, monte annuellement à plus de 600 fr. On conçoit donc combien il importe d'avoir égard à la distribution des chemins d'exploitation, quand il s'agit du choix d'un emplacement, puisque tous les transports doivent partir de la ferme et y aboutir, et combien il est utile par conséquent de se placer près d'une voie de grande communication, s'il s'en trouve par bonheur une qui traverse ou longe la propriété sur une assez grande étendue.

§ VIII.—De la proximité des cours d'eau et du forage des puits.

On doit prendre en très-grande considération la possibilité d'avoir des eaux salubres et abondantes pour les besoins des hommes et des bestiaux, pour l'arrosement du potager, pour la confection des fumiers, et pour tous les différents usages de la ferme; la meilleure condition est celle où l'on peut amener les eaux, par une simple dérivation, au niveau de l'emplacement choisi; il est rare, quand cette heureuse circonstance peut se rencontrer, que la commodité qui en résulte ne paie pas amplement les dépenses d'amenée.

S'il est impossible de satisfaire à cette condition, et c'est malheureusement le cas le plus ordinaire, on doit au moins s'assurer s'il est possible d'établir des puits pérennes sans frais trop considérables : nous avons conseillé plus haut d'éviter, pour l'emplacement des constructions, les sous-sols argileux, à cause de l'humidité qu'ils entretiennent; mais on doit considérer que ce sont ceux qui offrent le plus de chances de donner des puits pérennes; on peut concilier ces deux conditions en ayant soin, ce qui est souvent facile, de choisir un point où la profondeur du sous-sol soit supérieure à celle des maçonneries de fondation des bâtiments; bien qu'il résulte de cette profondeur des frais plus considérables

pour l'établissement des puits et pour l'extraction de l'eau, on doit considérer que la profondeur elle-même est une garantie de l'alimentation, et qu'il est important pour la ferme de pouvoir établir des caves pour son service et la conservation de certaines denrées, sans craindre de les voir noyées. Une profondeur de 5 mètres est très-convenable, et nous conseillons, avant toute décision sur le choix d'un emplacement, de s'assurer par la sonde de la condition du terrain sous ce rapport, quand il est impossible d'amener des eaux courantes.

A défaut de puits pérennes de surface, il est souvent possible d'y suppléer par des puits artésiens ; l'expérience des voisins, et à défaut la constitution géologique du pays, doivent être prises en considération. Au besoin, on procédera à un sondage avant de rien arrêter.

Enfin, si le sol ne présente nulle part les conditions favorables à l'alimentation de la ferme, il est évident que les constructions peuvent sans inconvénient être placées dans l'un des points les plus déprimés, et on suppléera par un puits profond au vice de la perméabilité du sol.

§ IX.—Résumé.

Les différentes conditions qui doivent guider le propriétaire dans le choix d'un emplacement peuvent se résumer ainsi qu'il suit :

SALUBRITÉ PAR RAPPORT A L'AIR.

1° Exposition au midi ;
2° Voisinage des eaux courantes ;
3° Plantations interposées entre les bâtiments et les vents chauds et humides ;
4° Abri du côté du nord, exceptionnellement ;
5° Épaisseur des murs, appartements voûtés ;

6° Exposition opposée à la source des miasmes dans les pays de mauvais air ;
7° Séparation des bâtiments du fonds, dans les pays de mauvais air.

SALUBRITÉ PAR RAPPORT A L'HUMIDITÉ.

1° Terrain incliné légèrement au sud ;
2° Exposition au midi ou sud-est ;
3° Sous-sol perméable ;
4° Élévation du rez-de-chaussée au-dessus du terrain naturel ;
5° Espacement des plantations.

POSITION PAR RAPPORT A L'EXPLOITATION.

1° Position voisine du centre de gravité des transports ;
2° Proximité d'un bon chemin central d'exploitation ;
3° Possibilité d'avoir de bonnes eaux pérennes.

CONDITIONS ÉCONOMIQUES DE CONSTRUCTION.

1° Fonds sec et incompressible ;
2° Terrain faiblement incliné ;
3° Proximité de l'eau et des matériaux de construction d'une nature encombrante.

Ces conditions diverses ne peuvent pas toujours se concilier entre elles ; il faut alors faire céder les conditions secondaires devant les principales ; néanmoins un propriétaire ne doit se décider à ce sacrifice qu'après mûr examen. Leur ensemble se rencontre beaucoup plus fréquemment qu'on ne le suppose ; la légèreté, et souvent une idée d'économie mal entendue, qui sacrifie l'avenir au présent, font commettre aux propriétaires des fautes irréparables.

§ X. —Aménagement des bâtiments existants.

Quand il s'agit d'utiliser des bâtiments existants, les principes que nous venons d'exposer doivent encore être présents à la pensée du propriétaire. Avant tout, il convient d'examiner avec soin si les bâtiments existants ont assez de solidité et

d'importance pour qu'il soit d'une économie bien entendue de les faire servir de base aux améliorations qu'on se propose d'opérer. Si cet examen est satisfaisant, deux cas peuvent se présenter, celui d'accroissement et celui de réduction des bâtiments existants.

Quand il s'agit d'accroître ou de compléter les bâtiments insuffisants d'une ferme, bien que le choix de l'emplacement ne soit plus à faire sous le rapport topographique, il peut encore varier dans de certaines limites. D'ordinaire il est possible de choisir une bonne exposition pour les nouveaux corps de bâtiments, d'en rendre l'intérieur sain, l'accession facile, le sol sec, et les écoulements commodes; souvent un simple changement dans la disposition des ouvertures de l'ancien bâtiment rend évident ce qui semblait impossible au premier abord; l'élévation des planchers par les moyens mécaniques permet de transformer un rez-de-chaussée bas et humide en des salles aérées et salubres, et de mettre en rapport les plans de l'ancien bâtiment et du nouveau. Quelquefois enfin les vieux bâtiments peuvent recevoir une destination tout à fait spéciale, et peuvent être conservés dans leurs formes et dimensions sans qu'il en résulte aucun assujettissement obligatoire pour la construction et la disposition des nouveaux.

Quand il s'agit de réduire des bâtiments trop considérables, et dont l'entretien est onéreux à pure perte, il faut encore examiner les meilleures conditions d'établissement d'une ferme en général, et avec les modifications que comporte la localité, pour déterminer la partie que l'on doit sacrifier et les modifications avantageuses que comportent les bâtiments que l'on conserve; mais, dans ce dernier cas, c'est surtout la disposition intérieure des bâtiments qui est à considérer, et nous allons entrer dans l'examen de cette importante partie de la science des constructions rurales.

CHAPITRE II.

Construction des bâtiments.

SECTION I.—*Distribution.*

§ I. — Problème à résoudre.

L'emplacement d'une ferme étant choisi, et son exposition principale déterminée, commence l'œuvre de l'architecte, œuvre qui suppose une profonde connaissance des besoins de la ferme, des capacités nécessaires et suffisantes pour placer commodément les différents agents de la culture et les produits qui doivent être soustraits à l'action des météores, des différentes successions du travail, soit pour le battage des grains, soit pour la confection des fumiers, soit pour l'alimentation des bestiaux, et, par suite, des dispositions propres à réduire ce travail au minimum. Le problème à résoudre est si difficile, si délicat, et si variable suivant les localités, que les différences les plus tranchées viennent accuser tour à tour ou l'impéritie du constructeur, ou la différence énorme des procédés. Il n'entre pas dans notre plan de décrire ici toutes les variétés de constructions rurales ; on les trouvera dans les ouvrages spéciaux, et nous sortirions des bornes qui nous sont imposées, en entrant dans ce détail ; mais il est un certain nombre de données communes qu'il est possible de grouper, de principes généraux qu'il est facile de réunir, et nous pouvons, en les représentant, sinon donner la solution de chaque cas particulier, du moins indiquer le chemin qui y conduit.

§ II.—Proportion des bâtiments et des cours.

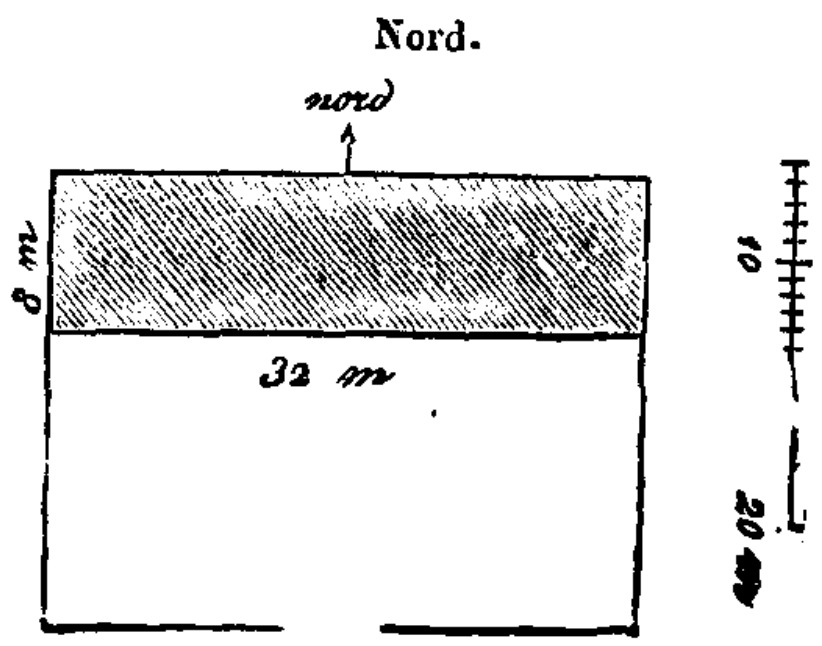
Avant tout, il est très-important de déterminer avec soin la disposition générale des bâtiments, en raison de leur importance, et nous ne saurions trop insister sur ce sujet. Souvent la vanité et l'esprit d'imitation conduisent un propriétaire à créer une cour et à adopter une disposition de bâtiments rectangulaire, quand un bâtiment double sur une seule ligne

aurait suffi pour l'exploitation commode de sa propriété. Aussi sa cour est étroite et mesquine, se prête mal aux manœuvres des attelages, à la disposition des fumiers, à celle de la mare, et cette gêne pèse éternellement sur le domaine. On doit réfléchir que les conditions de commodité d'une cour sont les mêmes, sauf de petites différences, pour une ferme de grande importance et celles d'une importance moyenne ; le minimum du côté du carré est done une constante, et par suite le choix d'une disposition quadrangulaire pour les bâtiments est aussi limité, si l'on veut, comme on le doit, proportionner l'étendue des bâtiments aux nécessités de l'exploitation : si l'on objectait qu'une cour de ferme est pourtant indispensable, nous répondrions qu'il vaut mieux en former une attenante au bâtiment principal, avec des murs de clôture, que de se créer une cour insuffisante ou de faire des constructions inutiles.

Ce minimum nécessaire au service d'une cour de ferme est de 16 mètres pour le côté du carré ou le petit côté du rectangle.

Cette longueur, augmentée de deux largeurs de bâtiment simple hors œuvres, ou de 16 mètres environ, donne la limite à laquelle doit cesser la construction sur une seule ligne; ainsi, en général, toutes les fois que le développement des bâtiments d'exploitations ne doit pas dépasser 32 mètres, on doit les établir sur une seule ligne (*fig.* 20).

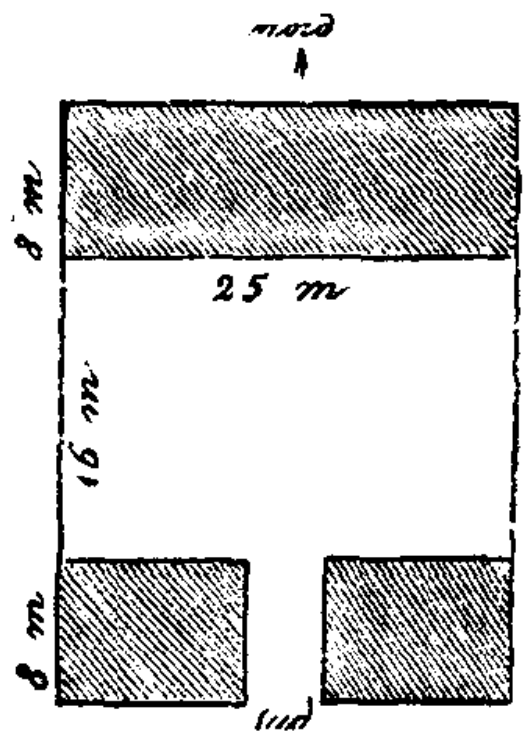
Fig. 20.



Entre 32 et 50 mètres, on doit les établir sur deux lignes parallèles, espacées l'une de l'autre de 16 mètres au moins, et placées aussi toutes les deux à l'exposition principale (*fig.* 21).

Fig. 21.

Nord.

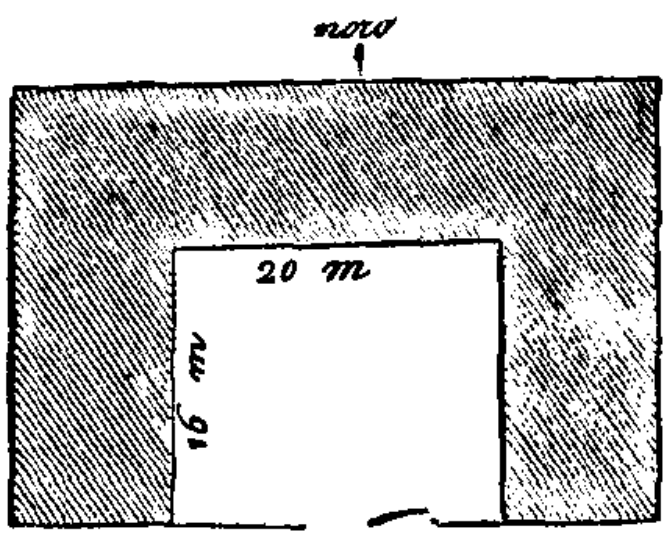


Sud.

Entre 50 mètres et 75 mètres, on peut placer deux bâtiments à retour d'équerre sur le corps principal (*fig.* 22).

Fig. 22.

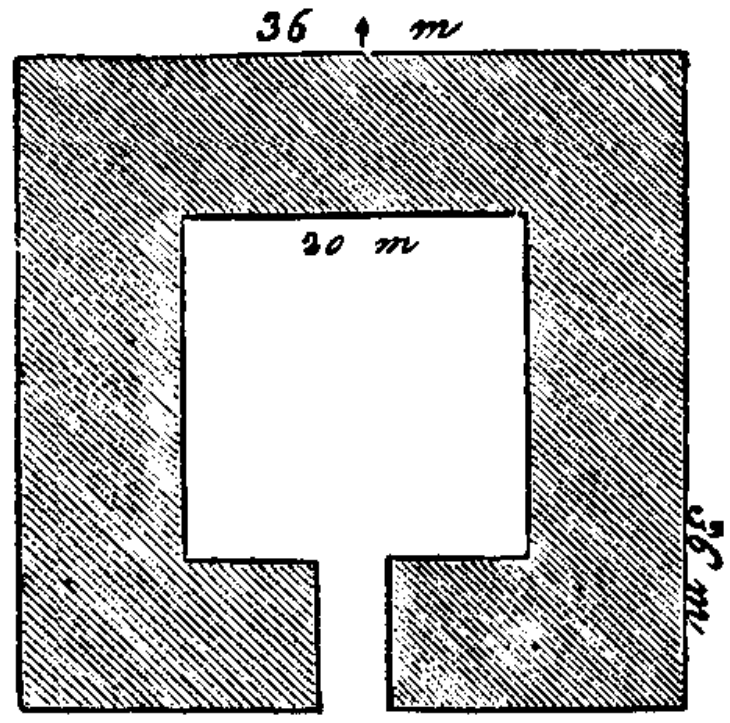
Nord.



Sud.

Enfin, à 75 mètres et au delà, il convient de fermer le carré par les bâtiments (*fig.* 23). Nous donnons ce dessin ainsi que les précédents sans entrer dans des détails propres aux différentes dispositions, afin de ne pas ôter à ces observations le caractère de généralité qu'elles doivent conserver.

Fig. 23.



Il ne faudrait pas pourtant attacher une valeur trop absolue aux considérations qui viennent d'être présentées; d'abord il est évident que, pour des différences peu considérables de développement, on ne doit pas sacrifier une disposition qui plaît davantage, qui peut permettre une élévation plus agréable, ou des dispositions intérieures plus adaptées aux conditions particulières de la culture du pays dans lequel on construit. Ce qui est absolu dans ces conditions, c'est, d'une part, le développement des bâtiments réglé rigoureusement par la capacité des récoltes, la quantité de bétail, le nombre des bêtes de somme, les convenances du fermier et de sa famille, quelquefois aussi celles du propriétaire qui veut résider sur sa terre ; d'autre part, le minimum de dimension de la cour. Ces conditions satisfaites, une meilleure relation entre les différentes parties, la facilité des communications à couvert, peuvent faire préférer les dispositions (*fig.* 20 ou 22) à la disposition (*fig.* 21). L'élégance de la façade peut faire préférer la disposition (*fig.* 22) à la disposition (*fig.* 23) ; enfin certains genres d'exploitation peuvent faire préférer la disposition (*fig.* 21) à la disposition (*fig.* 22) : la disposition (*fig.* 21) a du reste l'avantage de pouvoir être mise en communication facile avec le potager

et le fruitier sans traverser les bâtiments d'exploitation, et de donner une exposition avantageuse aux bergeries dans les pays où le bétail consiste presque exclusivement en bêtes à laine; c'est au propriétaire à peser mûrement ces considérations, de manière à ne rien oublier et à ne faire aucun sacrifice inutile.

§ III.—Bâtiment d'habitation.

La forme générale des bâtiments étant déterminée, il s'agit d'affecter une position dans ces bâtiments à chacun des services de la ferme.

En ce qui concerne l'habitation du fermier et de sa famille, les pièces essentielles sont : la cuisine, les chambres d'habitation, la dépense, le fournil et la laiterie dans certains cas. La cuisine est la pièce la plus habituellement occupée de la maison ; dans le plus grand nombre des cas, elle sert de salle à manger et de salon pour le fermier : elle doit donc être parfaitement orientée et salubre, située à l'exposition principale des bâtiments, choisie d'après les principes posés plus haut, c'est-à-dire au sud ou au sud-ouest, élevée de $0^{m}.50$ environ au-dessus du terrain naturel, et placée au rez-de-chaussée.

Olivier de Serre la désirait au premier étage; mais son opinion, qui a du reste un grand poids en ces matières, est fondée sur des raisons particulières de surveillance, dans la supposition où le fermier aurait lui-même sa chambre au premier étage; nous pensons que, si le rez-de-chaussée est suffisamment salubre, comme il ne peut manquer de l'être dans les conditions que nous avons prises, il est bon que le fermier ait son appartement au rez-de-chaussée, et les motifs qui avaient déterminé Olivier de Serres disparaissent. Du reste, l'usage est contraire à l'opinion de ce savant agronome, et il est trop général pour n'être pas lui-même une raison d'un grand poids; il est fondé sur le caractère de banalité de cette pièce, sur l'écoulement des eaux ménagères qu'il est

facile de procurer au rez-de-chaussée sans souiller les murs ; sur le service de la cour, qui doit être en rapport immédiat avec celui de la cuisine ; sur le service même de la cuisine, qui exige des transports continuels de bois, d'eau, etc., et que la nécessité de monter un escalier rendrait fatiguant et onéreux.

La chambre du fermier doit aussi être placée au rez-de-chaussée et à l'exposition principale ; les chambres des fils du fermier, trop jeunes pour être isolés des filles de la fermière ou des filles de service, s'il y en a, doivent être au premier, au-dessus de la cuisine et de l'appartement du fermier, et sans communication possible avec les autres bâtiments de la ferme, autre que celle qui traverse le rez-de-chaussée en passant devant l'appartement du fermier.

Quant aux fils adultes et aux valets de ferme, ils doivent être distribués dans les différents bâtiments d'exploitation, suivant les besoins du service et de la surveillance, et nous aurons l'occasion d'en parler plus loin.

La dépense, la lingerie, les armoires à provisions, la buanderie, doivent être placées dans le logement d'habitation du fermier, à l'exposition du nord. La laiterie doit aussi être placée au nord, si le bâtiment n'est pas établi sur caves ; si le bâtiment est sur caves, ces caves doivent être disposées de manière à contenir la laiterie, les provisions de pommes de terre, le cidre, le vin, et en général tout ce qui souffre des alternatives de température ou des températures extrêmes, sans trop craindre d'humidité. On doit, du reste, tenir à l'établissement de caves sous le logement d'habitation, parce que, indépendamment de leur commodité, elles contribuent à rendre le rez-de-chaussée parfaitement sain.

Les greniers à blé, à colza, ou destinés à renfermer les récoltes qui présentent une grande valeur sous un petit volume, doivent être sous la main et sous la clef du fermier ; on doit par conséquent les placer dans le bâtiment d'habitation et à l'exposition du nord.

§ IV.—Bâtiments d'exploitation.

L'exposition préférable pour l'habitation des hommes est aussi la meilleure pour les animaux de la ferme.

On devra choisir pour les chevaux et les bestiaux l'exposition du midi, si l'importance ou le mode de l'exploitation permet d'établir tous les bâtiments sur une même ligne, comme cela arrive fréquemment dans les provinces méridionales.

On devra encore choisir l'exposition du midi pour les animaux, si les bâtiments sont établis sur deux lignes parallèles comme dans la *fig.* 21 du paragraphe précédent.

Dans le cas où les bâtiments de la ferme se composeront d'un corps de logis principal avec deux ailes en retour d'équerre, comme dans la *fig.* 22, les chevaux ou bestiaux qui ne pourront pas être placés à l'exposition principale devront être placés dans le bâtiment situé au couchant, et dont par conséquent les ouvertures sur la cour sont orientées au levant. Le bâtiment du levant, orienté au couchant pour les ouvertures, doit être réservé pour les hangars et les granges.

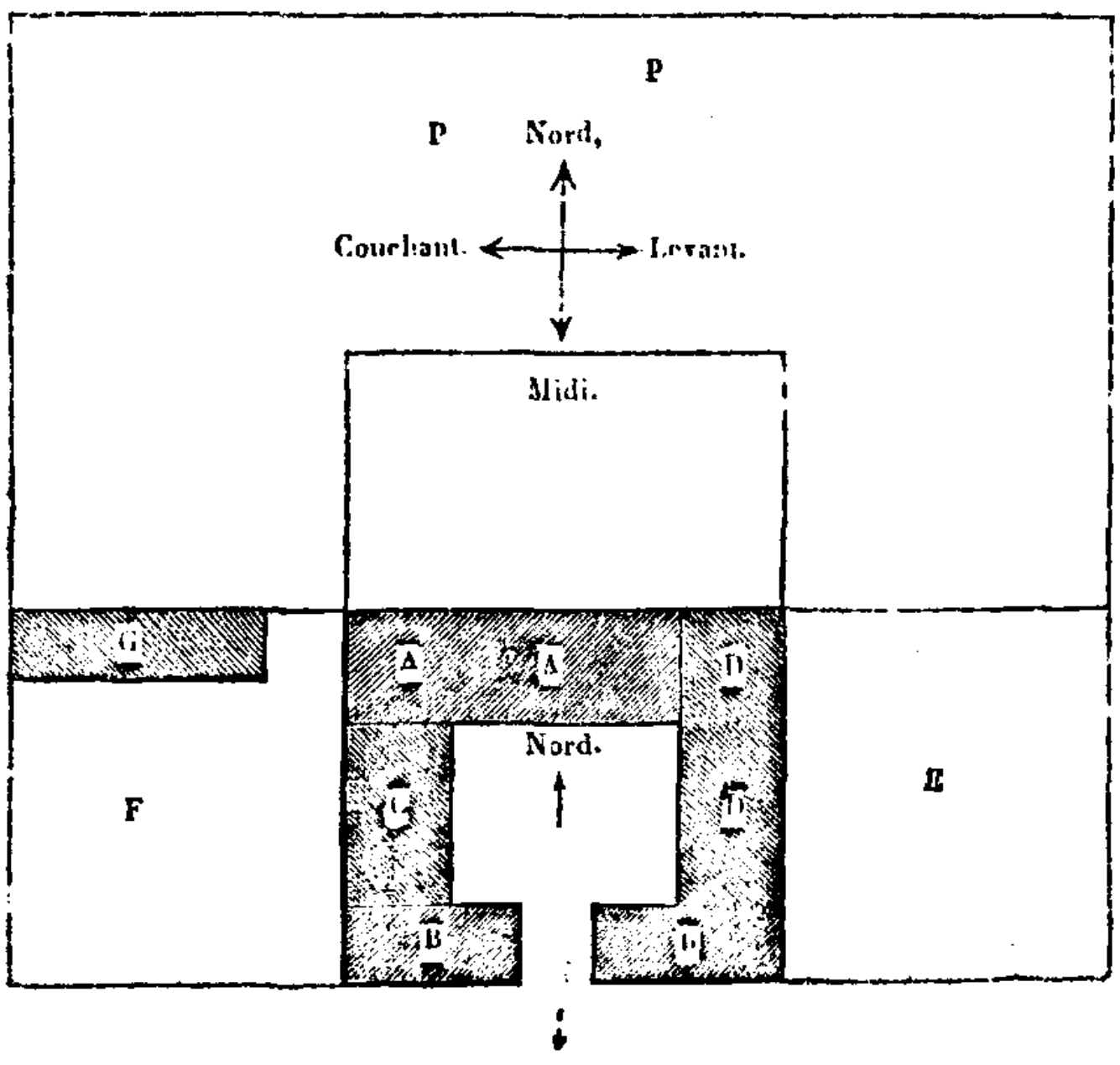
Les bergeries doivent être toujours à l'exposition du midi. Cette exposition s'obtient tout naturellement dans les dispositions (*fig.* 20, 21, 23) du paragraphe II, et dans la disposition de la *fig.* 22, en plaçant les ouvertures des extrémités des ailes à l'exposition du midi et destinant cette partie du bâtiment aux bergeries.

Les dispositions générales qu'indique la *fig.* 24 doivent en outre être adoptées. Nous allons les développer en peu de mots.

Le fournil doit être écarté de toutes les matières inflammables, et quelquefois on l'isole complétement des autres bâtiments de la ferme; le poulailler est bien placé auprès du fournil. Les loges à porcs doivent être invariablement exposées au midi et parfaitement sèches. Il n'est pas indispen-

sable qu'elles soient absolument attenantes aux bâtiments principaux, dont elles dérangeraient la symétrie et la propreté; mais elles doivent être dans un enclos attenant et à proximité de l'habitation de la fermière. En général, c'est une bonne combinaison de faire un petit corps de bâtiments isolé pour le fournil, le poulailler et les toits à porcs. Dans notre opinion, le même enclos pourrait recevoir l'aire à fumier, dans le cas où la cour de la ferme ne pourrait pas la contenir sans inconvénient. Les greniers à fourrages doivent être placés autant que possible au-dessus des animaux auxquels les fourrages sont destinés, à moins qu'on ne préfère les placer

Fig. 24.



AA Habitation du fermier, cuisine, laiterie, cave, logement des filles, grenier à blé.

CC Ecuries, étables, greniers à fourrages, logement des valets d'étable.

BB Bergeries, étables, greniers à fourrages, logement des valets bergers.

DD Hangars, granges, logement des charretiers.

E Cour des meules.

F Cour des aires à fumier.

G Fournil, poulailler, toits à porcs.

PP Potager, fruitier, enclos.

en meules, comme cela est usité dans la plus grande partie de l'Angleterre et de l'Allemagne. Quant aux granges, nous discuterons plus loin la question de leur établissement. Lorsqu'on jugera à propos d'en établir, elles seront placées au levant de la cour de ferme, ou ouvertes sur cette cour au couchant ; quand, au lieu des granges, on adoptera une cour des meules, cette cour sera attenante aux bâtiments de ferme situés au levant de la cour principale, hors de l'atteinte du feu et sous l'œil des habitants de la ferme.

§ V.—Du choix de l'architecte.

Nous avons parlé plus haut de l'élégance des bâtiments ; c'est un point qui a son importance et qu'on obtient le plus souvent sans augmentation de dépense, quand on a le bonheur de rencontrer un architecte habile. La première source d'élégance pour les bâtiments ruraux, c'est la symétrie ; elle est indispensable là comme dans l'homme lui-même, comme dans toutes ses œuvres complètes. La première chose qui nous choque, c'est le défaut de symétrie ; et l'architecte rural doit avoir à donner, quand il la sacrifie, de bien puissantes raisons.

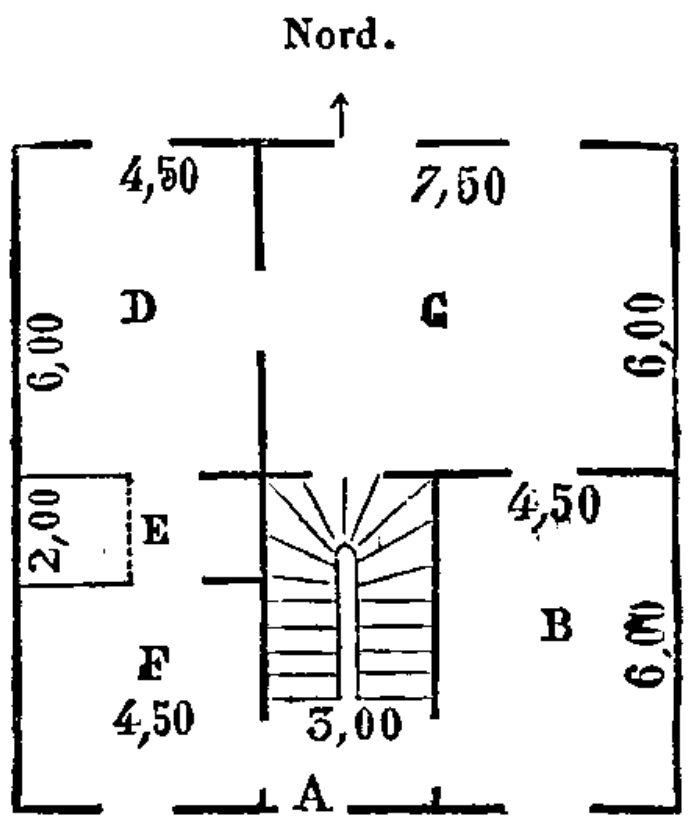
Les rapports d'élévation des différents bâtiments, les rapports de hauteur des différents étages, les proportions des ouvertures, l'emploi des matériaux, peuvent augmenter ou diminuer beaucoup l'élégance sans altérer le chiffre de la dépense. On sent donc combien il est important d'avoir affaire à un bon architecte connu par sa science et par ses œuvres, et dont les honoraires sont plus que compensés par le résultat obtenu. A son défaut, il faut que le propriétaire se rende un compte rigoureusement exact des sujétions qu'entraîne chaque service de la ferme ; et cette considération nous conduit à entrer plus avant dans notre sujet, et à déterminer les capacités et les dispositions intérieures qui sont le mieux adaptées à ces différents usages.

SECTION II.—*Dispositions intérieures et capacités.*

§ I.—Logement du propriétaire.

Quand le propriétaire a l'intention de se rendre une partie de l'année sur sa terre, il doit y trouver un logement commode et indépendant de celui du fermier ; on conçoit que, s'il veut s'y rendre en famille, y tenir un état de maison, les conditions de commodité et de construction sortent de notre sujet, et rentrent dans le domaine de l'architecture ordinaire : s'il veut seulement avoir un appartement agréable, cet appartement doit se composer d'une cuisine, d'un salon, d'une antichambre et d'une salle à manger au rez-de-chaussée, de deux ou trois chambres de maître au premier étage, d'un grenier sous les combles, comprenant les chambres de domestique, et d'une cave au-dessous du rez-de-chaussée. Ces différentes pièces se trouvent facilement, et avec des dimensions très-convenables, dans une longueur de 12 mètres prise dans un bâtiment double de 12 mètres de profondeur, et la *fig.* 25 indique sommairement la disposition du rez-de-chaussée.

Fig. 25.



Sud.

A	Escalier. . . .	3m.00 sur 6m.00	D	Salle à manger .	4m.50 sur 6m.00
B	Antichambre .	4m.50 — 6m.00	E	Office ou buffet.	2m.00 — 4m.50
C	Salon	7m.50 — 6m.00	F	Cuisine	4m.50 — 4m.00

Il est bien entendu que nous supposons le bâtiment pris

dans le corps de ferme ; la disposition d'un bâtiment de maître séparé, ou d'une maison de campagne, sortirait de notre sujet.

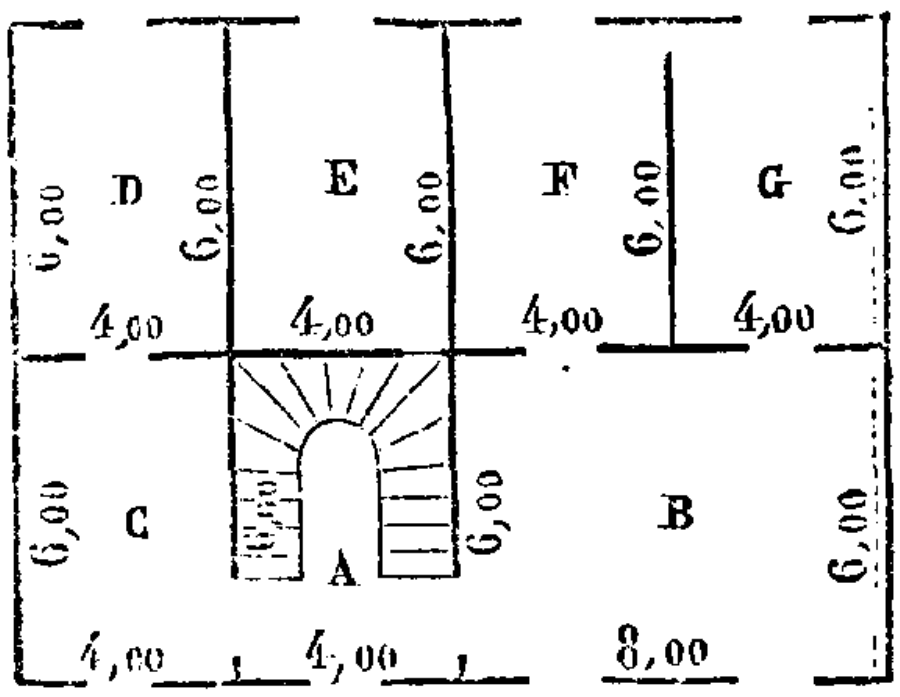
Le propriétaire, n'habitant d'ordinaire la ferme que pendant la belle saison, peut avoir sans inconvénient ses pièces principales à l'exposition du nord, et laisser les dégagements sur la cour de ferme, comme nous l'avons supposé dans le croquis; du reste, suivant le pays ou les convenances, on peut adopter cette distribution ou la distribution inverse.

§ II.—Corps d'habitation du fermier.

Rien de plus variable, suivant les usages de chaque pays, que la capacité des bâtiments affectés au logement du fermier et de sa famille ; dans plusieurs fermes de la Normandie, les fermiers couchent dans la cuisine ; dans d'autres pays, le fermier d'un domaine important veut avoir une chambre et un salon séparés de la cuisine ; voici une disposition (*fig.* 26) qui offre aux fermiers d'un grand domaine toutes les commodités possibles ; nous ne donnons que le plan du rez-de-chaussée.

Fig. 26.

Nord.



Sud.

A	Escalier.	4m sur 6	E	Dépense de la fermière.	4m sur 6
B	Cuisine.	8 — 6	F	Dépense de la cuisine. .	4 — 6
C	Chambre du fermier. .	4 — 6	G	Buanderie.	4 — 6
D	Salon du fermier.	4 — 6			

Au premier étage et à l'exposition du midi sont les cham-

bres des enfants de la ferme et des filles; à l'exposition du nord, au premier et au grenier, sont les greniers à blé ; au-dessous du rez-de-chaussée sont les caves. Ce logement, qui pourrait être considérablement réduit, occuperait, sur un bâtiment double de 12 mètres de largeur, une longueur de 16 mètres. Il va sans dire que les conditions de capacité et d'exposition étant remplies, les convenances du fermier, la composition de sa famille, l'importance de la ferme, peuvent faire changer les dispositions, faire augmenter ou diminuer le nombre des chambres; mais en général dans les fermes d'une certaine importance, le pied-à-terre du maître et le logement du fermier varient entre des proportions assez peu différentes de celles que nous venons d'indiquer, et occupent sur un bâtiment double une longueur totale qui ne doit pas être inférieure à 25 mètres et supérieure à 30 mètres. Aussi les véritables variables sont les capacités des bâtiments d'exploitation, et ici nous sommes obligé d'entrer dans la détermination rigoureuse des volumes à affecter à chaque unité.

§ III.—Des écuries.

Le cube d'air nécessaire pour la respiration d'un cheval a été fixé, par Vogéli, à 42 mètres cubes; par M. Dumas, à 25 mètres cubes seulement ; et une commission de l'Académie des sciences a conclu, par l'organe de M. Chevreul, son rapporteur, qu'une capacité qui fournit de 25 à 30 mètres cubes d'air par cheval est suffisante.

Le chiffre de 30 mètres cubes est celui pour lequel M. Boussingault a reconnu que la composition de l'air de l'étable était représentée pour 100 parties par :

Azote	79.00
Oxygène.	20.77
Acide carbonique	0.23
Total.	100.00

Or la proportion d'acide carbonique dans cette analyse est sept fois plus considérable que dans l'air pur de la campagne, et, bien qu'une telle proportion soit sans influence sensible sur l'organisation, dans les conditions ordinaires de nos expériences, il serait à craindre que l'action d'une quantité plus considérable n'eût à la longue une influence fâcheuse sur la santé générale des animaux.

Les conditions de respiration se concilient parfaitement avec les conditions de commodité; en accordant à chaque cheval une largeur de $1^{m}.75$ et une longueur de 4 mètres, y compris la crèche, la mangeoire et le passage, il en résulte pour chaque cheval une surface de 7 mètres carrés; et si l'étable a 4 mètres de hauteur, le cube affecté à chaque cheval est de 28 mètres, et diffère très-peu de celui que nous avons adopté.

L'écurie doit contenir, en outre, un lit pour le valet chargé du soin des chevaux, et ce lit occupera la place d'un cheval. Le coffre à avoine occupera aussi la place d'un cheval. Pour la sellerie, quand l'écurie est sur un seul rang, en prenant $0^{m}.60$ de longueur de plus, ce qui la porte en totalité à $4^{m}.60$, on peut mettre vis-à-vis de chaque cheval ses harnais, qui occuperont ainsi une surface de 1 mètre carré. Si elle était sur deux rangs, cette disposition serait incommode, et la sellerie doit être à part, comprenant autant de mètres carrés qu'il y a de chevaux. Si donc m représente le nombre des chevaux, la capacité de l'écurie, en y comprenant la sellerie, le coffre à avoine et le lit du valet sera exprimée par :

$$28\,(m+2)+4\,m$$

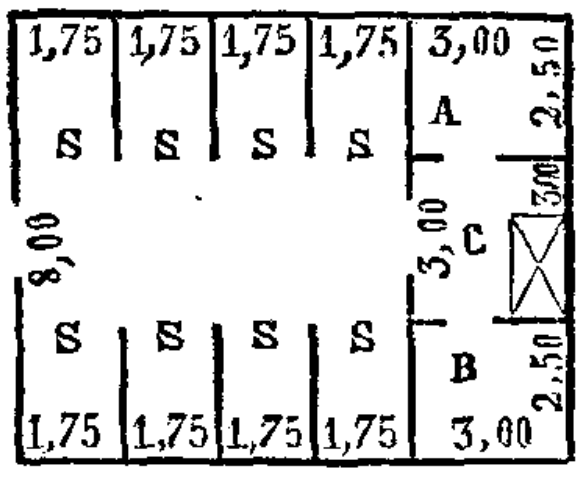
4 mètres étant la hauteur de l'écurie. Cette expression s'écrit plus simplement :

$$32\,m+56$$

Quand l'écurie est sur un seul rang, nous conseillons fortement d'adopter la largeur entre œuvres de $4^{m}.60$, et de placer les harnais vis-à-vis de chaque cheval. Quand l'écurie

est sur deux rangs, on peut réduire, sans beaucoup d'inconvénient, la longueur de 4 mètres affectée à chaque cheval, le même passage pouvant servir pour les deux rangs ; néanmoins il vaut mieux pécher par excès que par défaut. Nous donnons (*fig.* 27) le plan d'une écurie double à huit bêtes.

Fig. 27.

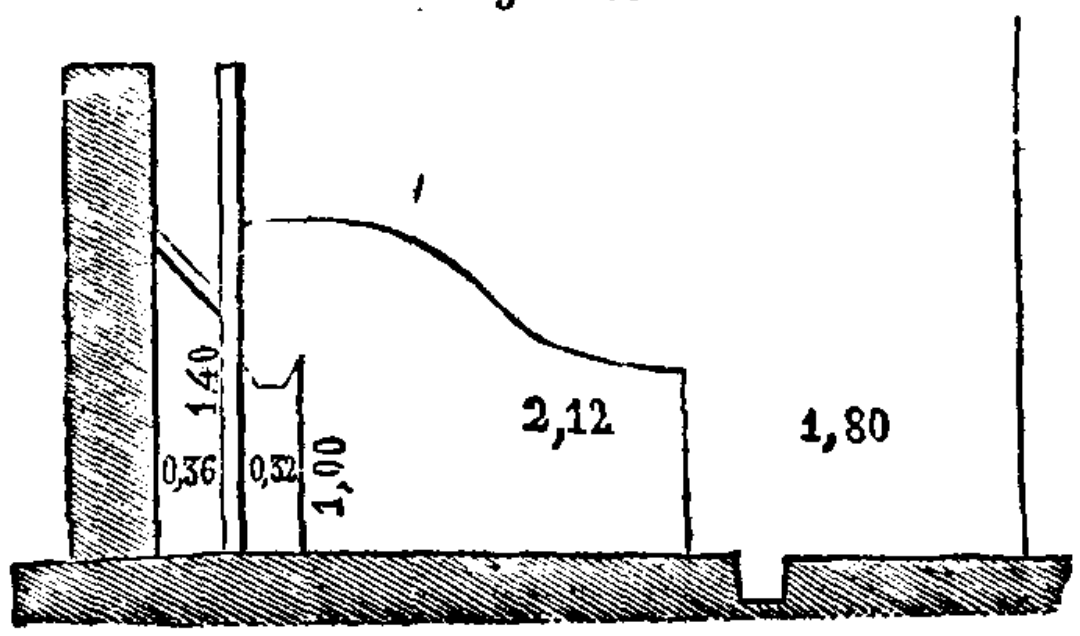


SSSS représentent les stalles.
C la chambre du valet d'écurie.
B la sellerie.
A la chambre à avoine.

La surface de cette écurie est de 80 mètres ; le cube déterminé par la formule pour huit chevaux étant de 312 mètres, la hauteur du plancher doit être de $\frac{312}{80}$ ou de 4 mètres à très-peu près.

Il convient que les chevaux soient séparés par des stalles régnant sur une longueur totale de 2^{m}.80 à partir du mur, élevées de 2 mètres à l'aplomb de la mangeoire et finissant à une hauteur de 1^{m}.20 ; il faut que les séparations soient pleines et non à claire-voie, afin d'éviter que les pieds des chevaux ne s'y engagent. Le râtelier (*fig.* 28) doit être vertical,

Fig. 28.



distant de la muraille de 0^{m}.36, et à sa partie inférieure élevé de 1^{m}.40 au-dessus du sol. La mangeoire doit être en avant du râtelier de 0^{m}.32 de largeur et avoir à sa partie

supérieure 1 mètre au-dessus du sol ; enfin, il y a derrière les stalles un passage de 1^{m}.80 sur lequel les harnais empruntent environ 0^{m}.60. Ce passage est séparé des stalles par une gondole ou conduit couvert d'une planche, destinée à l'écoulement des urines. La coupe, en travers de chaque stalle, est formée de deux plans inclinés vers l'axe et dont la flèche est de 0^{m}.6. La coupe en long de la stalle est inclinée de 0^{m}.5 par mètre, soit 0^{m}.7 depuis la mangeoire jusqu'à la rigole principale. La pente en travers et la pente en long sont ainsi assez faibles pour être tout-à-fait insensibles à l'organisation du cheval, et faciles à racheter du reste par la disposition de la litière ; elles sont d'ailleurs assez fortes pour faciliter l'écoulement des urines, surtout si on a soin, comme cela est indispensable, de donner à l'écurie un sol imperméable, tel qu'un pavé en béton, ou jointé à la chaux hydraulique. La rigole d'écoulement des urines doit être à 0^{m}.30 au moins au-dessous du sol, recouverte exactement en planches et présentant toute la pente dont on peut disposer pour amener les urines dans la fosse qui sépare les deux parties de l'aire à fumier, et dont elle doit être considérée comme un simple embranchement.

Quand l'écurie est double, la rigole doit être placée au milieu du passage.

§ IV.—Étables à vaches.

Dans les pays où les étables à vaches sont de simples appentis, comme dans certaines parties de l'Angleterre et de l'Italie, il n'est pas besoin de se préoccuper de l'altération de l'air de l'étable, et il suffit que les animaux aient la place nécessaire pour se tenir debout et couchés, et pour qu'on puisse faire le service de l'étable. En France, les bestiaux doivent forcément, au moins pendant une grande partie de l'année, être tenus dans des étables fermées; dans tous les pays, comme dans la France, l'engraissement des bœufs et l'éducation des vaches laitières se font très-souvent et en

entier dans l'étable : il est donc indispensable de proportionner la capacité des bâtiments à la consommation d'air de ces animaux.

Les vaches ou les bœufs couchés occupent moins de place que les chevaux, soit par la différence de longueur de leurs extrémités, soit par la position qu'ils affectent dans le repos : aussi une largeur de $1^{m}.50$ est-elle suffisante pour l'espacement; la longueur, en ménageant les crèches, mangeoires et un passage, doit être de 4 mètres, et la hauteur des planchers étant à 4 mètres au-dessus du sol, la capacité correspondant à chaque vache est de 24 mètres cubes. Cette capacité est suffisante, d'autant mieux que les vaches craignent beaucoup moins que les chevaux la chaleur de l'étable et une légère altération dans la composition de l'air.

Nous indiquons une hauteur sous planchers plus forte que celle généralement en usage; mais nous sommes convaincu que l'abaissement des planchers est on ne peut plus malsain, et contribue à l'état de souffrance évident d'une grande partie du bétail de nos étables ; du reste, l'augmentation de dépense qui en résulte pour les constructions est presque nulle. Quoi qu'il en soit, si l'on diminue la hauteur de l'étage, on devra augmenter l'espacement des animaux dans l'intérêt de leur santé, et l'étable devra toujours représenter une capacité de 24 mètres cubes par tête de gros bétail. Elle doit contenir en outre la place du gardien, des jougs et harnais, que nous évaluons à deux fois la place d'une tête de bétail, en sorte que n représentant le nombre des têtes de bétail, la capacité de l'étable sera exprimée en mètres cubes par :

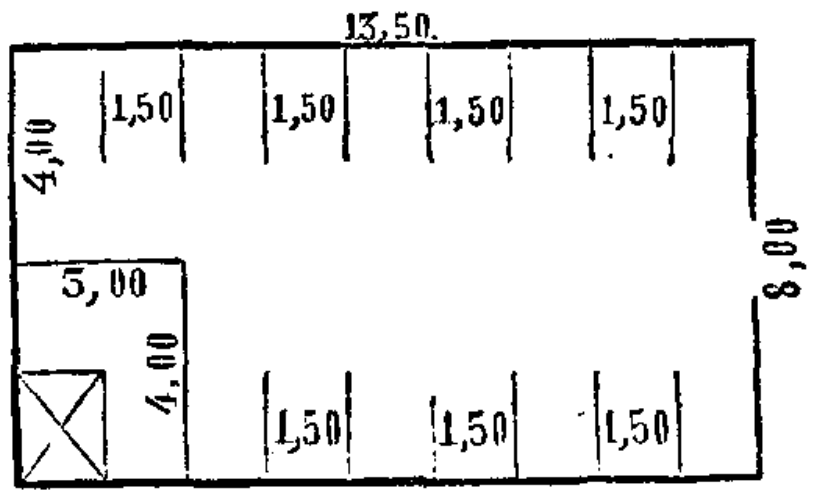
$$24\,n + 48.$$

Les bœufs à l'engrais et les vaches mères doivent être séparés par des stalles, et il convient de leur accorder une largeur plus grande que celle réservée aux bœufs de travail; cette largeur doit être de $1^{m}.75$.

Les écoulements des étables doivent être disposés comme ceux des écuries que nous avons décrites dans le paragraphe précédent.

Si la nourriture est jetée d'en haut, le plan des étables diffère très-peu de celui des écuries. Nous donnons (*fig.* 29)

Fig. 29.

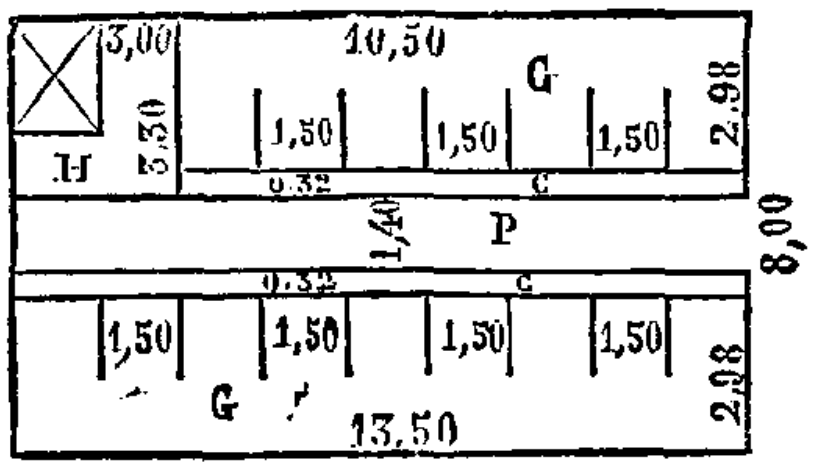


la disposition d'une étable pour 16 bœufs auxquels la nourriture est jetée de l'étage supérieur.

Les seules différences, dans ce cas, entre la coupe en travers de l'étable et celle de l'écurie, consistent en la suppression des stalles et l'abaissement du bas de la crèche au niveau du sommet de la mangeoire, c'est-à-dire à 0^{m}.90 au-dessus du sol.

Quand la nourriture n'est pas jetée d'en haut, mais apportée du dehors, on doit changer la disposition de l'étable ; le passage doit être établi derrière la crèche, et, si l'étable est double, entre les deux crèches ; cette nouvelle distribution est indiquée dans la *fig.* 30, où la lettre P désigne le pas-

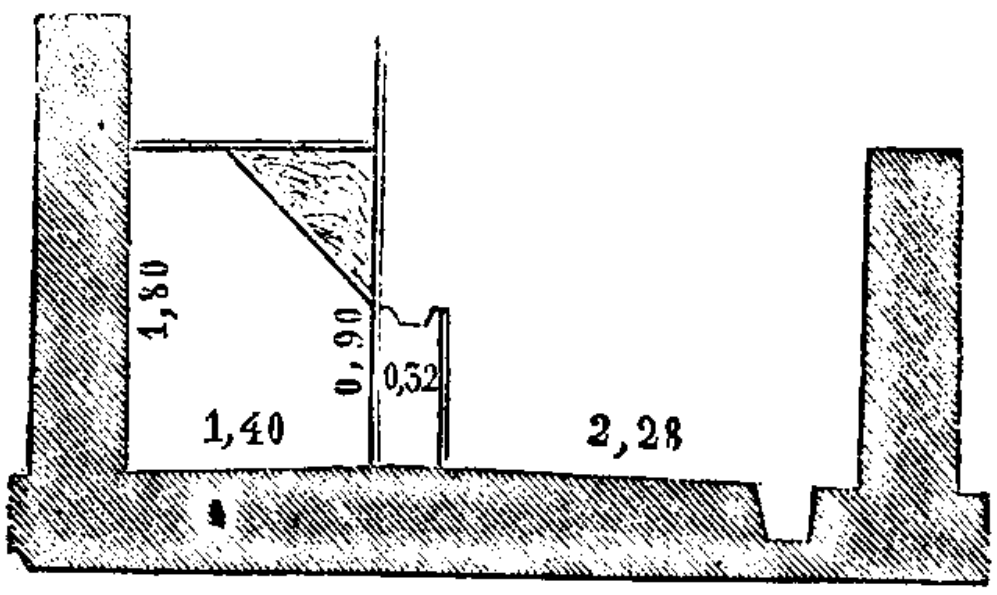
Fig. 30.



sage, CC les mangeoires, G les stalles ou l'étable proprement

dite, et H la chambre du vacher ou du bouvier; les rigoles d'écoulement des urines sont alors au nombre de deux, et à $0^m.30$ des murs; pour la sortie de l'étable, les stalles extrêmes près de la porte peuvent s'ouvrir sur le passage. Enfin, dans ce cas, le râtelier, toujours vertical dans la partie qui est tournée du côté des animaux, doit être complété du côté du passage par une claie inclinée qui soutient le fourrage et qui permet facilement de le placer à la main ; cette disposition est indiquée dans la coupe (*fig.* 31); enfin la mangeoire peut être remplacée par un tiroir qu'on remplit dans le passage.

Fig. 31.



Sauf les deux ou trois premiers jours, les veaux sont tenus dans une étable séparée. Chaque veau occupe la moitié de la place d'une vache, et en supposant que v indique le nombre des veaux, la capacité nécessaire pour les renfermer est représentée par $12v$.

§ V. — Bergeries.

D'après les écrits de Tessier, l'emplacement à donner à chaque tête de l'espèce ovine doit être de 1 mètre carré pour chaque brebis ou mouton, et $0^m.75$ pour un agneau; si donc l représente la largeur de la bergerie, x sa longueur, b le nombre des brebis, et a le nombre des agneaux, on a :

$$b + 0.75\,a = lx.$$

Si l'on suppose la largeur de la bergerie de 8 mètres, le

troupeau composé de 150 brebis et de 50 agneaux, la longueur du bâtiment, déterminée par l'équation, sera de 25 mètres à très-peu près.

D'après les usages, les bêtes à laine doivent manger toutes à la fois, et on calcule qu'il faut $0^m.50$ de crèche par tête ; dans un bâtiment de 8 mètres de largeur, le développement des crèches, x étant la longueur, est exprimé, en supposant une crèche double au milieu, une sur tout le pourtour, et un passage de 2 mètres à chaque extrémité de la crèche double, par $4x + 8$; s'il s'agit d'un troupeau de 200 bêtes, on doit avoir :

$$\frac{4x+8}{0,50} = 200, \text{ d'où } x = 23^m.$$

On voit que les deux données font arriver exactement au même résultat. Le bâtiment doit avoir au moins 4 mètres de hauteur sous le plancher ; la capacité appliquée à chaque brebis est donc de $5^m.50$, et de $2^m.62$ pour chaque agneau.

Si l'on diminuait la hauteur de la bergerie, on augmenterait la surface, afin d'établir un volume suffisant pour entretenir la pureté de l'air ; en général, b étant le nombre des brebis et a celui des agneaux, la capacité des bergeries sera

$$3.50\,b + 2.62\,a.$$

Le sol des bergeries doit être parfaitement sec : les déjections liquides de l'espèce ovine sont absorbées par la litière, et l'on ne doit pas songer aux écoulements; mais c'est une faute grossière de croire qu'on peut pour cela se dispenser de tout soin de propreté autre que l'enlèvement régulier de la litière; il n'est personne qui n'ait pénétré dans ces bergeries où le sol, profondément imprégné de sels ammoniacaux, exhalait constamment une odeur pénétrante et malsaine ; nous sommes d'avis de rendre le sol des bergeries imperméable, comme celui des étables, au moyen soit d'un pavé jointé, soit d'un béton placé au niveau du terrain naturel, et recouvert habituellement d'une couche de sable ou

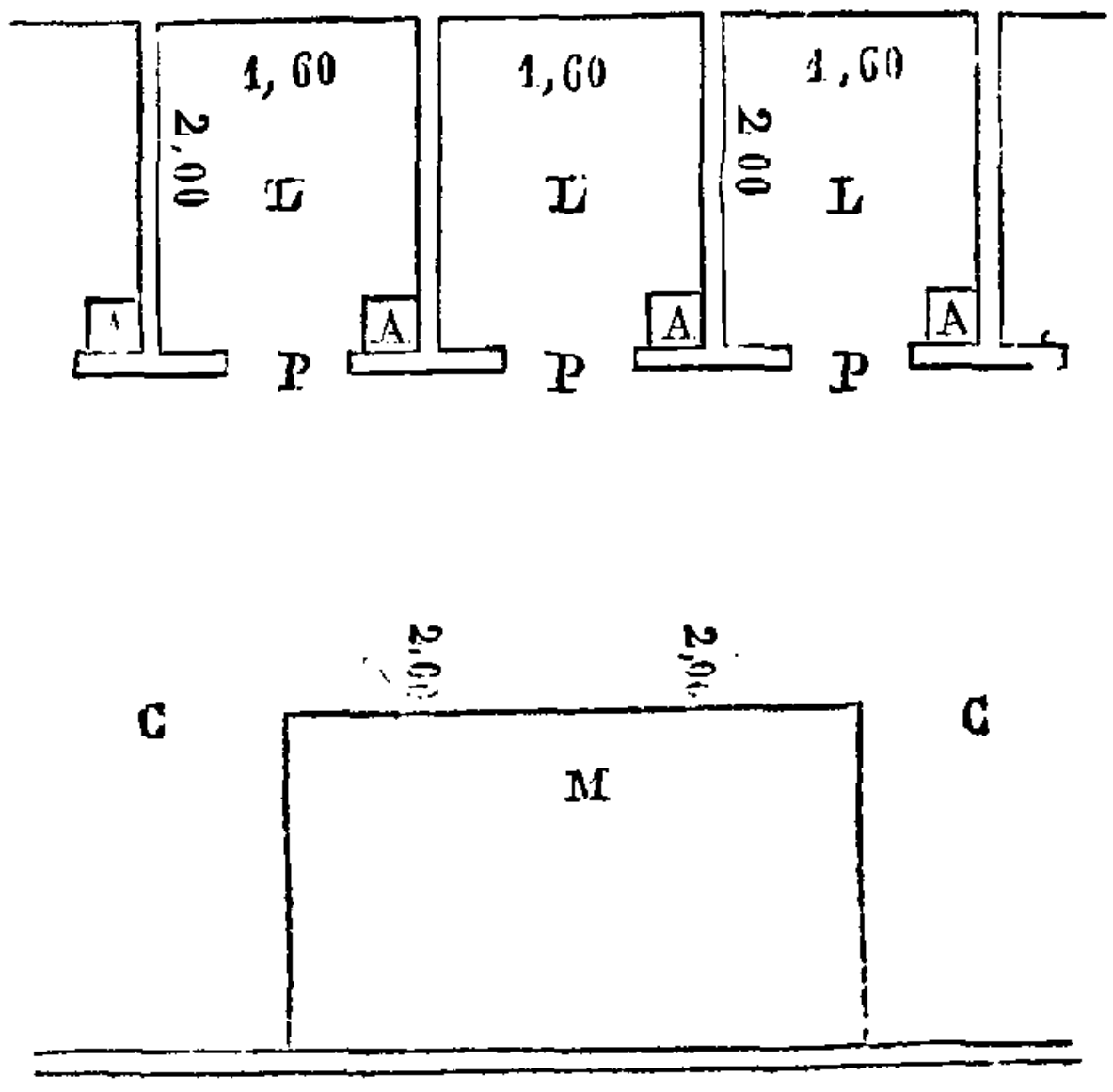
de marne, suivant la nature de l'amendement qui convient le mieux aux terres du domaine : cette couche est enlevée régulièrement et remplacée par une autre, la propreté de la bergerie est entretenue, et on se procure à la fois un amendement et un engrais sans préjudice du fumier de litière.

§ VI. — Loges à porcs.

M. de Lasteyrie donne $5^m.20$ de surface à chaque truie ou porc d'engrais. M. Block, de 5 à $5^m.50$; de 2 à 3 mètres aux verrats, et de $1^m.50$ à $1^m.50$ à chaque cochonneau, ce qui fait en moyenne, eu égard à la composition ordinaire d'un troupeau de cochons dans l'éducation, 2.55 mètres carrés par tête d'animal. Il est évident que, si l'on se bornait à l'engrais, il faudrait adopter le chiffre de 3.20 mètres carrés par tête d'animal.

La *fig.* 32 donne la disposition d'une loge à porcs établie d'après les meilleurs auteurs.

Fig. 32.



LLL repréaentent les loges.
PPP portes à claire-voie.
AAA abreuvoirs.
CC cour fermée par une clôture.
M mare.

Il suffit que les séparations des loges soient de $1^m.25$ de hauteur; leur sol doit être incliné, pavé, et assez élevé pour être parfaitement sec, et permettre l'écoulement complet des déjections liquides dans un conduit qui les amène jusqu'à la fosse de l'aire à fumier; la hauteur du toit dès loges peut être fixée à $2^m.50$, et on ne doit pas oublier que l'exposition doit être au midi; c'est une précaution indispensable pour la prospérité de l'éducation.

§ VII.—Poulailler.

Le poulailler doit être dans un endroit chaud, à portée de la fermière, et sa capacité doit être proportionnée à la quantité de volaille qu'il est convenable d'élever, et non à l'importance de la ferme; en effet, les fermes les moins considérables, et situées dans les terrains les plus ingrats, sont souvent celles qui se livrent le plus à l'éducation des animaux de basse-cour; en général, a et b étant les deux dimensions du poulailler, le nombre des poules qu'il peut contenir est exprimé par $\frac{a+2b}{0.125}$, c'est-à-dire que m étant le nombre des poules, on doit avoir :

$$0.125\, m = a + 2b.$$

Supposons $m=100$, nous aurons $a+2b=12.50$; l'équation étant indéterminée, on y satisfera de plusieurs manières, et entre autres par une pièce ayant $4^m.50$ de longueur dans œuvre et 4 mètres de largeur, ou par une pièce ayant $6^m.50$ de longueur et 3 mètres de largeur.

§ VIII.—Hangars.

Les hangars doivent être suffisants pour mettre à l'abri du mauvais temps les instruments de la ferme et les voitures destinées aux charrois, qui ne doivent jamais, ce qu'on voit malheureusement trop souvent, traîner dans les cours, et à

la fois embarrasser la circulation et se dégrader rapidement sous l'action des météores. La surface occupée par chaque charrette est de 10 mètres carrés, par chaque charrue de 5 mètres carrés ; enfin on doit ajouter à la surface, calculée en raison de ces quantités, la place d'une charrette, pour faciliter les déplacements et la sortie du hangar, et la place de deux charrues pour les herses, extirpateurs, rouleaux et autres instruments agricoles, en sorte que la surface du hangar est exprimée, c étant le nombre des charrettes, et c' celui des charrues, par

$$10\,(c+1)+5\,(c'+2)$$

et la capacité, en supposant aux hangars une hauteur de 4 mètres, par

$$40\,(c+1)+20\,(c'+2).$$

On ne doit pas craindre de donner aux hangars une dimension un peu plus forte que celle indiquée par le calcul, car souvent ces bâtiments sont utiles pour mettre à couvert les chariots chargés de récoltes, quand le mauvais temps survient avant qu'on ait eu le temps d'engranger.

§ IX. — Granges.

Les expériences du savant M. Block ont fixé à 100 kilogrammes environ le poids moyen de gerbes de céréales contenues dans 1 mètre cube lors de la récolte ; les 100 kilogrammes de gerbes donnent environ 30 kilogrammes de grains ; 30 kilogrammes de grains représentent $30^{lit.}.75$, ce qui donne par hectolitre de grains 2.67 mètres cubes de capacité de grange. La récolte d'un domaine étant appréciée en hectolitres, ce qui est toujours facile lorsqu'on connaît l'étendue des terres à blé et leur rendement moyen, et h étant le nombre des hectolitres, la capacité occupée par les gerbes est en mètres cubes de $2.67 \times h$; il faut l'augmenter de celle de l'aire pour le battage, et de l'espace pour mettre

de côté la paille au début du battage ; nous évaluons cette capacité à 1/5 de celle occupée par les gerbes, soit à $0.52 \times h$, et la capacité de la grange est fixée à $3.20 \times h$.

La question du mode d'établissement et de conservation des gerbes, dans l'intervalle qui sépare la récolte du battage, a été fort controversée entre les agronomes ; il importe, pour donner à la question toute sa netteté, de distinguer l'influence des habitudes et du climat de chaque localité sur les méthodes employées. En Angleterre, les gerbes sont généralement conservées en meules ; ces meules, construites avec beaucoup de soin, sont recouvertes en chaume et opposent un petit côté au vent de pluie ; dans une grande partie de l'Allemagne on emploie la même méthode, et elle est préconisée par Thaër. Dans le reste de l'Allemagne et dans la plus grande partie de la France, on engrange les gerbes ; dans une partie des Pays-Bas, on fait des meules circulaires recouvertes d'une toiture mobile qui peut s'élever ou s'abaisser à volonté, au moyen de cordes et de poulies ; dans certains cantons de l'Italie, dans le midi de la France, en Espagne, les blés sont entassés sans grande précaution en meules, le battage suivant immédiatement la récolte. Chacune de ces méthodes est fondée sur une raison particulière ; il est à désirer avant tout que le perfectionnement du battage, l'emploi des rouleaux, etc., permettent d'étendre la coutume du midi de la France, et dispensent ainsi de bâtiments coûteux ; mais on ne peut raisonnablement espérer de généraliser une coutume à laquelle le climat et les habitudes agricoles s'opposent invinciblement dans une partie de l'Europe. La question reste donc entière entre le système des granges et celui des meules ; nous écarterons d'abord l'assimilation entre le climat d'une partie de l'Angleterre et de l'Allemagne, et celui des départements français où les granges sont usitées. Il suffit de jeter un coup-d'œil sur les tableaux comparatifs de ces climats insérés dans la première partie de ce volume, pour juger que le climat de la France

est beaucoup plus humide, que les pluies surtout y tombent en plus grandes masses à la fois, et que par conséquent l'altération des meules est beaucoup plus à craindre. A cette différence de climat entre l'Angleterre et les provinces du nord et du centre de la France, vient se joindre une différence de constitution dans la propriété : la concentration en un très-petit nombre de mains ne permet pas en Angleterre le vol des gerbes ; en effet celui qui n'est pas propriétaire du sol ne saurait justifier de la possession des gerbes, et le crime serait patent aux yeux de tous ; en France, celui qui déroberait des gerbes à son voisin pourrait le plus souvent les réunir aux siennes, et, à moins de flagrant délit, la recherche serait presque impossible ; aussi le système des meules isolées, praticable en Angleterre, est absolument impraticable en France. Dans les départements du midi, où le foulage suit de si près la récolte, pendant toute la durée des aires, on place un homme de garde la nuit pour empêcher les vols ou les infidélités ; mais cette méthode, possible pendant un mois d'été, devient impraticable dans les pays où le battage se fait l'hiver.

La facilité du vol dans les pays de petite propriété suffit pour obliger à placer les gerbes dans une enceinte fermée: la question qui nous occupe est donc circonscrite, et nous n'avons plus qu'à décider si nous devons préférer une grange ou une cour de meules.

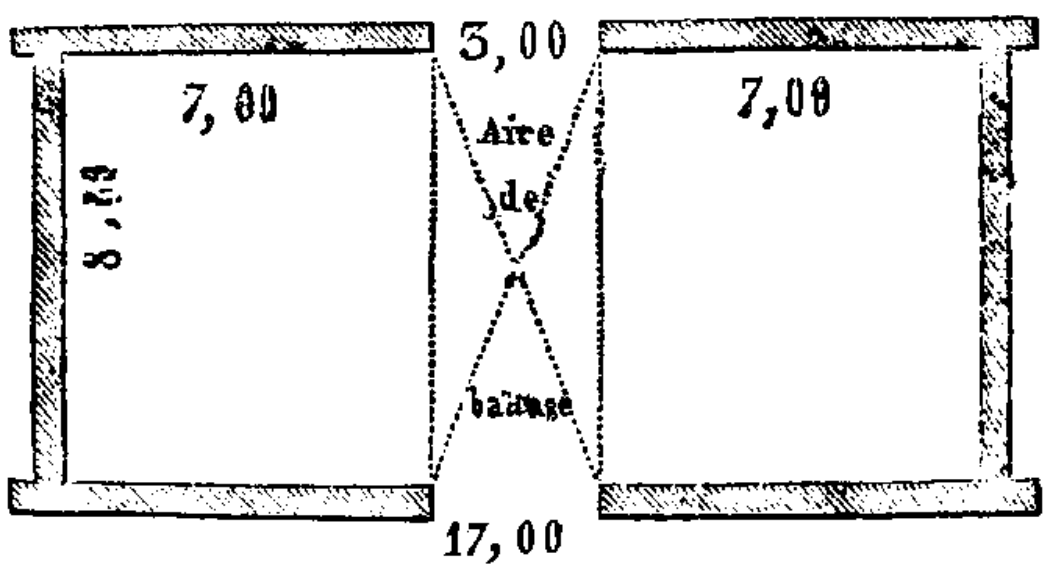
Le seul inconvénient des granges est la dépense capitale de leur établissement, qui est considérable; mais on aurait tort de s'en occuper exclusivement, car la dépense du mur d'enceinte de la cour des meules et le capital qui représente la façon annuelle des meules à l'anglaise (façon qui ne laisse pas que d'être fort coûteuse) sont aussi une charge très-onéreuse; réduite à ces termes, la question est résolue pour nous; le peu de bénéfice qu'on trouve à substituer les meules aux granges, la différence des climats, tout nous porte à conseiller l'emploi des granges, qui, du reste, sont plus

facilement soustraites aux incendies et en général aux attentats contre les propriétés, dont la multiplication est alarmante : seulement, dans beaucoup de cas, comme moyen terme, nous recommanderons de substituer aux granges des hangars couverts, qui, fermés à l'extérieur, mais ouverts sur une cour intérieure, présentent à la fois les avantages de l'aération et ceux de la sûreté.

Les propriétaires qui ne disposent pas d'un capital suffisant, et qui préfèrent s'imposer une dépense annuelle, établiront une cour des meules ; mais, pour éviter des pertes considérables, ils devront s'astreindre à construire leurs meules avec le plus grand soin, et à les couvrir en chaume.

Quel que soit le système adopté pour les granges, elles doivent être assez élevées pour permettre le passage des charrettes chargées ; le sol doit être parfaitement sec, le bâtiment doit être ouvert de manière à livrer passage aux charrettes de l'extérieur à l'intérieur, et réciproquement ; les aires de battage peuvent occuper l'emplacement même du passage ou des passages, suivant l'étendue de la grange. En combinant ces données avec celles que nous avons déjà présentées sur la capacité occupée par les récoltes, le plan (*fig.* 33) conviendrait à une grange destinée à renfermer les

Fig. 33.



récoltes en céréales d'un domaine qui en recueille 300 hectolitres, en supposant les gerbes entassées sur une hauteur de 7 mètres.

§ X.—Greniers à fourrages.

Les greniers à fourrages doivent contenir la provision de l'année pour la consommation des chevaux; cette consommation est évaluée à $12^{k}.50$ par tête de cheval et par jour; le mètre cube contenant à très-peu près 60 kilogrammes de fourrage, la capacité nécessaire par cheval et par jour est de $0^{m}.20$, et pour l'année de $365 \times 0.20 = 73$ mètres cubes, en sorte que le nombre des chevaux étant exprimé par m, la capacité des greniers à fourrages devrait être exprimée par $73m$.

Supposons 8 chevaux, comme dans l'exemple cité plus haut; la capacité de l'écurie serait, d'après la formule du § III (p. 480), de 312 mètres, la capacité des greniers à fourrages est exprimée par $73 \times 8 = 584$ mètres cubes, et la hauteur de l'écurie étant de 4 mètres, la hauteur réduite du grenier à fourrages superposé doit être de $7^{m}.50$ (1).

La consommation des bœufs est à très-peu de chose près égale à celle des chevaux; quand ils sont nourris entièrement à l'étable, la capacité des greniers à fourrages, n étant le nombre des bœufs ou vaches, doit être de $73n$. Si les bœufs sont en pâturage la moitié de l'année, la capacité des greniers se réduit à $36n$.

La consommation des moutons à la bergerie est de $1^{k}.40$ par individu et par jour en moyenne, d'après les expériences de M. Mathieu de Dombasle, en supposant la moitié du troupeau à la ration d'entretien, et l'autre moitié à la ration d'entretien augmentée de celle de production. Si donc les moutons étaient entièrement nourris à la bergerie, b étant le nombre des têtes du troupeau, la consommation serait en kilogrammes $1.40 \times 365 \times b$ ou $511 \times b$, et la capacité des greniers devrait être en mètres cubes de $8^{m}.50 \times b$; si,

(1) En raison des époques différentes de rentrée des fourrages, il suffit que les greniers aient les deux tiers de la capacité calculée, ce qui réduit la hauteur de $7^{m}.50$ à $5^{m}.00$.

comme il arrive le plus souvent, les troupeaux sont aux pâturages pendant 6 mois de l'année, la capacité se réduit à $4.25 \times b$, et cette quantité varierait en plus ou en moins, suivant le mode de nourriture des troupeaux adopté dans le pays où l'on se propose de construire.

Ces quantités doivent aussi varier en raison de l'espèce et de la taille des animaux; les expériences savantes de M. de Dombasle ont prouvé que la nourriture était proportionnelle au poids des individus, et qu'elle devait varier de près d'un quart en moins ou en plus des moyennes que nous avons présentées pour les bœufs et pour les moutons, suivant qu'on leur donnait la ration d'entretien ou la ration d'engraissement.

Ces capacités peuvent varier aussi en raison du mode de nourriture. Si une partie notable de l'alimentation est faite en racines, on doit déduire de la capacité des greniers celle qui serait occupée par les fourrages équivalents aux racines consommées; car les racines et les pommes de terre doivent être conservées dans les caves, ou mieux encore dans des silos, quand le terrain le permet. Avec cette précaution, et en se guidant d'après les éléments que nous venons de donner, on ne peut manquer de trouver la solution du problème particulier de chaque exploitation. Quant aux greniers à paille, il n'est pas nécessaire de nous en occuper ici; la paille nécessaire à la nourriture des bestiaux est bottelée dans quelques pays, dans d'autres elle est mêlée avec le foin sans bottelage, et au fur et à mesure de l'emploi; son poids est compris dans la quantité de nourriture que nous avons assignée à chaque espèce; celle nécessaire à la litière reste en grange dans les pays où le battage s'effectue en grange, se met en meule dans les pays où le battage a lieu en plein air; souvent même celle qui sert à la nourriture est laissée en meule et extraite au fur et à mesure des besoins; alors la capacité des greniers peut être diminuée de celle nécessaire à contenir la quantité de paille employée à la nourriture.

Enfin dans certaines contrées, le foin lui-même est mis en meule et garanti des intempéries, soit par des roseaux, soit par un toit mobile : ainsi donc, avant de déterminer si l'on fera des greniers, et surtout quelle capacité on leur assignera, il importe de peser chacun de ces points et d'en tenir un compte exact, pour ne pas se livrer à des constructions inutiles.

Les observations que nous avons présentées sur les granges s'appliquent en grande partie aux bâtiments destinés à la conservation des fourrages ; dans beaucoup de pays, on les dispose en meules, et leur qualité n'en paraît pas altérée ; mais il faut convenir que dans ces pays les pluies sont peu abondantes, et que les fourrages y ont une valeur beaucoup moins élevée que dans la plus grande partie de la France. Néanmoins en France même, pour certaines qualités inférieures qui, par le peu d'élévation de leur prix, ne sont pas exposées au même degré, il n'y a pas à hésiter à adopter le système des meules ; tels sont les triangles, les roseaux, les fourrages des prés marécageux en général ; mais les luzernes, les trèfles, les foins des prés de bonne qualité doivent être enfermés. Les greniers doivent être placés, autant que possible, pour les chevaux et les bœufs, au-dessus des écuries et des étables; pour les moutons, la convenance des bâtiments doit être la seule règle, et on peut les placer indifféremment, au-dessus ou à côté, car dans aucun cas le fourrage ne peut leur être distribué du grenier.

§ XI.—Des bâtiments propres à l'éducation des vers à soie.

En général, dans les pays où l'éducation des vers à soie se fait d'une manière générale, il n'y a pas de bâtiment spécial affecté à cet usage. Comme la vie des vers à soie s'écoule avant la rentrée des fourrages, les greniers peuvent être affectés à l'éducation ; les hangars, les appartements mêmes de la ferme sont souvent employés à cet usage, et il est en

effet, en principe, de mauvaise économie d'avoir un bâtiment exclusivement affecté à un service qui ne doit durer que quelques semaines ; il vaut mieux ou profiter du vide des greniers, ou s'imposer à leur défaut une gêne momentanée, d'autant mieux que, pendant toute la durée de l'éducation, les habitants de la ferme sont sur pied nuit et jour. Néanmoins il est des exploitations agricoles dans lesquelles l'éducation des vers à soie joue un rôle tellement exclusif, que les bâtiments nécessaires aux autres services de la ferme seraient tout-à-fait insuffisants; il faut alors lui affecter des bâtiments spéciaux, et c'est ici le cas d'examiner leurs dimensions, suivant les meilleurs procédés, d'autant mieux que ces considérations jetteront du jour sur les modifications qu'on pourra faire éprouver aux greniers et aux hangars, dans les pays séricicoles, pour qu'ils puissent servir commodément à cet usage supplémentaire, et déterminer, dans certains cas particuliers, soit à en augmenter les dimensions, soit à y introduire certaines dispositions qui mettront ces pièces au niveau de celles qui sont construites spécialement pour cet usage.

Dandolo affecte 52 mètres par 30 grammes de graines de vers, et pour une éducation de 600 grammes; 62 mètres par 30 grammes et pour une éducation de 150 grammes. Nous adopterons ce dernier chiffre dont l'application se rapproche beaucoup plus de la pratique, d'autant mieux que, si la quantité de vers à élever dépasse celle qui provient de 150 grammes de graines, il convient en général de séparer les chambrées. Quant à la feuille du mûrier, comme elle doit être tenue au rez-de-chaussée et au frais, on doit choisir dans les pièces de la ferme une salle à l'exposition du nord, contiguë à la magnanerie, ou du moins le plus près possible, et dont la surface, d'après Dandolo, doit être de 6 mètres carrés par 30 grammes.

Dans le système de M. Darcet, il faut une chambre à air chaud, une chambre à air froid, et un comble pour l'établis-

sement du ventilateur, que ce ventilateur soit un fourneau d'appel ou un tarare; nous avons de fortes raisons pour penser qu'on doit renoncer à la chambre d'air froid en tant que réfrigérant; en effet, dans une ventilation puissante comme celle que se propose M. Darcet, le renouvellement d'air est trop prompt pour qu'une capacité ordinaire puisse suffire au refroidissement de l'air extérieur, et l'on ne doit jamais compter que sur la température de l'air extérieur près du sol et au nord : la chambre d'air froid doit donc consister uniquement en la capacité nécessaire pour faire communiquer commodément les gaînes avec l'air extérieur au nord et près du sol; nous évaluons cette capacité à 10 mètres par 30 grammes. La capacité de la chambre d'air chaud, qui doit être séparée de l'atelier, est réglée par la commodité du service du foyer et de la transmission dans les gaînes, et peut être fixée à 20 mètres cubes par 30 grammes pour les chambrées de 120 grammes et au-dessus; pour des chambrées moins considérables, il vaut mieux s'abstenir de ces dispositions coûteuses et gênantes dans l'aménagement d'un corps de ferme. Le ventilateur doit être placé dans les combles, ce qui exige que la magnanerie soit séparée des combles par un plancher, ce qui fait perdre, dans le cas où l'on veut faire servir les bâtiments à deux usages, une capacité importante, environ 15 mètres cubes par 30 grammes de graines. Enfin, dans le cas où le ventilateur doit être mis en jeu par un manége, on doit y joindre la place nécessaire à cet établissement.

En général, le nombre des grammes de graine étant exprimé par g, les capacités nécessaires à l'éducation sont, dans le système Darcet :

	m. c.
Au rez-de-chaussée.	1.6 g.
Au 1er étage	2.0 g.
Dans les combles.	0.5 g.
Total.	4.1 g.

Dans le système Dandolo, ces capacités sont :

	m. c.
Au rez-de-chaussée.	0.7 *g.*
Au 1^er^ étage	2.0 *g.*
Total.	2.7 *g.*

§ XII.—Celliers, cuves vinaires.

La culture de la vigne est trop répandue en France pour qu'il nous soit permis de passer sous silence, malgré sa spécialité, la connaissance des capacités nécessaires à la préparation et à la conservation du vin. Nous nous bornerons à quelques indications générales, renvoyant pour les détails aux excellents traités de MM. Dubrunfaut et Chaptal.

Supposons des barriques de $1^{m}.10$ de grand diamètre extérieur, et de $1^{m}.50$ de longueur, contenant 750 litres de liquide; chaque barrique occupera une surface de $1^{m.q.}.45$; de plus, chaque rang de deux barriques devra être séparé par un intervalle de $1^{m}.40$ pour la manœuvre des barriques vides et le service de la cave, ce qui augmente cette surface de $0^{m.q.}.77$, en sorte que la surface occupée par 750 litres sera de $2^{m.q.}.20$, ou par hectolitre de $0^{m.q.}.3$ environ. Alors, la récolte étant évaluée à h hectolitres de vin, la surface de cave nécessaire serait $0.3 \times h$. D'une manière plus générale, d étant le grand diamètre extérieur des futailles en usage, et l leur longueur, la capacité nécessaire est exprimée en mètres cubes par

$$\left(\frac{1.75\ (d-0.06)}{4}\right)^{2} \pi l$$

et la surface horizontale qu'elles occupent, par

$$d\ (\tfrac{3}{2}\ l+0.05)$$

en sorte que la surface occupée par chaque hectolitre de vin sera exprimé par

$$\frac{d\ (\frac{3}{2}\ l+0.05)}{\pi\, l\ (1.75\ (d-0.06)\ )^{2}} \times 1.60$$

π étant le rapport de la circonférence au diamètre égal, comme chacun sait, à 3.1415926.

Au seul aspect de cette expression, il est évident que le diamètre des futailles augmentant, la surface occupée par hectolitre doit diminuer, puisqu'elle contient le carré du diamètre en dénominateur; ainsi, en prenant pour exemple $d = 2$ mètres $l = 2^{m}.50$, l'expression nous donne pour la surface occupée par chaque hectolitre $0^{m}.14$; ainsi, en substituant à des barriques de 750 litres des foudres de 5,670 litres, on diminue de moitié la surface occupée par la récolte. Faisant $d = 3^{m}.50$ et $l = 4^{m}.50$, nous avons, pour la surface occupée par hectolitre, $0^{m}.07$; elle est réduite à 1/4, et la capacité des foudres est de 320 hectolitres à très-peu près. Du reste, la surface est encore diminuée par cette considération que, les foudres une fois montés étant immobiles sur leur chantier, il n'est pas nécessaire, comme pour les petites pièces, de réserver un passage proportionné à leur grandeur. Quel que soit, du reste, le mode auquel on s'arrête et dont l'appréciation sortirait de notre sujet, la surface de cave à affecter aux vins en futaille est réglée par la formule, et la valeur donnée par la formule devrait être réduite à moitié ou au tiers, si la force des barriques permettait de les placer sur une hauteur de deux ou trois rangs. Quant à la hauteur du cellier, elle est réglée à 4 mètres sous clef, quand il doit contenir des barriques ordinaires; elle est déterminée par la plus grande diagonale d'un foudre quand il s'agit de grands foudres qu'on est obligé de monter sur place. En général, h étant le nombre des hectolitres, la capacité de la cave sera donc exprimée par

$$6.40\ h \times \frac{d\ (\frac{3}{2}\ l + 0.05)}{\pi\ l\ (1.75\ (d - 0.06))^{2}}.$$

Quant à la place occupée par les cuves vinaires, elle est facile à déterminer : h étant le nombre d'hectolitres, la cuve doit représenter en vide $0^{m.c.}.15 \times h$, c'est-à-dire une moitié

en sus pour la fermentation et le marc ; elle doit de plus être surmontée d'une hauteur de 3 mètres pour le foulage et le pressoir ; en sorte que, si la cuve avait 4 mètres de profondeur, la capacité affectée à son établissement devrait être, tout compris, de $0^{m}.27 \times h$. Dans les cas, très-rares selon nous, où il sera à propos de renfermer le vin dans des foudres en pierre, la capacité qu'il occupera sera réglée par la quantité d'hectolitres, en tenant compte d'un passage de 2 mètres pour le service, d'une hauteur de $1^{m}.50$ au-dessus des foudres en pierre, et de l'épaisseur des parois.

§ XIII.—Trous à fumier.

La quantité de fumier produite par une ferme est égale en poids au double de la consommation en fourrage et en litière ; la consommation en fourrage est égale à celle en litière, et les deux consommations font ensemble 25 kilogrammes par tête de cheval ou de bœuf : la quantité de fumier produite est donc par cheval ou bœuf, et par jour, de 50 kilogrammes; pour l'année, quand les chevaux et les bœufs sont supposés toujours à l'écurie, elle est de 18,250 kilogrammes. Mais cette supposition n'est jamais conforme aux faits (1) ; en général, on doit compter pour les chevaux seulement sur les 2/3 de cette quantité, et pour les bœufs et vaches, sur une proportion déterminée d'après la durée du pacage, et des travaux qui les tiennent hors de l'étable ; si le pacage est de 6 mois, on doit compter seulement la moitié de cette quantité par tête de gros bétail : en sorte que la quantité de fumier, c étant le nombre des chevaux et b celui des bœufs, serait exprimée par

$$12170 \times c + 9125 \times b.$$

(1) La quantité de fumier produite varie en raison de beaucoup de circonstances, la destination des animaux, le mode d'alimentation, la durée de la stabulation, le poids moyen; nous n'avons voulu donner ici qu'un exemple.

La quantité de fumier produite par les brebis ou moutons, d'après les mêmes principes et en les supposant hors de la bergerie pendant la moitié de l'année, est de $1{,}022 \times m$, m désignant le nombre des moutons. Le mètre cube de fumier pesant 800 kilogrammes, la quantité de mètres cubes de fumier produite par la ferme est exprimée par

$$\frac{12170 \times c + 9125 \times b + 1022 \times m}{800}$$

ou à très-peu près par

$$15.20 \times c + 11.40 \times b + 1.30 \times m.$$

D'après les excellents principes posés par Schwerz pour la confection des fumiers, et en supposant qu'on les dispose sur deux plans légèrement inclinés, séparés par une fosse où se rendent les eaux du fumier, et isolés des eaux adventices, on ne peut pas mettre le fumier sur plus de $1^m{,}50$ d'élévation moyenne, et la surface occupée en mètres carrés est exprimée à très-peu près par

$$10.10 \times c + 7.60 \times b + 0.87 \times m.$$

Pour donner une idée de la surface nécessaire à cette opération, la plus importante sans contredit de toutes celles de la ferme, prenons un exemple ; supposons une ferme exploitée par 6 bêtes de somme, ayant 8 vaches, et un troupeau de 100 bêtes à laine; la surface nécessaire à la confection et à l'entretien du fumier sera exprimée par $208^m.40$, et sera obtenue par la méthode de Schwerz au moyen de 2 aires carrées de 10 mètres de côté chacune, séparées par un fossé de $0^m.50$. Si les fumiers, ainsi qu'il arrive dans beaucoup d'exploitations, sont enlevés à deux époques distantes l'une de l'autre de sept mois, la surface nécessaire se réduit à $121^m.60$, et s'obtient par deux aires carrées de 8 mètres de côté chacune.

On comprend, sur ce simple aperçu, que, dans certains cas, il puisse convenir de placer le fumier dans la cour, si sa grandeur est proportionnée aux dimensions calculées de l'aire à fumier, et que le plus souvent il est plus à propos de laisser à la cour les dimensions qu'elle doit avoir pour les autres services, et de placer l'atelier du fumier en dehors et parallèlement aux étables, dont les eaux doivent être conduites par des rigoles dans la fosse de séparation où se trouve la pompe destinée à arroser le fumier.

Cette disposition, qui est indispensable dans de grandes exploitations, est bien préférable à l'usage dégoûtant et ruineux de placer le fumier dans un trou, au milieu de la cour, de l'entasser sur des hauteurs prodigieuses, et de laisser les eaux qui suintent en souiller toutes les approches, gâter l'eau des abreuvoirs, et entretenir dans la cour, au grand détriment de la qualité du fumier lui-même, une saleté repoussante.

On peut encore disposer les latrines de la ferme sur la fosse qui sépare l'aire à fumier en deux parties.

§ XIV.—Abreuvoirs.

Rien de si varié que la forme et la disposition des abreuvoirs; en général, leur périmètre doit être suffisant pour permettre l'approche simultanée à tous les animaux de la même écurie ou de la même étable.

Les moutons doivent boire à la bergerie même, dans des abreuvoirs portatifs en sapin reposant sur des chevalets.

Dans l'exemple que nous venons de citer, les abreuvoirs doivent être suffisants pour placer 8 bœufs, c'est-à-dire présenter au moins 8 mètres de périmètre libre.

Quant à la pureté de l'eau, qui est très-importante, on y pourvoira facilement si l'on dispose d'eaux pérennes peu profondes, et encore mieux si l'on a des eaux courantes. Lorsqu'on est privé de cet avantage, on y supplée au moyen

d'une grande citerne appelée mare, et qui, pavée d'un côté, sur un plan faiblement incliné, reçoit les eaux de pluie qui tombent directement sur elle, et celles qui, tombant sur la surface des toits, y sont amenées par des conduits; la largeur de la rampe d'accession doit être égale au développement que nous avons fixé pour les abreuvoirs, c'est-à-dire à huit mètres dans le cas présenté plus haut, à moins qu'il ne s'agisse d'une exploitation tout-à-fait spéciale et qui nécessite alors des dispositions particulières.

Nous conseillons de ne disposer la mare que d'un seul côté en plan incliné, et de garantir par un garde-corps les trois autres faces verticales; sans cette précaution, on augmenterait trop la surface évaporatoire, et la pureté de l'eau pourrait être altérée d'une manière fâcheuse pour la santé des animaux; nous n'avons pas besoin d'ajouter que la propreté la plus scrupuleuse doit présider à l'entretien de la mare, qui sera écartée le plus possible des fumiers, et purgée très-fréquemment de tous les corps que le vent ou les accidents pourraient y amener.

Quant à nous, nous préférons à la mare une citerne couverte, telle que celle décrite pages 429 et 430, tome IV, *de la Maison rustique du XIX^e^ siècle;* on évite ainsi toutes les impuretés, les inconvénients de la gelée, et l'eau peut facilement être distribuée, au moyen d'une pompe, dans les abreuvoirs supérieurs, au fur et à mesure des besoins. La capacité de la citerne, si l'eau peut se renouveler tous les deux mois, p étant le nombre des personnes adultes, c le nombre des chevaux, b celui des bœufs, m celui des moutons, v celui des porcs, est exprimée, en mètres cubes, par

$$0.61 \times p + 3 \times c + 2 \times b + 0.12 \times m + 0.20 \times v.$$

Supposons 8 personnes, 5 chevaux, 8 bœufs, 100 mou-

tons et 10 porcs; la capacité de la citerne, d'après l'article que nous citons, doit être de 49 mètres cubes, et, en supposant que l'eau soit sur une profondeur de 4 mètres, la longueur de la citerne doit être de 4 mètres et sa largeur de 3 mètres. 800 mètres carrés de toiture, c'est-à-dire un bâtiment qui aurait 100 mètres de développement sur 8 mètres de largeur, suffira à l'alimentation complète de la citerne; mais il n'est pas permis, en général, de compter sur les eaux pluviales pour l'alimentation complète de la ferme; l'article même que nous citons en est la meilleure preuve, puisqu'il conduit, pour une ferme de 50 à 60 hectares, à une surface de 2,000 mètres carrés de toiture, ce qui, nous ne craignons pas de l'affirmer, représente une masse de bâtiments hors de proportion avec l'importance de la ferme, quel que soit du reste le mode d'exploitation.

Les mares et les citernes exclusivement alimentées par les eaux pluviales doivent donc être considérées comme des auxiliaires utiles, mais elles ne sauraient suffire au service de la ferme; il est de la plus haute importance de ne jamais se placer complétement hors de portée de l'eau potable; car il est telles années (et nous l'avons éprouvé dans l'été de 1840) où l'on serait réduit aux dernières extrémités.

Les bœufs à l'engrais et les porcs doivent être abreuvés à l'étable même, et à cet effet leurs stalles ou leurs loges doivent être garnies de petits abreuvoirs particuliers.

§ XV.—Greniers à blé.

Nous avons mentionné les greniers à blé en parlant de l'habitation du fermier ; nous avons dit qu'il fallait les placer dans le corps même d'habitation et à l'exposition du nord. Leur disposition mérite une attention particulière qui

nous force à revenir sur ce sujet. Le blé, étant très-lourd, ne peut être placé qu'en couches très-minces sur un plancher ordinaire ou sur une voûte en briques, car dans le premier cas il charge trop le plancher et l'expose à rompre, et dans le second il augmente la poussée par la charge et fait donner les murs de retombée. Un grenier à blé doit être placé sur des poutres armées ou sur une voûte pleine, et alors on peut sans crainte pousser la puissance des couches jusqu'à 1 mètre de hauteur. Les conditicns de résistance remplies, il faut satisfaire à celles d'aération. La facilité qu'a le blé à se corrompre, soit par la fermentation, soit par la formation de champignons, soit par l'introduction des insectes, a fait inventer d'innombrables systèmes pour le conserver. Ces systèmes peuvent être rangés en deux classes principales : les silos et les greniers mobiles. Les silos sont fondés sur ce principe, que l'égalité de température et l'absence complète de lumière suffisent pour prévenir toute fermentation et toute végétation; et on atteint le but soit en enfouissant les grains à une certaine profondeur au-dessous du sol, soit en les scellant dans des caveaux voûtés et parfaitement rejointoyés.

Les greniers mobiles consistent quelquefois en trémies fixes avec soupape à la face inférieure ; cette soupape sert à vider les grains contenus dans la trémie, et chaque quantité que l'on tire imprime un mouvement général à la masse ; ce mouvement, qu'on peut du reste rendre plus fréquent et plus considérable en écoulant de temps en temps une partie des grains que l'on reverse dans la trémie par son ouverture supérieure, suffit pour empêcher la fermentation et la formation de ces champignons vénéneux qui altèrent d'une manière si fâcheuse la qualité des farines. On a aussi proposé que le mouvement fût donné à la masse du blé au moyen d'une ou de plusieurs vis d'Archimède, auxquelles un mouvement de rotation serait imprimé par un moteur quelconque; tous ces procédés, qui peuvent avoir de grands

avantages pour une manutention considérable, ne sont pas ordinairement applicables à une exploitation agricole, et l'on se contente, en général, de remuer les blés à la pelle dans les greniers, pendant l'intervalle qui sépare la récolte de la vente.

Il nous serait impossible d'entrer dans de plus grands détails sur les éléments des constructions rurales sans sortir des limites qui conviennent à un cours d'agriculture : il nous reste donc seulement à traiter de l'art de la construction en lui-même; c'est ce qui fera l'objet de la deuxième partie de ce travail.

SECONDE PARTIE

DE L'ÉTABLISSEMENT DES ÉDIFICES RURAUX.

CHAPITRE I.

Des matériaux.

La première partie de la science des constructions est la connaissance des matériaux employés à les élever. Cette connaissance est sans contredit la plus essentielle de celles que les propriétaires sont obligés d'avoir en matière d'architecture rurale ; en effet, ils peuvent et doivent s'en remettre d'ordinaire, pour les procédés mêmes de construction, aux gens de l'art, et leur surveillance doit surtout s'exercer sur la qualité des agents de construction.

§ I.—Moellons ou pierres à bâtir.

La France est très-riche en pierres à bâtir, et la construction des bâtiments en maçonnerie de moellons avec mortier est certainement celle qui est la plus usitée dans les bâtiments ruraux : on doit donc apporter une grande attention au choix des pierres de construction ; on peut, dans beaucoup de départements, au même prix ou pour des différences de prix insignifiantes, se procurer de très-bonne ou de très-

mauvaise pierre. Il est difficile de donner des règles générales à ce sujet; l'aspect des bâtiments anciens existant dans le pays en apprendra plus que ce que nous pourrions dire; néanmoins, comme les habitudes de plusieurs localités sont vicieuses, et comme on ne doit négliger aucun moyen de les changer, nous donnerons ici quelques indications sur les qualités qu'on doit rechercher dans une pierre à bâtir. Ces qualités se rapportent : 1° à la durée; 2° à la solidité; 3° à la forme: 4° à l'aspect.

1° La durée d'une pierre tient à la propriété qu'elle a de n'être pas gélive, c'est-à-dire d'être insensible à l'action des météores, et, dans certains pays, des vents de mer qui imprègnent les murs de particules salines.

On a successivement proposé plusieurs moyens de reconnaître si une pierre est ou non gélive; le plus connu est celui qui consiste à la plonger dans une solution concentrée de sulfate de soude, et à voir comment elle résiste à la formation des cristaux après qu'on l'a retirée de la solution. Ce moyen n'a qu'une valeur relative; certainement il y a présomption défavorable pour une pierre qui ne résiste pas à cette épreuve, mais beaucoup de pierres en sortent victorieusement et se délitent cependant sous l'action continue des météores. Certains praticiens donnent pour garantie infaillible de la bonté d'une pierre l'aspect brillant ou cristallisé de la cassure, et cependant nous avons vu des pierres à cassure brillante se décomposer rapidement, et des pierres qui ne présentent pas cet aspect subsister sans altération; nous ne pouvons trop le répéter : l'expérience des constructions anciennes, l'examen des tranches de carrières restées longtemps sans exploitation, en apprendront beaucoup plus que toutes les règles, exactes pour les localités qui les ont fait naître, mais fautives si on veut les appliquer à toute la France.

Il est cependant certaines qualités de pierre dont on peut dire avec certitude qu'elles ne sont pas gélives.

Dans cette catégorie se rangent en général les pierres calcaires à cassure vive, connues sous le nom de pierres froides, les grès compactes à pâte calcaire ou à pâte siliceuse, les granits durs, les basaltes, les pierres calcaires à cassure brillante et donnant à la cuisson de la chaux grasse foisonnant bien, les travertins, les marbres.

On doit se méfier des pierres à cassure terne, exhalant sous le souffle une odeur d'argile; des calcaires dolomitiques; des calcaires qui fournissent une chaux maigre ou une chaux hydraulique; des calcaires d'eau douce en général; des grès tendres; des granits et des schystes friables.

Les pierres dites meulières et les calcaires grossiers dits coquilliers doivent être examinés avec soin, avant qu'on puisse en autoriser l'emploi.

2° La solidité de la construction tient à deux éléments : 1° la résistance de la pierre à l'écrasement; 2° son poids. Rondelet a fait des expériences relatives à la résistance des pierres à l'écrasement, qui prouvent que cette résistance peut varier, pour les matériaux en usage dans les constructions, de 1 à 23. Ainsi, prenant pour unité la résistance de la pierre dure de Conflans, employée à Paris, on trouve 23 pour la résistance du basalte d'Auvergne. On peut répéter ces expériences pour les diverses pierres à employer, en taillant un cube régulier de $0^{m}.05$ de côté, et le soumettant à une succession d'efforts déterminés au moyen d'une presse hydraulique. Il est rare néanmoins que, dans les constructions rurales, les moellons employés pèchent par défaut de résistance; ce défaut serait d'ailleurs atténué, si l'on employait de bons mortiers hydrauliques qui suppléeraient par leur prise au manque de dureté de la pierre.

La pesanteur de la pierre est un élément important. Il est évident qu'à égalité de résistance les pierres les plus légères sont les meilleures, parce qu'elles chargent moins les murs; une simple pesée suffit pour constater cette propriété; d'après les épreuves déjà faites, la pesanteur spécifique des

pierres à bâtir varie depuis 3.06 (basalte de Suède) jusqu'à 2.07 (pierre de Conflans).

C'est à la force de résistance et à la légèreté du travertin employé dans les édifices de Rome, que les constructeurs italiens ont dû de pouvoir élever ces monuments qui nous étonnent par leur hardiesse et par leur masse; c'est à la légèreté de la pierre dure de Conflans que les constructeurs français ont dû de pouvoir l'employer dans des édifices considérables de Paris, cette légèreté faisant compensation à son défaut de résistance. La solidité des édifices, toutes choses égales d'ailleurs, varie en raison inverse de la densité de la pierre, et proportionnellement à la résistance à l'écrasement; la résistance à l'écrasement étant

Pour le travertin, de	3.30
Pour la pierre dure de Conflans, de.	1.00

et la densité

Pour le travertin, de	2.36
Pour la pierre de Conflans, de.	2.07

la solidité relative des constructions en travertin est à celle des constructions en pierre dure de Conflans : : $3.30 \times 2.07 : 1 \times 2.36$ ou, à très-peu de chose près, : : 2.5 : 1.

3° La forme de la pierre a aussi une grande importance. Plus le mortier est médiocre, plus cette importance s'accroît; ainsi, pour bâtir des murs en pierre sèche, il faut des pierres dont les lits de cassure soient plans et bien marqués, et dont le délit soit lui-même susceptible de régularité. Il est impossible d'obtenir de la solidité dans ce genre de construction, avec des pierres sans lit déterminé et à cassure irrégulière ou conchoïde; mais si, au contraire, on veut établir une maçonnerie à mortier hydraulique, la forme de la pierre n'a plus d'influence sur la solidité, et n'est recherchée que pour la régularité et la beauté des parements, et la facilité de poser les enduits.

On voit que ce que nous appelons forme de la pierre est, pour les minéraux mélangés qui la constituent, un fait analogue à celui de la cristallisation pour les corps d'une composition déterminée ; en effet, de même que la cristallisation permet de séparer ces corps avec facilité suivant des plans déterminés, de même la disposition des particules dans les pierres à bâtir leur permet de se séparer sous l'action des différents agents dont on se sert pour les débiter en blocs à faces plus ou moins planes, plus ou moins parallèles, et par conséquent plus ou moins propres à entrer dans les constructions.

4° L'aspect de la pierre est sans importance en matière de constructions rurales, d'autant plus qu'il est d'usage, en général, de la masquer par un enduit ou un blanchissage à la chaux souvent renouvelé: nous n'insisterons donc pas sur cette qualité qui tient au grain et à la couleur, et qui n'est à rechercher que pour la pierre de taille employée dans les constructions de luxe ou d'agrément.

La dimension des moellons employés dans les constructions est importante; elle est réglée à la fois par l'épaisseur des murs et par la limite du poids au-delà duquel on ne pourrait plus les charger et les manier aisément. La queue moyenne des moellons peut varier entre $0^{m}.20$ et $0^{m}.35$, et leur poids entre 10 et 30 kilog.; les pierres plus petites ne doivent servir que pour garnir l'intérieur de la maçonnerie. Nous parlerons de leur emploi quand nous traiterons de la construction proprement dite.

§ II.—Pierres de taille.

Bien que l'emploi des pierres de taille doive être nécessairement restreint, par des motifs d'économie, dans les constructions rurales, il est inévitable dans beaucoup de circonstances, et il est même quelques localités où leur usage exclusif est avantageux, à cause de la facilité d'exploitation

des carrières et du peu de main-d'œuvre qu'on emploie pour les débiter. Nous ne devons donc pas les passer sous silence.

Plusieurs des qualités de pierres exploitées comme moellons peuvent l'être comme pierres de taille, et la différence ne gît que dans la dimension des blocs et la main-d'œuvre à laquelle on les soumet : on doit donc rechercher dans les pierres de taille les mêmes qualités que nous avons décrites pour les moellons ordinaires. Il y a pourtant une distinction importante à faire ; la pierre de taille devant être débitée suivant des formes parfaitement déterminées, les pierres dures, appelées en terme de l'art *pierres froides*, sont d'un emploi beaucoup plus dispendieux que les pierres tendres ; et toutes les fois que ces dernières offriront une consistance suffisante, on devra les préférer. Ainsi, en général, on ne doit employer pour la construction des portails, des voûtes, des encadrements et des angles des constructions rurales, que des pierres de taille susceptibles d'être débitées à la scie ou au taillant.

Les exceptions à cette règle sont très-limitées et ne s'appliquent qu'à des cas particuliers où les exigences de l'exploitation demandent des arcs très-surbaissés d'une grande portée, ayant peu d'épaisseur à la clef, et qui par conséquent nécessitent l'emploi de matériaux très-résistants. Si la contrée n'offre que des pierres dures, il sera plus à propos, malgré les inconvénients de l'emploi du bois dans le corps des maçonneries, de substituer aux voûtes ou plates-bandes des pièces de charpente, ou même une maçonnerie soignée en moellons smillés avec des arcs noyés pour soulager les axes de vide et reporter les pressions sur les axes de plein.

Enfin la pierre de taille peut être remplacée, dans presque tous ses emplois, par la brique, quand il est facile de s'en procurer de bonne qualité dans le pays. Ainsi, à Bologne, à Ferrare, à Vicence, non-seulement les pilastres et les colonnes, mais encore les ornements les plus délicats d'architecture sont en briques revêtues d'un enduit général, et ces

constructions réunissent à l'élégance de celles en pierre de taille une bien plus grande légèreté.

§ III. — Briques.

La brique est une sorte de poterie faite avec une terre argileuse ou mélange de carbonate de chaux, de silice libre et d'argile (silice et alumine), jetée au moule, séchée au soleil, et cuite au feu. Les qualités des briques sont très-variables, d'après la nature de la terre employée et d'après le degré de cuisson. On sait que la silice, l'alumine et le carbonate de chaux sont séparément infusibles au feu ordinaire, et que ces substances mélangées dans de certaines proportions sont susceptibles d'entrer en fusion : on conçoit donc que les briques étant supposées cuites au même feu, la composition de la terre a la plus grande influence sur leur résistance, qui tient surtout au commencement de vitrification d'où il résulte une cohésion parfaite entre les particules. Il est certain qu'en faisant varier l'intensité du feu proportionnellement à la difficulté de fusion du mélange, on obtiendra des briques excellentes avec des terres de compositions très-variées. C'est ainsi qu'on fait des briques réfractaires avec des terres argileuses, qui ne contiennent que des traces de carbonate de chaux ; mais ces briques réfractaires ne peuvent être employées que pour la construction des foyers, des fourneaux, et pour des usages industriels. Il serait trop cher de les employer dans les constructions ; d'ailleurs, quelle que soit l'intensité du feu auquel elles ont été soumises, elles présentent toujours une résistance médiocre à l'écrasement. Les terres qui présentent une grande ténacité, et qui contiennent de 20 à 50 p. 100 de leur poids en carbonate de chaux, sont en général propres à faire des briques. Nous avons montré, en parlant de la ténacité des terres, que cette propriété tenait essentiellement à la proportion d'argile qu'elles contiennent, et par conséquent à la faiblesse du lot

nº 1 de décantation (*voir* t. I, p, 173). Ces terres se jettent au moule aisément, se cuisent à un feu ordinaire et fournissent les éléments de briques bonnes et économiques.

Nous avons cru à propos d'indiquer ainsi d'une manière générale les conditions d'une terre à brique, parce que souvent ces matériaux sont les seuls bons et économiques qu'on puisse se procurer ; et, par une heureuse compensation, les contrées dépourvues de matériaux de construction présentent souvent en abondance des terres propres à faire les briques. Notre intention n'est pas de compléter ici les notions que nous avons données, par l'indication des procédés de fabrication ; cette fabrication est un art spécial dont la description n'entre pas dans notre cadre ; un propriétaire qui se trouvera dans les conditions dont nous venons de parler trouvera toujours de l'économie à faire venir un homme du métier, qui dirigera le moulage et la construction des fourneaux, et lui évitera les fausses manœuvres.

Rien n'est plus facile que de connaître la qualité des briques faites : elles doivent être homogènes à l'aspect, quelle que soit leur couleur. Quand on les frappe, elles doivent rendre un son clair ; ce dernier caractère, qui indique une cuisson complète, est sans contredit le plus important. La densité de la brique est très-variable ; la plus communément employée a pour densité 1.65, et comme sa résistance à l'écrasement est au moins égale à celle de la pierre dure de Conflans, il s'ensuit que la solidité des constructions en briques est à celle des constructions en pierre de Conflans, toutes choses égales d'ailleurs, : : 2.07 : 1.65; mais cette proportion est bien augmentée pour les constructions en briques par leur forme régulière. La dimension des briques n'est pas indifférente ; elle doit être telle qu'elle puisse être employée dans l'épaisseur du mur, en bonne liaison, sans être remaniée. Cette condition règle la longueur et la largeur; quant à l'épaisseur, dans l'intérêt d'une bonne cuisson, elle ne doit pas dépasser 5 centimètres ; un

échantillon assez usité dans les départements du midi est celui qui a 0m.405 de longueur, 0m.27 de largeur et 0m.05 d'épaisseur ; mais, nous le répétons, c'est la dimension des murs qui doit régler l'échantillon.

§ IV. — Des mortiers.

La première condition d'une bonne maçonnerie est un bon mortier ; il est même telle qualité de mortier avec laquelle des pierres d'une nature tout-à-fait inférieure peuvent faire d'excellente maçonnerie. Par une sorte d'interversion, le mortier joue le rôle de la pierre, et réciproquement ; les qualités des mortiers tenant principalement à la chaux employée, nous allons d'abord parler de la chaux.

Les chaux se classent, sous le rapport des constructions, en quatre qualités principales : les chaux éminemment hydrauliques, les chaux moyennement hydrauliques, les chaux maigres et les chaux grasses.

Les chaux éminemment hydrauliques sont presque exclusivement composées de chaux, de silice et d'alumine ; elles peuvent admettre de 4 à 5 p. 100 de substances étrangères, soit sulfate ou carbonate de magnésie, soit peroxyde de fer ou carbonate de protoxyde de fer, soit sulfate de chaux ; mais une plus forte proportion de ces substances, et surtout des sels magnésiens, altèrent leur qualité et les rapprochent de la catégorie des chaux maigres, qui foisonnent peu et ne font pas prise, ou ne font prise que pendant un temps plus ou moins long, et sont soumises ensuite à une décomposition ou désagrégation lente.

Pour qu'une chaux soit éminemment hydraulique, elle doit contenir de 75 à 85 p. 100 de chaux, et de 22 à 14 p. 100 de silice et alumine ; une analyse très-simple permet de séparer la chaux et la magnésie de la silice et de l'alumine, et d'apprécier l'énergie de la chaux. La durée et la solidité du mortier tenant essentiellement à un état particu-

lier de la silice, qui favorise soit, selon les uns, la combinaison, soit, selon les autres, la simple cohésion des éléments qui composent le mortier, il serait fâcheux que la proportion de silice fût trop faible dans la composition de la chaux ; mais, sauf de bien rares exceptions, le rapport de la silice à l'alumine est compris dans des limites telles qu'on peut, presque avec certitude, lorsque le résidu obtenu par la séparation de la silice et de l'alumine dépasse 14 p. 100 du poids de la chaux analysée, affirmer que la chaux est éminemment hydraulique.

Les pierres à chaux éminemment hydrauliques se trouvent le plus souvent dans les calcaires tertiaires; et si l'on en rencontre dans les couches oolitiques, ce n'est que dans les rares rognons disséminés dans les bancs d'argile intermédiaires entre les couches de calcaire.

La cuisson de la pierre à chaux hydraulique demande beaucoup de feu, et un feu bien conduit et soutenu ; elle doit être mise au four en très-petits morceaux, et aussi égaux que possible ; autrement on s'exposerait à avoir un fort déchet; enfin il faut éviter avec le plus grand soin les coups de feu, à cause de la facilité qu'a cette chaux à se friter, les mélanges de chaux de silice et d'alumine, dans cette proportion, étant très-exposés à cet inconvénient. Tous ces soins élèvent le prix de la chaux éminemment hydraulique fort au-dessus de celui des autres chaux; néanmoins la différence ne peut entrer en ligne de compte avec les avantages énormes qu'offre son emploi, avec la solidité et l'économie d'entretien qui en résultent. Toutes les fois que les transports ne dépassent pas d'une quantité notable ceux qu'occasionne la chaux grasse, quand il s'agit de fondations en béton, de travaux à l'eau, etc., on ne doit jamais hésiter à employer la chaux éminemment hydraulique, et à son défaut l'énergie de la chaux doit être augmentée par l'emploi des pouzzolanes naturelles ou artificielles, dont nous parlerons plus bas.

Les chaux moyennement hydrauliques se trouvent presque partout; nous appelons ainsi celles qui contiennent de 8 à 12 p. 100 de silice et alumine, et dans lesquelles les sulfates ou carbonates magnésiens n'entrent que pour une très-faible proportion. Ces chaux, insuffisantes pour les maçonneries dans l'eau, sont excellentes pour les maçonneries hors de terre, et bien préférables, sous tous les rapports, aux chaux grasses. Il est rare, du reste, que leur prix soit de beaucoup plus élevé, et le propriétaire qui se propose de bâtir doit, pour première condition, et à moins d'impossibilité absolue, prescrire leur emploi à l'exclusion des chaux grasses. On rencontre les pierres à chaux moyennement hydrauliques dans les calcaires jurassiques proprement dits, dans les calcaires oolitiques et dans les calcaires tertiaires, quoique plus fréquemment dans les deux derniers.

La chaux maigre, appelée ainsi parce qu'elle foisonne très-peu à l'extinction, contient en général, au lieu de silice et d'alumine, de la magnésie, des sulfates de chaux et de magnésie; le plus souvent ces chaux peuvent être comprises sous le nom de chaux dolomitiques; on ne doit se fier en aucune manière à l'apparence pour les reconnaître, car souvent elles font prise d'une manière admirable, et leur défectuosité ne se reconnaît qu'à la longue; mais l'analyse chimique, et une analyse à la portée de tout homme ayant des notions de chimie, fera reconnaître sur-le-champ l'absence des éléments essentiels d'une chaux hydraulique, et la présence de la magnésie en fortes proportions. Ces chaux, bien plus dangereuses que les chaux grasses, justement par la confiance qu'elles inspirent au premier abord, doivent être absolument proscrites, à moins que les proportions de substances que nous venons de désigner ne soient assez faibles pour qu'on puisse masquer leur mauvais effet par l'addition des pouzzolanes.

La chaux grasse est très-répandue. Il est plusieurs localités où l'on ne pourrait, sans une grande augmentation de

dépense, s'en procurer d'autres; il faut donc savoir l'employer, et, avec certaines précautions, elle peut suppléer aux autres chaux; elle se reconnaît au foisonnement : toute chaux qui augmente considérablement de volume à l'extinction ne peut être rangée ni dans les chaux maigres, ni dans les chaux hydrauliques; nous allons exposer leur emploi en parlant des mortiers.

Les mortiers ordinaires doivent être composés de proportions de chaux et de sable variables suivant leur composition. Ainsi, prenant pour point de départ le mélange reconnu convenable, d'une partie en volume de chaux grasse éteinte, et de deux parties de sable, voici les mélanges que réclament les différentes natures de chaux, d'après leur composition :

DÉSIGNATION DES MORTIERS.	PARTIES OU VOLUMES de chaux éteinte.	PARTIES OU VOLUMES de sable.
Mortier de chaux grasse.	50	100
— — contenant 0.05 de silice et d'alumine.	54	100
— — contenant 0.10 *id.*	59	100
— — contenant 0.15 *id.*	64	100
— — contenant 0.20 *id*, ...	70	100

C'est une forte erreur de croire que le même dosage convient aux mortiers de chaux hydraulique et de chaux grasse; la quantité de sable qui entre dans le mortier doit diminuer de toute la quantité qui est déjà en combinaison avec la chaux; cette règle, toute rationnelle du reste, est reconnue par les ouvriers eux-mêmes, qui l'expriment en disant des chaux hydrauliques qu'elles portent leur sable.

Quant au sable lui-même, il est supposé parfaitement grenu, ne formant pas boule quand il est humide, ne salissant pas la main dans le même état, criant quand on le fait rouler entre les doigts, et essentiellement pourvu de parties siliceuses.

Il est évident que dans la confection du mortier le sable joue un rôle mécanique et un rôle chimique; le rôle chimique est l'affinité de la silice pour la chaux qui produit sinon une combinaison, au moins une forte cohésion; le rôle mécanique est la division même des particules de chaux, qui a pour effet d'abord de les mettre en contact avec de plus grandes surfaces susceptibles de combinaison; en second lieu, de former un réseau, tel que celui du sable qu'on emploie à *dégraisser* les poteries grossières, et qui les empêche de se fendre par la dessiccation ou la cuisson.

Il est évident aussi que plus les chaux contiendront en elles-mêmes de silice dans son état d'affinité avec la chaux, c'est-à-dire plus elles seront hydrauliques, plus la composition chimique du sable, réduit à son rôle mécanique, deviendra indifférente; aussi voit-on, dans les pays où la chaux communément employée est très-hydraulique, employer, en guise de sable, de la terre, de la poussière calcaire, etc., sans que la qualité du mortier en paraisse bien fâcheusement altérée. Le propriétaire qui se propose de bâtir doit donc apporter d'autant plus d'attention au choix du sable destiné à faire le mortier, que les chaux à sa disposition seront moins hydrauliques. Indépendamment des caractères physiques généraux que nous avons signalés plus haut, et qui sont toujours mentionnés dans les devis des gens de l'art, l'analyse apprendra la composition du sable, et surtout si la silice se trouve dans un état propre à la formation du mortier par la facilité avec laquelle elle fixera la chaux mise en contact; cette épreuve se fera en agitant le sable avec de l'eau de chaux, et examinant si la chaux est fixée en totalité ou en partie.

Moyennant ces précautions, on pourra obtenir d'excellent mortier avec la chaux grasse elle-même; mais nous convenons qu'elles sont minutieuses, et qu'il vaut infiniment mieux s'appuyer avec certitude sur une chaux hydraulique, de qualité reconnue, et dont le mortier fasse prise, malgré

la négligence trop habituelle des entrepreneurs, soit dans le choix du sable, soit dans la confection des mélanges.

Quand la chaux est grasse, et quand le sable est de qua lité inférieure, il faut nécessairement donner au mortier ce qui lui manque pour faire prise, c'est-à-dire lui fournir la silice dans l'état propre à entrer en combinaison ; c'est le but qu'on atteint en remplaçant le sable en tout ou en partie par des pouzzolanes naturelles (sables volcaniques), ou par des pouzzolanes artificielles (grauwackes cuites, vase cuite, argiles cuites et réduites par l'écrasement à la consistance du sable). Pour les fondations de maisons, les fosses d'aisance, les conduits de latrines, les conduits d'eau, les égouts, les bassins, etc., et toutes les parties de bâtisse en contact habituel avec l'humidité, on ne doit pas hésiter à employer ce moyen de suppléer à l'inertie du mortier. La proportion de pouzzolane qui entre dans le mortier doit varier en raison de son énergie éprouvée, et, dans tous les cas, elle doit, jointe au sable, représenter en volume deux fois celui de la chaux éteinte employée.

La bonne confection des mortiers a une grande importance; d'après les principes que nous venons de poser, on comprend que cette bonne confection tient surtout à la perfection du mélange de la chaux et du sable ; on reconnaît qu'un mortier est bien brassé quand, maniant le mortier de diverses manières avec le rabot, on ne met pas en évidence des grumeaux de chaux isolés qui se reconnaissent sur-le-champ à leur blancheur ; pour arriver à cette perfection des mélanges, on peut employer soit le corroyage ou brassage à la main, soit les moulins à mortier. Dès qu'il s'agit d'une construction de quelque importance, on doit employer le second parti, qui offre à la fois une économie notable et la certitude d'un degré de perfection qu'on obtient rarement des gâcheurs.

Dans l'un et l'autre cas, il est important de n'admettre que la proportion d'eau strictement nécessaire pour opérer

le mélange; une trop grande proportion d'eau a deux inconvénients : d'abord, en délayant la chaux, elle diminue l'énergie de son action chimique sur le sable; en second lieu, les maçonneries trop humides sèchent lentement, les habitations restent longtemps malsaines, et la force des murs est notablement diminuée jusqu'à ce que le mortier se soit débarrassé par l'évaporation de la quantité d'eau surabondante.

Quand le mortier est corroyé à la main, on doit le faire sur une aire plane en planches ; cette disposition, qui n'est pas coûteuse, facilite le jeu du rabot, permet à l'humidité surabondante de s'échapper, et empêche le mélange du sol avec le mortier. La chaux étant étendue avec le rabot sur l'aire, le sable doit être répandu à la pelle pendant que les deux manœuvres font aller vivement le rabot ; de temps en temps le mélange est relevé sur les bords, à la pelle, et jeté au milieu de l'aire, et ce travail continue jusqu'à ce que la quantité de sable, soigneusement mesurée d'avance, d'après les règles que nous avons posées, soit entièrement répandue sur le tas; alors on examine si le rabot enfoncé dans le mortier, relevé à la pelle, met de la chaux en évidence. Si toute la chaux est mélangée, le mortier est propre à être employé ; sinon, on continue à corroyer jusqu'à perfection du mélange.

Les moulins à mortier les plus ordinaires consistent en une roue de champ dont l'essieu vient s'attacher à un axe vertical, auquel on imprime un mouvement de rotation au moyen d'un manége; des racloirs mobiles avec l'axe ramènent le mélange sous la roue; le sable mesuré d'avance est jeté peu à peu sous la roue, à la pelle; un seul homme et un cheval suffisent pour la fabrication de tout le mortier destiné à la construction la plus considérable que puisse comporter l'architecture rurale.

§ V. — Du Béton.

Le béton est un mélange de gravier ou de pierres cassées, et de mortier hydraulique ; il est employé dans les fondations à l'eau ou à l'humidité, pour l'empâtement des fondations dans les terrains compressibles; pour la construction des bassins, des citernes, et, malgré la grande extension donnée à son emploi, depuis les remarquables travaux de M. Vicat sur les chaux hydrauliques, on peut affirmer hardiment qu'il est loin d'avoir atteint le développement auquel il arrivera un jour.

La proportion de gravier employée au mélange a varié avec les constructions, et elle a dû varier en effet avec la nature du gravier ou des pierres cassées employés ; le rapport du mortier et du gravier doit être tel que le mélange ne soit ni trop gras ni trop maigre, c'est-à-dire que les graviers soient empâtés sans excès ni vides : l'excès du mortier rend le béton coulant, facilite la séparation des deux éléments, et nuit ainsi à la solidité; les vides empêchent l'agrégation. On déterminera donc la proportion de mortier à employer, par la connaissance même des vides du gravier ou des pierres cassées, et qu'il est facile de déterminer ainsi : on remplit de gravier sec une caisse de fer-blanc de grandeur déterminée, on pèse, on verse ensuite de l'eau dans la caisse remplie de gravier, jusqu'à ce qu'elle arrase les bords ; la différence entre les deux poids, en grammes, détermine la somme des vides en centimètres cubes.

On verra ainsi que, dans les graviers purgés et les pierres cassées, les vides peuvent varier de 30 à 42 pour 100 du volume apparent. Les quantités de mortier employées au béton doivent varier de 50 à 62 pour 100 du volume du gravier employé; voici les proportions classées d'après les vides :

Vides.	Mortier en volume.	Gravier en volume.
30	50	100
33	53	100
36	56	100
38	58	100
40	60	100
42	62	100

Comme vérification, le béton doit cuber, après confection, 20 pour 100 de plus que le gravier employé.

Pour fabriquer le béton, le mortier hydraulique, fait soit à la main, soit au moyen du moulin, est mis sur une aire en planches; le gravier, arrosé avec une pomme d'arrosoir, est jeté sur le mortier, à la pelle, et les manœuvres ne cessent pas de corroyer fortement jusqu'à ce que la totalité du gravier soit mêlée au mortier : on opère aussi le mélange du gravier et du mortier par les moyens mécaniques, sur une aire circulaire, en se servant de rabots assujettis à un axe vertical mis en mouvement par un manége ; quand le béton est terminé, il doit paraître maigre, et juste de la consistance nécessaire pour se prendre en boule sous la pression de la main ; s'il paraissait trop gras, on ne devrait pas hésiter à ajouter du gravier.

§ VI.—Du plâtre.

Le plâtre provient de la calcination, à une température modérée, du sulfate de chaux, communément appelé pierre à plâtre; on en chasse ainsi l'eau de combinaison; on le réduit ensuite en poudre, et l'avidité qu'il a, dans cet état, pour l'eau avec laquelle on le gâche, le fait durcir et en constitue un véritable mortier.

La cuisson du plâtre se fait dans des fours, et le feu doit être conduit longtemps et avec précaution, de manière à éviter la vitrification de certaines parties et la conservation de l'eau de combinaison de certaines autres.

On reconnaît la qualité du plâtre à sa consistance ; quand il est gâché, il doit être onctueux et s'attacher à la main; il faut l'employer presque immédiatement après la cuisson ; autrement il reprend peu à peu son eau de combinaison en attirant la vapeur d'eau atmosphérique et perd complétement sa force ; aussi, s'il doit être soumis à des transports considérables, il convient de l'enfermer de manière à éviter le plus possible son contact avec l'air extérieur.

La pierre à plâtre dure fait de meilleur plâtre que la pierre tendre, employée communément comme plus facile à cuire.

Quand on emploie le plâtre, il faut éviter avec soin d'y mettre trop d'eau, en terme du métier, de le noyer : mais on doit le gâcher plus ou moins serré, suivant l'emploi ; ainsi, pour des carrelages, le plâtre, devant pénétrer dans des joints très-serrés, doit être gâché plus clair que lorsqu'il sert à poser des cloisons de briques ou à faire des encadrements de fenêtres ; enfin le plâtre employé doit être plus ou moins fin suivant les ouvrages ; et dans certains cas, qui se rencontrent rarement pour les constructions rurales, on ne doit employer que du plâtre passé au tamis.

§ VII. — Du pisé.

Quand il est impossible de se procurer économiquement des moellons ou des briques, on peut souvent les remplacer par la terre elle-même, qui, pilonnée dans des moules, acquiert, dans de certaines conditions, une solidité égale à celle des maçonneries ordinaires : toutes les terres ne sont pas également propres à cet emploi ; et si l'on rencontre d'excellent pisé dans les départements du Rhône, de l'Ain, et de l'Isère, il est malheureusement encore plus ordinaire d'en rencontrer de très-mauvais, qui donne lieu, quand l'humidité est prolongée, à de fâcheux accidents. La qualité du pisé tient à deux causes : la nature de la matière première, et la façon.

Les terres propres à piser sont, suivant Rondelet, celles qui ne sont ni trop grasses ni trop maigres, qui soutiennent un talus rapide ; la meilleure, suivant le même auteur, est la terre fraîche un peu graveleuse, ou argile sablonneuse. Cette définition de Rondelet contient en effet toutes les qualités d'une terre à piser ; pour la rendre plus nette et plus précise, nous entrerons dans quelques développements.

La meilleure règle est sans contredit l'examen de la terre dans sa position naturelle, c'est-à-dire dans les coupes du terrain, dans les chemins creux, dans les ravins, dans les déblais anciens. Quand les terres se tiennent suivant des talus verticaux, sans se déliter et sans se dégrader, il est à peu près certain qu'elles seront propres à piser ; elles seront d'autant meilleures, quand, satisfaisant à cette condition, elles contiendront peu de graviers ou des graviers très-fins. Ce point est très-important, car, pour que le pisé soit bon, il faut qu'il soit pilonné sans addition d'eau, et qu'il fasse prise par l'humidité naturelle que la terre retient; et cela ne peut avoir lieu si, avant d'employer la terre, on est forcé d'en séparer le gravier.

Quand on soumet à la lévigation les terres propres à piser, on trouve, en suivant la méthode exposée au tome I, p. 172, que le lot n° 1 est très-considérable, le lot n° 2 beaucoup moins, et le lot n° 3, composé des matières les plus fines, très-faible. Les proportions des trois lots sont les suivantes :

1er lot	71 parties.
2e lot	22
3e lot	7
Total.	100

Sous le rapport de la composition chimique, nous connaissons très-peu de terres propres à piser qui contiennent un dosage considérable de carbonate de chaux ; elles rentrent presque toutes dans la classe de celles appelées communé-

ment glaises, c'est-à-dire composées essentiellement d'argile et de silice en excès.

D'après la discussion à laquelle nous venons de nous livrer, on voit que la classe des terres propres à faire le pisé est tout-à-fait distincte de celle des terres propres à faire des briques, puisque les terres à briques non réfractaires rentrent dans la classe des marnes, et comportent nécessairement un dosage de carbonate de chaux considérable; ainsi la nature a pourvu, en quelque sorte, de matériaux de construction bons et économiques toute la surface de la terre; il ne s'agit que de les choisir avec discernement; là où la pierre-moellon de bonne qualité manque, on trouve la terre à briques, ou la terre à piser; et ces trois classes de matériaux fournissent des maisons solides, à l'abri des alternatives brusques de température et de l'action du feu.

Cointereau recommande, pour reconnaître la qualité d'une terre, de la piser dans un vase et de renverser le vase au bout d'un certain temps; si la terre reste compacte, en conservant la forme du vase, elle est, selon lui, propre à piser; cette expérience est en effet très-concluante, quand une fois on a constaté les caractères généraux que nous avons exposés plus haut.

Quand les terres ne font pas bien prise, parce qu'elles sont trop maigres, on doit renoncer à les employer seules, et on n'aurait jamais une construction solide en leur faisant faire prise par une addition d'eau; car cette eau disparaissant par l'évaporation, les murs ne présenteront qu'une faible résistance à l'écrasement, et on sera exposé à de nombreux accidents : dans ce cas, on doit arroser la terre avec un lait de chaux, en ayant soin que la masse soit également et parfaitement pénétrée; on obtient ainsi d'excellente maçonnerie, surtout si la chaux est de bonne qualité.

Enfin, la terre elle-même est employée avec les pierres en guise de mortier. La terre employée de cette manière, ne pouvant pas être soumise à la compression du pisoir, doit

seulement être douée d'une assez forte ténacité, et être employée en couches aussi minces que possible; enfin, les murs faits par ce procédé doivent être recouverts d'un enduit au mortier.

Quel que soit le soin avec lequel on exécute ces constructions, dans lesquelles la terre entre soit comme élément principal, soit comme mortier, on ne doit jamais les appliquer qu'aux parties des édifices situées au-dessus du sol, et qui ne sont jamais exposées soit à séjourner dans l'eau, soit à une humidité constante; ainsi on peut s'imposer pour règle de ne les établir que sur un socle en maçonnerie hydraulique, ou tout au moins en maçonnerie ordinaire, élevé de 1 mètre au-dessus du terrain naturel.

§ VIII. — Bois.

Les bois sont employés à la construction des planchers et des combles, et quelquefois aussi à celle des murs. Quand ils sont affectés à ce dernier usage, équarris et assemblés d'une manière régulière, la construction porte le nom de pans de bois, et les remplissages se font soit en maçonnerie ordinaire, soit plus ordinairement, et pour moins charger, en maçonnerie de briques ou de plâtras et gravats, comme on le fait souvent à Paris. Quand les bois sont employés bruts, la construction porte le nom de colombage, et les intervalles sont remplis soit en torchis, soit en pisé; dans ce dernier cas, la construction même ne comportant pas une grande durée, et le principal but étant l'économie, on emploie les bois que fournit la localité, en les choisissant sains, et sans trop se préoccuper de leur qualité.

La construction à pans de bois, au contraire, s'applique à des édifices de toute sorte; le choix des bois est extrêmement essentiel; il est très-imprudent d'employer le sapin à ce genre de construction : l'humidité, le contact de la maçonnerie le détruisent rapidement; le chêne doit être choisi

à l'exclusion des autres bois. Si les procédés de conservation des bois, présentés par M. Bouchcrie, étaient assez consacrés par l'expérience pour offrir une garantie suffisante, le cercle des essences à employer serait très-étendu; mais, dans l'état actuel de nos connaissances, la méthode de M. Boucherie offre trop d'incertitude et trop peu d'économie pour les bois de la dimension de ceux employés aux constructions, pour qu'on puisse la conseiller.

Pour les charpentes et planchers, la résistance, l'économie, la légèreté, la durée même, avec certaines précautions que nous indiquerons plus loin, s'unissent pour faire préférer le sapin aux autres bois; on trouvera cependant, dans des circonstances particulières, de l'économie à employer le peuplier d'Italie, qui offre une grande force de résistanse, et qui, choisi avec soin, a encore assez de durée.

Les essences résineuses, autres que le sapin, telles que le mélèze, le cyprès, l'épicéa, sont d'un prix trop élevé pour pouvoir être appliquées aux constructions rurales. Le peuplier blanc est un mauvais bois de construction; le châtaignier est un bon bois, mais il ne pourrait pas être exploité économiquement. Le choix des bois destinés aux constructions est très-essentiel, puisque c'est de ce choix que dépend la durée. Le bois employé doit en général être parfaitement sec; le centre de la pièce doit avoir une plus forte densité que la circonférence; cette circonstance prouve que l'arbre qui l'a fourni a été abattu en pleine vigueur, et est la plus sûre garantie que le bois n'est pas menacé de la pourriture sèche, ce qui est la maladie la plus difficile à pronostiquer.

Toutes les autres maladies des bois sont faciles à reconnaître, parce qu'elles sont apparentes; ainsi, on doit rejeter les bois présentant des nœuds vicieux, des chancres, des roulures, des fentes, des piqûres et le double aubier. Les nœuds sont vicieux quand ils ne sont pas adhérents, et forment ainsi dans les fibres une solution de continuité qui diminue la résistance des pièces; les chancres se reconnais-

sent à la coloration particulière du bois et à son ramollissement; la roulure est la non-adhérence des couches concentriques, c'est un des défauts les plus graves et qui diminue le plus la force des pièces; on le reconnaît aisément en faisant scier une tranche mince de la pièce; les fentes ne sont un défaut que quand elles traversent les pièces et diminuent ainsi leur résistance; le double aubier est un défaut très-grave, qui se reconnaît aisément et au peu de dureté du bois, et à l'étendue de la coloration particulière à l'aubier. Les piqûres se distinguent au premier coup-d'œil, et on ne doit, sous aucun prétexte, employer des bois déjà attaqués par les insectes. Le chêne, en particulier, ne doit être admis qu'avec défiance quand il est rouge; cette couleur indique que l'arbre vivant se couronnait, ce qui est un mauvais indice pour la durée et la qualité du bois.

§ IX.—Des fers.

Les fers se distinguent en fers fondus ou fontes, et en fers proprement dits. Les deux espèces principales de fontes sont la fonte douce et la fonte aigre; la fonte douce, fortement carbonée, a le grain gris et égal; elle est assez facile à travailler. La fonte aigre est ordinairement d'une teinte plus claire; elle coule mieux et est plus propre au moulage.

Les variétés de fer sont très-nombreuses, et nous les distinguerons suivant leur emploi. Les fers qui doivent être soumis à des efforts de traction, tels que ceux qu'on emploie pour tirants, boulons, etc., doivent être à la fois doux et nerveux; on les reconnaît à leur malléabilité, à leur constitution fibreuse, à leur couleur qui est grise. Les fers qui sont destinés à supporter des charges considérables doivent se rapprocher, par leur constitution, de l'acier; la cassure doit être grise, et le grain petit, un peu nerveux; ils doivent offrir de la résistance à la flexion, c'est-à-dire une certaine élasticité.

Les fers dont le grain est gros et cristallin, et la couleur blanchâtre, doivent être rejetés.

§ X.—Du torchis.

Nous avons passé en revue les divers genres de matériaux propres à fournir des constructions solides et saines ; mais nous sommes loin d'avoir épuisé l'examen des systèmes que certaines circonstances particulières ou la misère ont fait adopter; tel est le torchis, qui consiste en un mélange de terre grasse et de paille hachée, et souvent de bouse de vache, avec lequel on remplit les cases laissées vides par un système de charpente en bois brut, ou avec lequel on enduit des palissades : c'est un très-mauvais système de construction, qui ne résiste que grâce à l'enduit dont on le recouvre; encore, malgré cette précaution, les matières organiques qu'il contient entrent en décomposition et les murs se détruisent. Nous n'insisterons pas davantage sur des combinaisons que l'art réprouve, et nous examinerons l'emploi des différents matériaux que nous avons décrits.

CHAPITRE II.

De la construction.

§ I. — *Des fondations.*

Le bon établissement des fondations est le point le plus important de la construction; il faut qu'une fondation soit : 1° incompressible ; 2° composée de matériaux résistants; 3° établie de manière à mettre les murs à l'abri de l'humidité.

Quand le sol lui-même, sur lequel on se propose d'établir une construction, est incompressible, il suffit de le déraser suivant des plans parfaitement horizontaux, pour égaliser les pressions et éviter les glissements, et d'établir les maçon-

neries sur le sol dérasé. Quand le sous-sol incompressible est surmonté d'une couche compressible, il faut, autant que possible, pousser les déblais jusqu'au sol incompressible, le déraser comme nous l'avons dit plus haut, et faire reposer les constructions sur ce sous-sol.

Ces opérations donnent lieu quelquefois à d'assez grandes difficultés et à d'assez grandes dépenses; néanmoins ces difficultés et ces dépenses sont inévitables et ne dépassent jamais, du reste, une certaine limite, quand le sous-sol incompressible n'est pas très-profond; si ce sous-sol était à une trop grande profondeur, le cas se rapporterait à celui des fondations dans un terrain compressible, dont nous parlerons plus bas.

Toutes les fois que, dans les fouilles pour fondations, on ne trouve pas d'eau, ces fouilles sont faciles; seulement, à moins que le terrain ne soit d'une solidité reconnue, on doit étançonner la fouille avec soin, dès que sa hauteur dépasse 1^{m}.40; cet étançonnement consiste en planches appliquées contre les parois, et assujetties par des pièces horizontales qui portent d'une paroi à l'autre; quelquefois, lorsque le terrain a une grande poussée, il ne faut pas faire porter directement les étrésillons sur les planches, mais bien sur des traverses verticales qui s'appuient sur les planches. Si l'on rencontre de l'eau, il faut s'en débarrasser pour continuer les fouilles; le moyen le plus simple consiste ordinairement à faire communiquer, au moyen d'une rigole, le fond des fouilles avec un niveau inférieur; à défaut de ce moyen, on peut faire écouler les eaux, soit au moyen d'un simple baquetage, soit au moyen d'un chapelet mis en jeu par un manége, soit enfin au moyen des vis d'Archimède; mais ce dernier moyen suppose une quantité d'eau considérable, et est si coûteux qu'on n'a jamais occasion de l'appliquer dans les constructions rurales.

Quand la quantité d'eau est considérable, on a souvent de l'économie à mettre les constructions en communication

avec le sol incompressible, par l'intermédiaire de pieux bruts, battus avec une petite sonnette ou à la masse. Si les pieux devaient dépasser une certaine longueur, ce procédé deviendrait trop dispendieux, et alors il conviendrait d'appliquer des moyens économiques pour établir des fondations sur terrain compressible. Les moyens économiques à employer pour corriger la compressibilité du terrain sont très-variés; le plus sûr consiste à battre des pilots à refus, et à établir la fondation sur une plate-forme reposant sur ces pilots; mais ce moyen n'est guère applicable quand il s'agit de constructions rurales. On peut suppléer à ces pilotages coûteux par ce qu'on appelle une fondation à pieux perdus, dans laquelle des bois sans sujétion, apointés et durcis au feu, sont simplement enfoncés à la masse, les intervalles garnis de pierres chassées au maillet, et les fondations établies sur une première couche de libages reposant sur le bois et posés à sec.

Une autre méthode consiste à creuser la fondation, à remplir de sable sur une hauteur de 0^{m}.80 à 1 mètre, à mouiller le sable pour lui faire prendre tout son tassement et à bâtir dessus. L'effet de ce procédé est dû à la communication latérale des pressions que transmet le sable; il résulte de cette transmission que le développement des parois de la fouille s'ajoute au fonds, pour augmenter l'empâtement. On peut prendre l'empâtement directement, en donnant aux fondations un grand excès de largeur sur l'aplomb des murs; dans ce cas, pour être sûr de l'égale répartition des pressions sur toute la surface de l'empâtement, il est à propos de substituer à la maçonnerie ordinaire, ou même à pierre sèche, employée souvent dans les fondations, une bonne maçonnerie hydraulique bien garnie, et mieux encore un béton dont toutes les parties sont homogènes et solidaires.

Il résulte de l'examen auquel nous venons de nous livrer que la solidité des fondations s'obtient exclusivement par deux procédés, la solidification du terrain ou l'empâtement;

si le terrain est naturellement incompressible, l'établissement se fait directement à une petite profondeur et sans difficulté; si le terrain incompressible est couvert d'une couche compressible de peu de puissance, on arrive par une fouille à la couche incompressible, et le cas est ramené au précédent; si on rencontre de l'eau, on l'écarte de la fouille par une rigole, par un baquetage, ou même par un chapelet mis en jeu par un manége. Si ces moyens d'épuisement sont insuffisants, on met, par des pieux, le niveau de la fondation en communication avec la couche incompressible; si ces pieux doivent dépasser une longueur de 2 mètres, on supplée à la compressibilité du terrain, ou par des pieux perdus, garnis d'éclats de pierres, ou par un excès de largeur donné à la fondation, ou par une couche de sable siliceux, mouillé de 0^{m}.80 à 1 mètre d'épaisseur.

Dans certains cas, on pourra être forcé d'établir les fondations dans l'eau : alors il convient souvent de couler entre des planches un massif de béton hydraulique, jusqu'à une hauteur de 0^{m}.30 au-dessous du niveau des basses eaux d'été, et à bâtir sur le massif comme sur un rocher artificiel; il va sans dire qu'on s'est assuré de la solidité et de l'horizontalité du fonds avant de couler le béton. Dans le cas où ces deux conditions ne seraient pas remplies, on devrait, avant tout, procurer l'horizontalité par des draguages ou des mines au besoin, et suppléer à la solidité qui manque par un pilotage ou par un excès de largeur dans les fondations; le système bien simple de pilotis espacés d'un mètre, battus avec la petite sonnette à tiraudes et empâtés dans le béton, réussit d'ordinaire parfaitement.

Enfin, il est certaines circonstances où l'emploi des plates-formes, de caissons, etc., est indispensable; mais ces procédés rentrent dans l'art de l'ingénieur et ne sont pas applicables aux constructions rurales; les propriétaires qui se trouveraient, par extraordinaire, dans le cas de les employer, devront recourir aux Traités de Belidor et de Gauthey sur la

matière, ou mieux encore faire appeler un ingénieur qui les fixera sur les procédés à employer.

§ II.—De l'établissement des maçonneries.

La meilleure saison pour établir les maçonneries est le printemps; en été la grande chaleur opère trop promptement le desséchement des parties faites, et empêche leur liaison avec celles qu'on superpose ; en automne les maçonneries sèchent difficilement, sont atteintes par la gelée quand elles sont encore chargées d'humidité, et il en résulte la décomposition du mortier ; en hiver ces inconvénients sont immédiats. Si la durée du printemps n'est pas suffisante, on peut continuer les constructions pendant l'été, en ayant soin de tenir les couches successives bien arrosées; mais, en général, hors des mois de mars, avril, mai et juin, on ne doit pas faire d'ouvrages en maçonnerie.

Il est d'usage de poser toujours une couche de maçonnerie en libages secs, ou pierres sèches, dans les fondations : cet usage est excellent ; il arrive souvent que les fondations, reposant sur un fonds peu perméable, coupent et interceptent des couches perméables, et les murs seraient exposés à une humidité très-fâcheuse sans cette assise en pierres sèches, qui permet la filtration, par-dessous le mur, de l'eau des couches interceptées.

Cette première assise posée, on élève les fondations jusqu'au niveau du terrain en maçonnerie ordinaire, en ayant soin de mener les parements aussi soigneusement pour l'aplomb que s'ils étaient vus, de placer les pierres en bonne liaison, de garnir de mortier suffisamment, pour que chaque pierre, assurée au marteau, le fasse refouler; de ne laisser en aucun point le mortier sur de trop grandes épaisseurs, et de garnir les flaches avec des fragments de pierre ; enfin les angles des fondations doivent être fortifiés par des pierres de taille posées *carreaux* et *boutisses*, et, à défaut,

par de forts moellons qui figurent cet appareil. Quelle que soit l'épaisseur donnée aux murs, les fondations doivent excéder cette épaisseur de 0 .10 au moins.

On élève les murs avec les mêmes précautions que les fondations, en rectifiant très-fréquemment l'aplomb et le niveau des assises. On doit faire les ouvertures en même temps qu'on élève les murs; les ouvertures doivent être garnies en pierres de taille ou en briques, ou en moellons de choix, et il est bon, pour empêcher les pressions sur les plates-bandes, de les protéger par une voûte en arc de cercle, noyée dans l'épaisseur des maçonneries.

Quand on établit une ouverture de grande dimension, telle qu'un portail, ce qui ne se fait qu'au rez-de-chaussée, on doit, si le portail est en voûte, le placer à une distance des angles qui permette au mur de résister à la poussée ; le minimum de cette distance est le tiers de l'ouverture. Quand la disposition des constructions oblige à placer un portail à une distance moindre, on doit remplacer la voûte par une traverse en chêne.

Il convient, en général, de placer les planchers au fur et à mesure de l'élévation des murs, car il est plus facile alors de sceller les poutres, et la solidité des murs eux-mêmes est considérablement accrue par ce scellement ; on ne doit renoncer à cette règle que lorsqu'on n'a pas la certitude de pouvoir couvrir la construction dans la campagne. Il faut aussi, et par les mêmes raisons, placer la toiture en terminant les maçonneries.

Les épaisseurs des murs suffisantes pour la solidité, si la maçonnerie est bien faite, c'est-à-dire si les aplombs sont bien conservés, si les matériaux sont bons, et si le mortier fait bien prise, sont les suivantes : une épaisseur de 0m.40 pour les murs en brique, de 0m.35 pour des murs en pierre de taille, garantit suffisamment la solidité de toutes les constructions rurales. Des murs en bonne maçonnerie hydraulique de 0m.45 au rez-de-chaussée, et de 0m.35 au second

étage, offrent aussi une résistance satisfaisante; mais la condition de la résistance n'est pas la seule qu'il convienne de remplir. Il importe que les murs soient assez épais pour ne pas se prêter brusquement aux variations de température, sans quoi les bâtiments deviendraient incommodes et malsains. Le minimum d'épaisseur pour remplir cette condition doit être de 0m.55 au rez-de-chaussée, réduits à 0m.40 au second étage, quand il y a deux étages. L'augmentation de façon qui en résulte est nulle, et la dépense ne consiste qu'en un supplément de matériaux très-peu coûteux.

Les cheminées et fosses-d'aisance doivent être menées de front avec la construction du reste de l'édifice; il est facile alors de conduire les tuyaux de manière à éviter la rencontre des pièces de charpente et la communication avec les parties voisines ou l'altération de ces parties. Les cheminées ou les tuyaux placés ou pratiqués après coup offrent toujours des fentes, des solutions de continuité ou des rencontres dont l'incommodité pèse éternellement sur l'édifice.

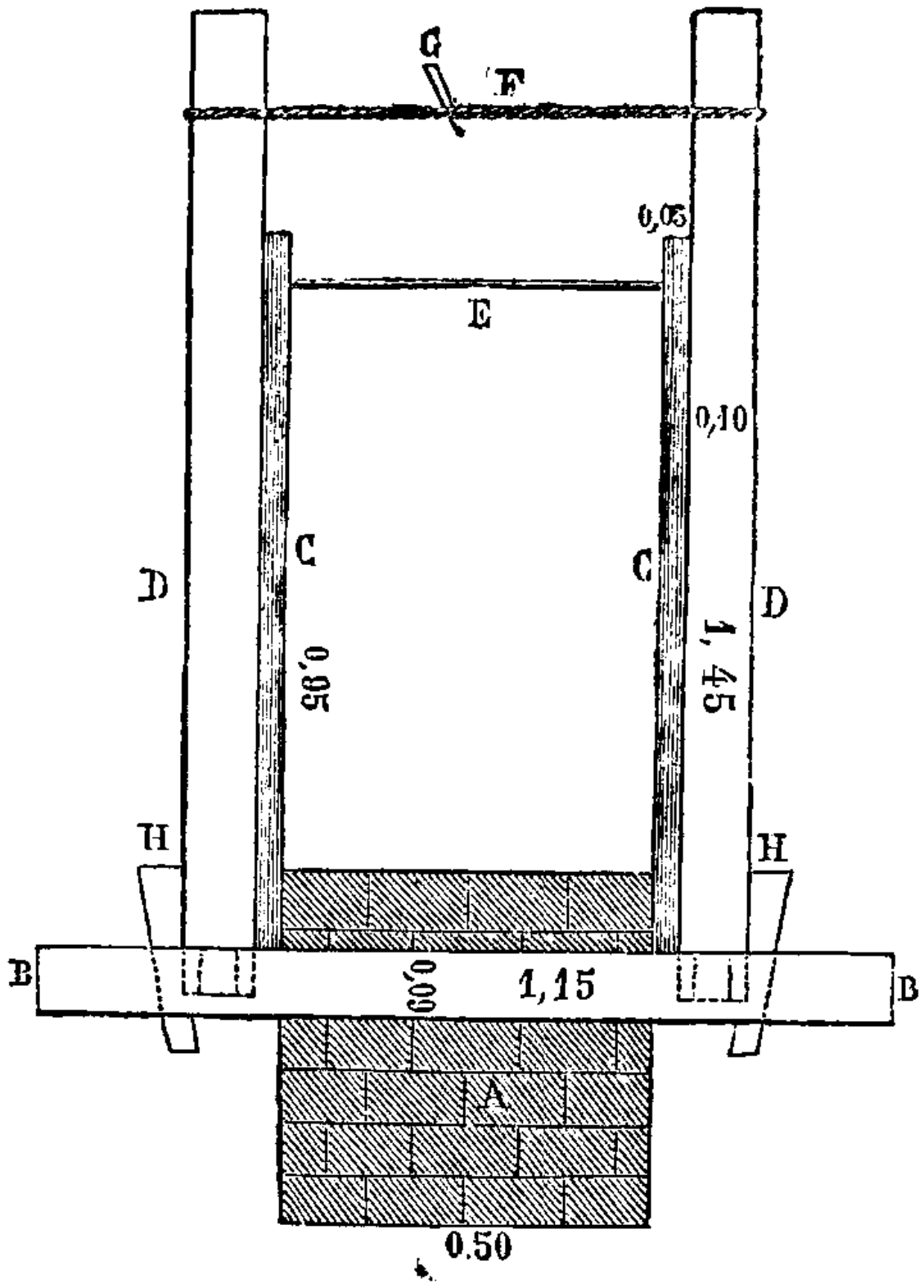
§ III.—De l'établissement des murs en pisé.

Les principes qui doivent guider dans l'établissement des maçonneries en pisé sont très-importants, car, par l'observation de ces principes, on obtient de la très-bonne maçonnerie, et, en les négligeant, on en fait de très-mauvaise ; et il est certainement à désirer qu'un procédé qui permet d'établir économiquement dans toute la France des maisons incombustibles, saines, chaudes en hiver, fraîches en été, soit bien connu et prenne de l'extension.

On établit d'abord en maçonnerie ordinaire les fondations et le socle, jusqu'à une hauteur de 0m.75 au-dessus du terrain naturel ; cette précaution est indispensable, car le pisé exposé continuellement à l'humidité se détruirait ; le socle construit, on place l'encaissement dans lequel doit être battu le pisé, et dont nous donnons (*fig.* 34) la coupe

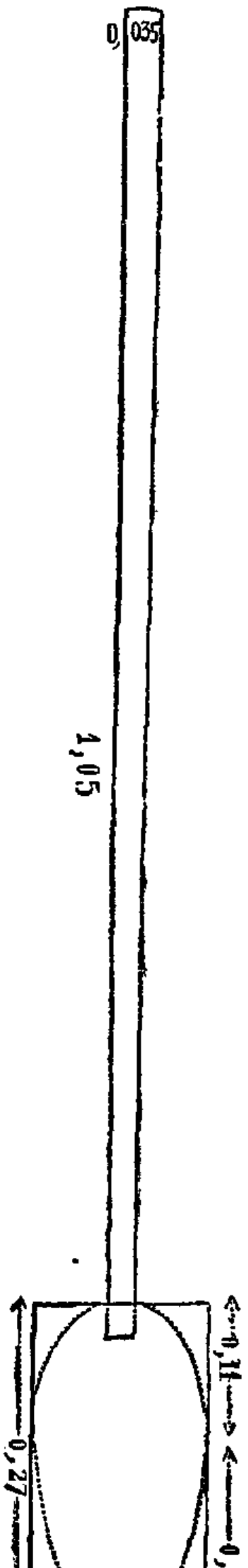
d'après Cointereaux, le meilleur guide dans ce genre de constructions.

Fig. 34.



A représente le mur, que nous supposerons de 0m.50 d'épaisseur; BB représente des pièces de bois dur, posées au travers du mur, dans des tranchées réservées ou pratiquées expressément pour cet objet; ces pièces, appelées clefs, sont espacées d'un mètre d'axe en axe; elles ont 1m.15 de longueur et 0m.09 d'équarrissage, et sont destinées à porter l'encaissement; à cet effet, elles sont entaillées de deux mortaises; ces mortaises reçoivent les tenons des pièces DD, qui portent le nom de poteaux, et qui doivent avoir à peu près 1m.45 de hauteur, et 0m.10 sur 0m.08 d'équarrissage. Les poteaux DD embrassent les planches CC du moule; ces planches, qui doivent être assemblées à languettes et parfaitement blanchies au rabot, pour que la terre n'attache

Fig. 35.



pas, sont renforcées en dehors par deux ou trois barres verticales clouées et rivées; le moule doit avoir 0m.95 de hauteur; les planches, réduites au rabot, ont 0m.03 d'épaisseur, et la longueur du moule doit être de 3m.30 environ. Le moule posé doit embrasser la maçonnerie inférieure sur une hauteur de 0m.08. Les poteaux DD sont serrés contre le moule et maintenus dans leurs assemblages par des coins HH; la distance du moule est maintenue dans la partie supérieure par une tige E, dont la longueur est calculée sur le fruit du mur, et qu'on appelle gros de mur. Enfin, les poteaux DD sont serrés en haut, au moyen d'une corde F, dans laquelle on passe un bâton G.

Le mode d'encaissement étant ainsi bien déterminé, la forme de l'outil qui sert à piser ou massiver la terre est très-importante. D'après Cointereaux, cet outil doit être fait en bois dur, et encore mieux en racine de bois dur; le morceau doit être amené par l'équarrissage à un bloc régulier de 0m.27 de longueur (*fig.* 35), de 0.16 de largeur, et de 0m.13 d'épaisseur (*fig.* 36). On trace un ovoïde, ainsi qu'il est figuré à la *fig.* 35, sur chacune des deux faces; on délarde le bois en suivant une génératrice rectiligne qui se meut horizontalement sur les deux ovoïdes parallèles, et forme ainsi une surface cylindrique droite; cela fait, on abat et on arrondit les angles, et on emmanche avec un bâton de 1m.05 de longueur, de sorte que l'outil ait en tout 1m.32.

Fig. 36.

Le moule étant en place, on rend sa lar-

geur encore plus invariable au moyen de petits tirants en fer, communément appelés *sergents*. Si le moule arrive jusqu'à un angle, on le ferme au moyen d'une tête qui est faite en planche, et qui remplit exactement la section du moule.

Ces dispositions prises, on coule un peu de mortier dans le pourtour de l'encaissement, pour empêcher la terre de couler entre les joints; on met la terre dans le moule, sur $0^{m}.08$ ou $0^{m}.10$ au plus d'épaisseur; on place trois ouvriers par moule, en mettant le plus habile à l'angle, et ils massivent la terre jusqu'à ce que le coup de pisoir ne fasse plus d'impression ; on remet alors une nouvelle couche que l'on massive de la même manière. On pise droit du côté où il y a un angle, ou une porte, ou un ouvrage qui nécessite un appareil droit, et en retraite de 1 de base pour 2 de hauteur, quand on est dans l'épaisseur du mur, et quand, par conséquent, la tête du moule est inutile.

Pour pouvoir facilement enlever les clefs, on les recouvre de pierres plates afin que la terre ne les presse pas dans les tranchées : le pisé étant battu jusqu'au haut du moule, on défait l'échafaudage, et on fait glisser le moule de manière à ce qu'il embrasse par son extrémité de $0^{m}.03$ le haut du talus de la partie exécutée, et ainsi de suite ; on termine l'assise en plaçant la tête du moule quand on arrive à une partie de l'édifice qui oblige à terminer le pan verticalement. Pour faire l'assise supérieure, on trace à la pioche la position des clefs, en les déterminant de manière à ce que les joints coupent ceux de l'assise inférieure, et la construction continue de la même manière jusqu'au haut de l'édifice.

Souvent, au lieu d'arriver jusqu'aux angles avec le pisé, on fait les angles en pierre de taille ou en pisé mortiéré par assises plus minces, et on monte ces angles en même temps qu'on élève le pisé ; on réserve de même, aux encadrements des portes et fenêtres et aux cheminées, l'espace suffisant pour établir ces encadrements et ces cheminées en pierres de

taille ou en briques ; le plus souvent on ne réserve pas les cheminées, mais on les établit après coup en briques, dans le corps même du pisé.

Nous avons voulu donner quelques détails sur une méthode de construction dont l'extension est à désirer et qu'il serait, sur beaucoup de points, avantageux de substituer aux constructions en bois, et très-économique de substituer aux constructions en pierres.

Nous ne parlerons pas ici des constructions en bois ; outre qu'elles ne doivent pas être préconisées, elles tiennent plus particulièrement à l'art de la charpente, sur lequel nous allons donner des notions; du reste, nous avons indiqué précédemment les principes de ce genre de construction.

§ IV.—De la charpente.

Nous avons exposé plus haut les règles générales qui doivent guider le propriétaire dans l'examen des bois de construction qu'il se propose d'employer. Nous allons parler de leur mise en œuvre : les principes qui doivent guider dans l'application des bois de charpente aux planchers et à la couverture des édifices sont de la plus grande simplicité ; et cependant, à l'aspect de la plupart des bâtiments ruraux, on les croirait complétement ignorés. Nous allons les rappeler et en tirer les conséquences.

La résistance à la flexion d'une pièce de charpente, supportée sur deux appuis, est inverse au carré de la longueur, et proportionnelle au produit de la largeur par le cube de la hauteur.

La résistance à la rupture est proportionnelle, dans ce cas, à la largeur multipliée par le carré de la hauteur, et inverse à la longueur.

Lorsque la pièce est encastrée solidement par les deux extrémités, la résistance à la rupture est double de ce qu'elle ersait si la pièce reposait simplement sur des appuis ; mais

nous devons observer que ce cas d'encastrement parfait est très-rare dans la pratique, et qu'on ne doit pas compter sur une augmentation de résistance aussi forte.

Deux ou plusieurs pièces superposées ou liées de manière à pouvoir glisser dans le sens de leur longueur ont une résistance totale égale à la somme de leurs résistances partielles; deux pièces invariablement liées par des assemblages et des boulons résistent comme une pièce unique : ainsi, 1 représentant la hauteur de chacune des pièces, dans le premier cas la résistance à la rupture est proportionnelle à 2; dans le second cas, elle est proportionnelle à 4, c'est-à-dire deux fois plus grande.

Quand une pièce est supportée en son milieu, les deux parties résistent séparément à la rupture, comme si chacune d'elles était encastrée à ce point intermédiaire. Toutes les fois que, par un assemblage invariable, on fixe un point d'une pièce, la pièce se trouve divisée, à partir de ce point, en deux parties qui se comportent comme si elles étaient encastrées à ce point : leur résistance à la rupture est donc augmentée dans le rapport de la longueur de la pièce totale aux longueurs des pièces séparées.

Si l'assemblage se compose d'une liaison invariable avec des pièces flexibles, comme cela arrive le plus communément, la résistance de ces pièces à la flexion vient s'ajouter à la résistance propre de la pièce assemblée; on a fait une pièce armée.

Ces principes, examinés dans tous leurs détails, comporteraient des considérations d'une nature trop élevée et des modifications qu'il ne convient pas de discuter ici, ce que nous avons dit étant très-suffisant pour ce que nous avons à exposer.

Les planchers ordinaires consistent en poutres grossièrement équarries, sur lesquelles on place des solives transversales; sur ces solives on cloue des lattes ou liteaux qu'on joint avec du plâtre et qu'on recouvre d'un briquetage.

L'expérience a prouvé que des poutres en sapin de 0m.25 d'équarrissage, encastrées dans les murs par leurs extrémités, pouvaient supporter sans flexion sensible une portée de 7 mètres, en les espaçant de 2 en 2 mètres d'axe en axe, et c'est la méthode la plus communément employée. La résistance à la rupture de ces pièces est proportionnelle à

$$\frac{0.25 \times \overline{0.25}^{2}}{2} = 0.0078$$

Supposons des pièces de 0m.15 de largeur sur 0m.30 de hauteur, espacées de 1m.70; la résistance à la rupture de ces pièces est proportionnelle à

$$\frac{0.15 \times \overline{0.30}^{2}}{1.70} = 0.0079$$

Ainsi la seconde combinaison est la plus avantageuse pour la résistance, et cependant le cube de bois employé est, dans le premier cas, proportionnel à $\frac{\overline{0.25}^{2}}{2} = 0.031$, et dans le second cas à $\frac{0.15 \times 0.30}{1.70} = 0.026$, c'est-à-dire qu'il est diminué de 20 pour 100. Nous devons ajouter de plus que la résistance à la flexion, étant proportionnelle au cube de la hauteur, est augmentée dans le second cas. Enfin, c'est à tort que nous avons supposé la charge proportionnelle à l'espacement des poutres, car les solives ont besoin d'une force moindre pour un espacement de 1m.70 que pour un espacement de 2m.00, et la dépense et la charge du plancher sont diminuées par cette considération.

C'est donc une faute grave, en matière de construction, que d'employer ces gros bois équarris, dont on tirerait un parti beaucoup plus économique et plus avantageux en les refendant. Il est pourtant une limite à la diminution d'épais-

seur des pièces : nous croyons que cette limite doit être fixée à $0^m.12$; ainsi, toutes les fois qu'on emploiera des bois de moins de 0.24 d'équarrissage, il conviendra de les employer sans les refendre, autrement on s'exposerait à une destruction trop rapide des pièces ainsi réduites.

Quand les pièces ont une portée plus grande que celle que nous venons d'indiquer, les principes posés plus haut permettent d'apprécier leurs dimensions d'après la résistance ; ainsi a désignant la portée, b la largeur et c la hauteur des pièces, et l'espacement étant supposé constant, on doit avoir

$$\frac{bc^2}{a} = \frac{0.15 \times \overline{0.30}^2}{7}$$

Supposons $a = 9$ mètres, il vient $bc^2 = 0.0173$; si nous supposons une pièce refendue et $b = \frac{1}{2}c$, il vient $\frac{1}{2}c^2 = 0.0173$, d'où $c = 0^m.33$ et $b = 0^m.165$. Néanmoins, dans la pratique, ces dimensions doivent être augmentées, et nous devons exposer les causes et les règles de cette augmentation. On a vu plus haut que nous avons distingué en théorie la résistance à la rupture et la résistance à la flexion ; les pièces de charpente employées dans les constructions ne doivent pas éprouver de flexion sensible, sans quoi les planchers prendraient des mouvements inquiétants, et les murs, n'étant pas pressés suivant une ligne sensiblement verticale, seraient exposés à donner ; or une pièce plus longue, sans être exposée à rompre, donne une flexion plus considérable, et la résistance à la flexion est inverse au carré de la longueur des pièces ; de plus, le plancher doit porter le poids des pièces et une charge proportionnelle à sa portée ; dans ce cas, qui est le véritable cas pratique, on doit écrire

$$\frac{bc^3}{a^3} = \frac{0.15 \times \overline{0.30}^3}{7^3}$$

la résistance à la flexion étant évidemment inverse au poids

que nous supposons proportionnel à la portée. Si $a=9^m.00$, il vient $bc^3=0.0086$; si, de plus, nous supposons $b=c$, il vient $c=0^m.31$; ainsi il faut, dans le cas que nous avons voulu discuter complétement, pour montrer l'emploi des règles que nous avons posées, des poutres de $0^m.31$ d'équarrissage et espacées de $1^m.70$ d'axe en axe, pour représenter, sur une portée de $9^m.00$, la même force que des poutres de $0^m.15$ sur $0^m.30$ sur une portée de $7^m.00$.

Cette discussion nous montre immédiatement la limite à laquelle on doit s'arrêter pour employer des poutres au soutènement des planchers. L'équarrissage b des pièces qu'on a à sa disposition étant connu, on obtient la portée a à laquelle on doit s'arrêter par l'équation

$$a^3=\frac{b^4\times 7^3}{0.15\times\overline{0.30}^3}=\frac{b^4\times 343}{0.00405}$$

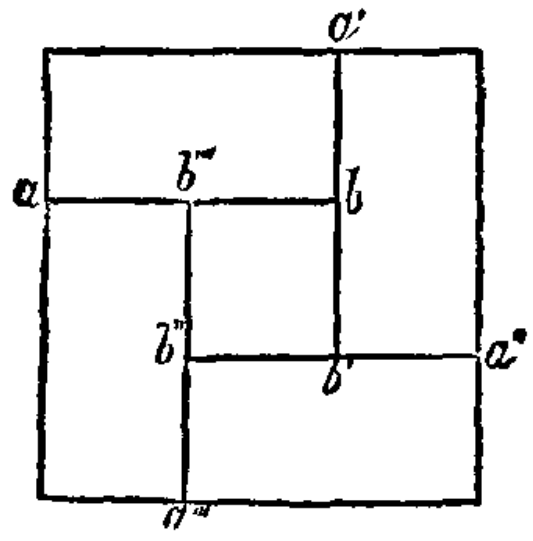
Dès que la limite posée par cette équation est dépassée, on ne doit plus employer les poutres à des planchers ordinaires. Cette limite est encore rapprochée si le plancher doit supporter un poids exceptionnel. Soit π ce poids, et ρ le poids du plancher avec sa charge ordinaire, la force de résistance des poutres doit être augmentée dans le rapport de $\pi+\rho$ à ρ.

Dans ce cas on peut prendre deux partis : ou remplacer les poutres simples par des poutres armées, assemblées à trait de Jupiter et boulonnées, qui représentent par leurs dimensions une poutre unique dont la force de résistance coïncide avec celle donnée par le calcul; ou bien soutenir les poutres trop faibles par des contrefiches qui, en créant des supports intermédiaires, diminuent artificiellement la portée des pièces, et leur donnent la résistance nécessaire : les points auxquels doivent aboutir ces contre-fiches sont eux-mêmes déterminés par cette condition que la résistance à la flexion des différents segments séparés soit suffisante. Dans ce cas, pour créer des points fixes sur la poutre horizontale, sans affaiblir les pièces par des assemblages, il convient de sub-

stituer aux contre-fiches en usage deux moises qui embrassent la pièce et sont boulonnées avec elle, ou au-dessus et au-dessous ; ces contre-fiches exercent sur les murs une poussée dont l'énergie est mesurée par la composante du poids de la moitié de la portée prise suivant l'inclinaison de la contre-fiche ; d'autre part, le mur est sollicité en sens inverse par la composante horizontale. Il faut, pour résister à ce double effort, que le mur soit d'une épaisseur suffisante, et en bonne maçonnerie.

Quand on a à sa disposition des bois assez forts, mais qui ne présentent pas une longueur suffisante, on peut remplacer le système des poutres par une disposition analogue à celle que nous représentons ci-contre. Les pièces $a\,b$, $a'\,b'$, $a''\,b''$, $a'''\,b'''$, sont engagées dans le mur par leurs extrémités a, a', a'', a''' (*fig.* 37), et assemblées l'une à l'autre à mi-

Fig. 37.



bois par leurs extrémités b, b', b'', b'''; les assemblages doivent être faits avec la plus grande exactitude, afin que les pièces ne perdent pas leur force en leur milieu ; ainsi le bout b de la pièce $a\,b$, en remplissant l'entaille à mi-bois du milieu de la pièce $a'\,b'$, doit être serré dans cette entaille de manière à empêcher tout raccourcissement des fibres. Si l'on suppose que les points a, a', a'', a''' soient placés au tiers des côtés du cadre, ce système a une force supérieure à celui de deux poutres de même équarrissage qui porteraient à la distance totale.

Quant aux solives qui portent sur les poutres, il est d'u-

sage, en les espaçant, tant plein que vide, de leur donner en hauteur le vingt-quatrième de la portée ; ainsi, pour une portée de 1^{m}.70, les solives doivent avoir un peu plus de 0^{m}.07 de hauteur ; si l'espacement est porté à 3 mètres, les solives doivent avoir 0^{m}.12 de hauteur ; dans les pièces étroites, et en général dans toutes celles dont la portée ne dépasse pas 4 mètres, on peut sans inconvénient supprimer les poutres transversales, et les remplacer par des solives de 0^{m}.16, sur lesquelles on cloue directement les lattes pour l'établissement du plancher. Les lattes sont rendues solidaires par le plâtre qui remplit les vides. Quand on veut faire un plafond, si le plancher est simplement soutenu par des solives, on cloue les lattes sur la face inférieure, et on applique le plâtre ; si le plancher est soutenu par des poutres, on place des solives beaucoup plus légères que les solives supérieures, assemblées avec les poutres de manière à ne pas dépasser leur face inférieure, ce qu'on obtient facilement au moyen d'une rainure, et sur ces solives on cloue les lattes destinées à recevoir l'application du plâtre.

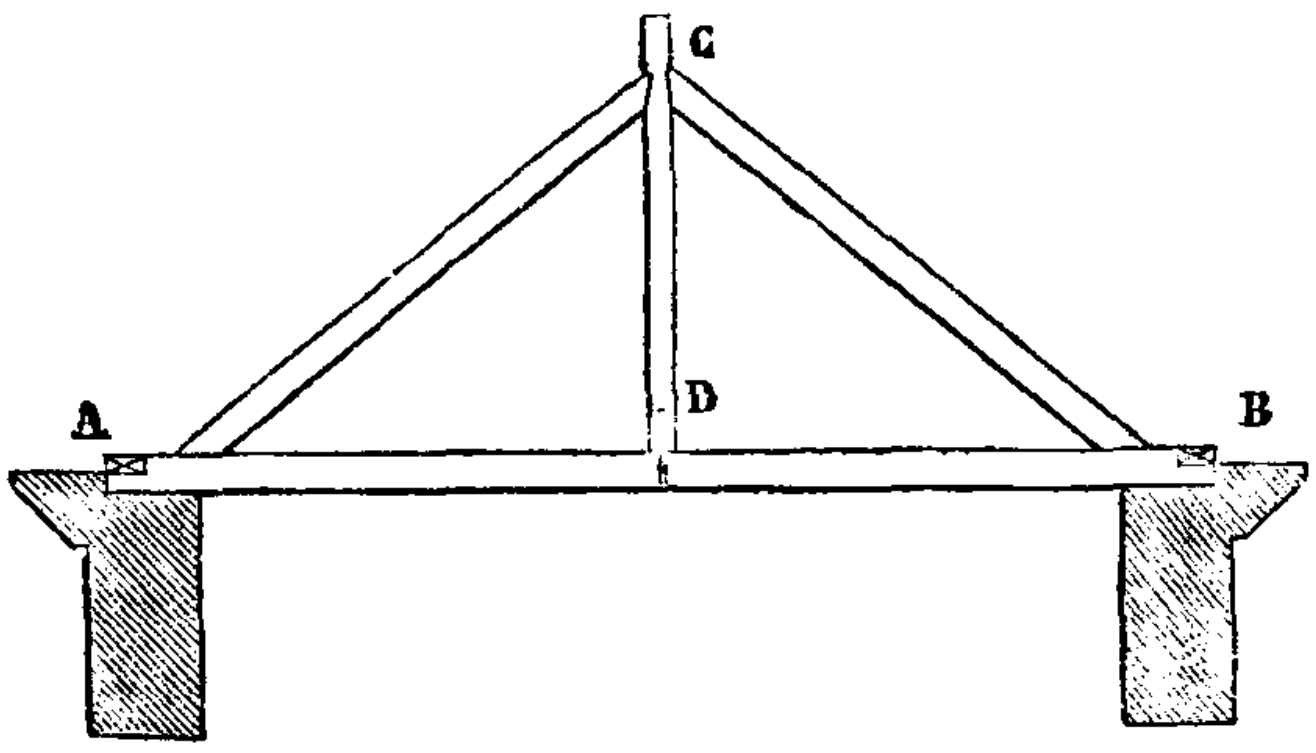
Les toitures rurales consistent d'ordinaire en une série de fermes parallèles en charpente, sur lesquelles reposent des pièces horizontales ; celle de ces pièces qui relie l'extrémité supérieure des fermes prend le nom de *faîtier ;* sur ces pièces horizontales ou *pannes* reposent des solives d'un plus faible équarrissage et parallèles à la direction des fermes ; ce dernier rang de solives porte la couverture. Quand le toit a une seule pente, et que les murs de refend ont une épaisseur suffisante, ou que les murs de face sont à une distance convenable, le système peut être très-simple ; il consiste alors uniquement en poutres horizontales qui suppléent les fermes, et sont placées parallèlement les unes aux autres, suivant l'inclinaison du toit. Alors la toiture devient un véritable plancher sur un plan incliné, et les règles que nous avons posées plus haut pour l'espacement et la dimension des pièces lui sont immédiatement applicables, en faisant

néanmoins varier la force des pièces par la considération de la différence des poids et de la possibilité d'un poids supplémentaire, tel qu'une charge de neige.

On peut aussi placer les poutres suivant la pente du toit, et les conditions d'équilibre diffèrent peu de celles du cas précédent; seulement on doit observer que dans ce cas le poids de la toiture tend à entraîner les murs dans le sens de la pente; cet effet est peu à craindre pour le mur le plus élevé, qui est ordinairement le mur de derrière, car il résiste à la poussée par tout l'effort des murs latéraux, des cloisons et des murs de refend; mais il n'en est pas de même du mur de face, qui ne résiste que par ses liaisons ou sa cohésion avec le reste de l'édifice: il serait donc fâcheux d'employer ce genre de toiture pour des inclinaisons trop fortes; cet inconvénient est moins marqué pour la toiture à poutres horizontales, et néanmoins l'expérience a prouvé qu'on devait aussi s'en abstenir quand la nature du climat exigeait de fortes inclinaisons; on doit alors, autant que possible, employer des fermes pour soutenir la couverture.

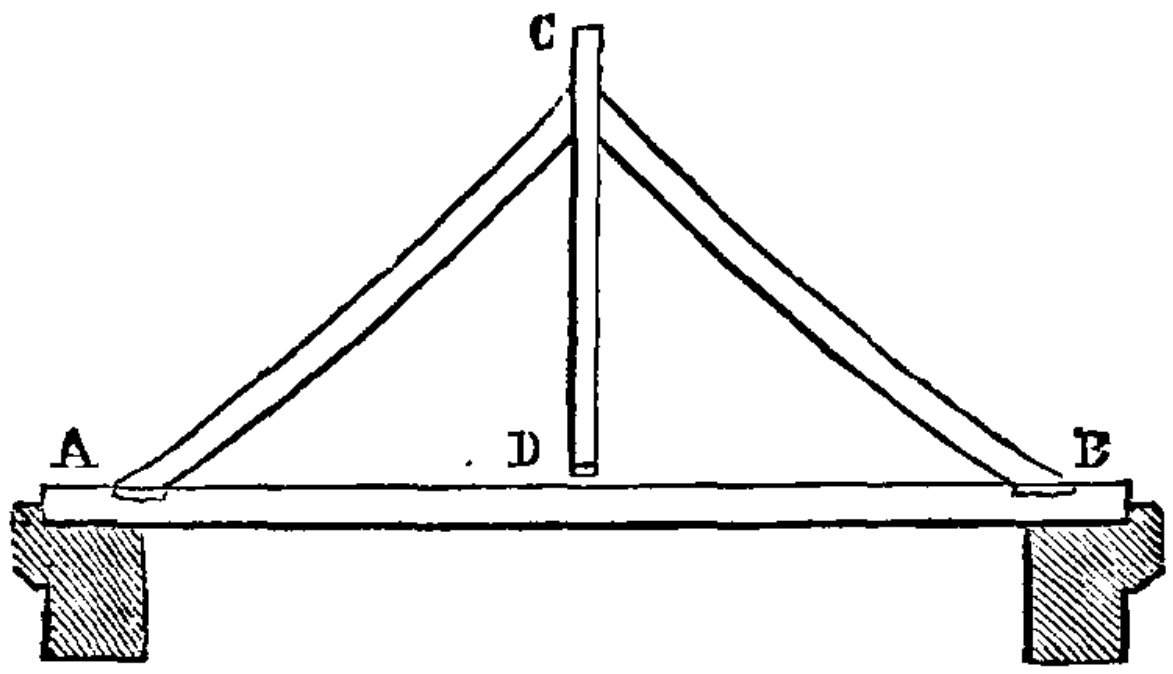
La ferme la plus simple consiste en une pièce horizontale AB (*fig.* 38), nommée entrait, qui supporte une pièce verticale CD nommée poinçon, et deux pièces inclinées AC et BC appelées arbalétriers, qui viennent s'assembler sur le

Fig. 38.



poinçon et sur l'entrait. D'ordinaire, on se contente d'ajuster par un simple tenon le poinçon et l'entrait; c'est une faute grave; le poids de la toiture tend à faire fléchir les arbalétriers AC et BC (*fig.* 39); le propre poids de l'entrait et la

Fig. 39.

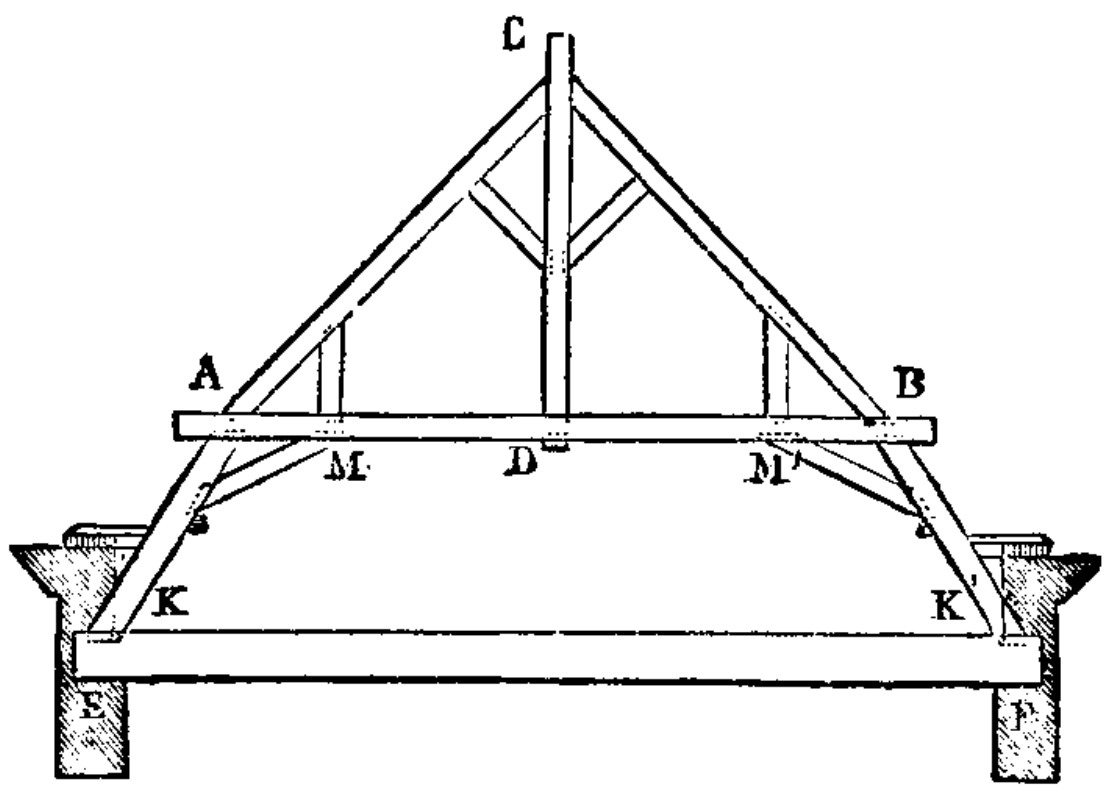


déformation des deux autres côtés du triangle ABC contribuent à le séparer du poinçon, et à la forme première de la ferme se substitue celle que nous représentons ici (*fig.* 39); le poinçon se détache de l'entrait, et cette séparation est le spectacle ordinaire qui frappe les yeux de ceux qui visitent les combles. Le premier soin à avoir est de relier d'une manière invariable, par un étrier en fer, l'entrait au poinçon; le grand triangle ABC étant ainsi ramené à deux triangles ACD, BCD, et le côté CD de ces triangles ne pouvant plus éprouver de modification, la force de résistance à la flexion de l'entrait vient s'ajouter à celle des arbalétriers, et la ferme demeurera invariable toutes les fois que la somme de ces résistances sera suffisante.

L'entrait AB (*fig.* 40) empêche l'écartement des extrémités E et F des arbalétriers, et par suite convertit la poussée qui aurait lieu contre les murs en une pression à peu près verticale. Quand la résistance des murs est considérable, et que leur écartement ne permet pas d'employer un entrait qui ait toute la portée, on peut réunir les arbalétriers et le poinçon par des moises placées à une certaine hauteur;

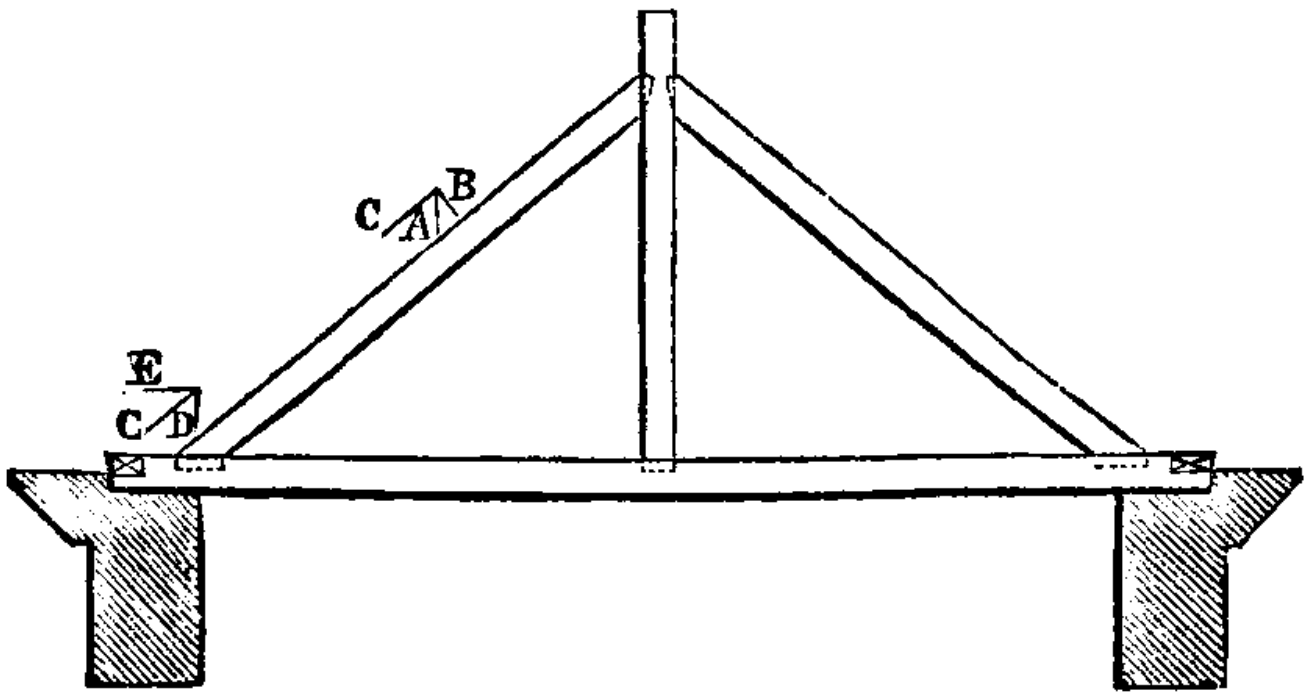
enfin, pour reporter la pression plus verticalement sur les murs, et pour fortifier les arbalétriers, on les soutient quelquefois par des contre-fiches KM, K′M′, qui prennent leur point d'appui plus bas sur les murs; cette disposition est surtout usitée dans les magasins, les hangars ou les granges; ces contre-fiches peuvent être heureusement remplacées par des pièces moisantes.

Fig. 40.



Il est facile d'établir d'une manière approximative la résistance des pièces dans la ferme. Quand le poinçon n'est pas relié à l'entrait, dans la pratique, il n'exerce aucune pression sur l'entrait: donc, en décomposant le poids suivant la direction des arbalétriers et perpendiculairement à cette direction, la composante C (*fig.* 41), suivant la direction de

Fig. 41.



l'arbalétrier, vient se reporter sur l'assemblage avec l'entrait ; et si on décompose cette dernière force suivant la direction de l'entrait et perpendiculairement à cette direction, la nouvelle composante D est détruite par la résistance des murs, et la composante E exerce une traction sur l'entrait ; la force de l'entrait est toujours plus que suffisante pour résister aux tractions E en sens contraire qui le sollicitent. Mais les arbalétriers sollicités par les composantes B ont besoin de la force nécessaire pour ne pas prendre une flexion sensible sous l'action de cette force ; et comme leur point d'assemblage M avec le poinçon n'est pas un point fixe et est susceptible de monter ou de descendre, on ne s'écartera pas des conditions de la pratique en supposant que les arbalétriers sont remplacés par une pièce unique de leur équarrissage, ayant la portée de la ferme, et à laquelle les composantes B du poids de la toiture uniformément réparti sont appliquées ; on rentre alors dans la détermination dont nous avons montré un exemple à propos des planchers. On conçoit, d'après cette analyse, que le poids supporté par les arbalétriers diminue à mesure que l'angle de la toiture devient plus aigu, et que dans ce cas l'entrait est soumis à des efforts plus considérables qui tendent à faire partir les assemblages ; alors il convient que ces assemblages soient fortifiés soit par la prolongation extérieure de l'entrait et celle de la toiture qui le recouvre, soit par des frettes.

Dans le cas où le poinçon est relié à l'entrait par un étrier, la forme du poinçon restant invariable, les arbalétriers ne peuvent fléchir qu'autant que l'entrait lui-même éprouverait une déformation : la résistance à la flexion de l'entrait vient donc en aide à celle des arbalétriers, et on est parfaitement sûr d'avoir une solidité suffisante en supposant que la force de résistance à la flexion de l'entrait vienne s'ajouter à celle des arbalétriers, et en les calculant toutes deux comme nous l'avons indiqué plus haut. Nous disons qu'on est parfaitement sûr de la solidité : c'est qu'en effet,

par la nature des liaisons qui existent entre l'arbalétrier et l'entrait, le système se rapproche d'une pièce armée, ce qui rend la résistance totale plus forte que la somme des résistances individuelles. En augmentant la liaison de ces pièces par des contre-fiches ou des moises, on accroîtrait leur force, car on rapprocherait encore plus la ferme de la condition d'une poutre armée soumise à la composante du poids perpendiculaire à la direction des arbalétriers.

Si, indépendamment de la liaison du poinçon et de l'entrait, le poinçon est soutenu par un mur de refend en son milieu, chaque arbalétrier résiste à la flexion comme une pièce posée sur deux appuis ; et c'est la résistance individuelle de chaque arbalétrier à la flexion, sous l'action d'un poids uniformément réparti, qui doit déterminer la force des pièces.

Quant à la force des pannes et chevrons, qui jouent, par rapport à la toiture, le même rôle que les solives relativement aux planchers, leur détermination sera facile par les règles que nous avons posées dans l'examen des planchers pour des pièces horizontales sollicitées par un poids.

En suivant les principes que nous venons d'établir, et qui, sans être rigoureusement exacts, s'approchent très-suffisamment de la pratique, on évitera bien des fautes qui se commettent tous les jours ; du reste, quand on voudra procéder par analogie et faire une charpente semblable à une charpente existante, et sur des portées plus réduites ou plus fortes, la dimension relative des pièces qu'on devra employer se trouvera exactement par le même procédé de calcul que nous avons employé pour comparer un plancher de 9 mètres de portée à un plancher de 7 mètres.

Les assemblages de charpente sont de différentes natures, et ont chacun un usage déterminé.

Toutes les fois qu'une pièce porte nécessairement sur une autre par la disposition de la charpente, on les réunit par un tenon simple ou double, droit ou incliné, suivant la di-

rection des pièces. La *fig.* 42 représente le tenon simple droit; la pièce supérieure est entaillée (*fig.* 43) suivant la forme du tenon qu'on y chasse au maillet et qu'on y assujettit ordinairement par des chevilles (*fig.* 44).

Fig. 42.

Fig. 44.

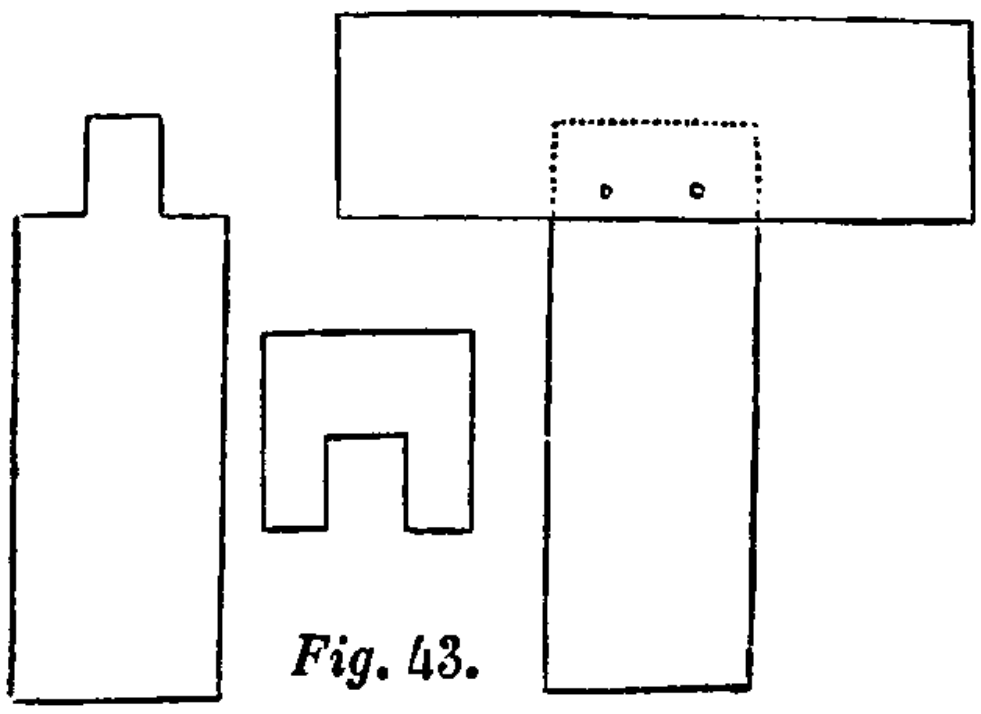
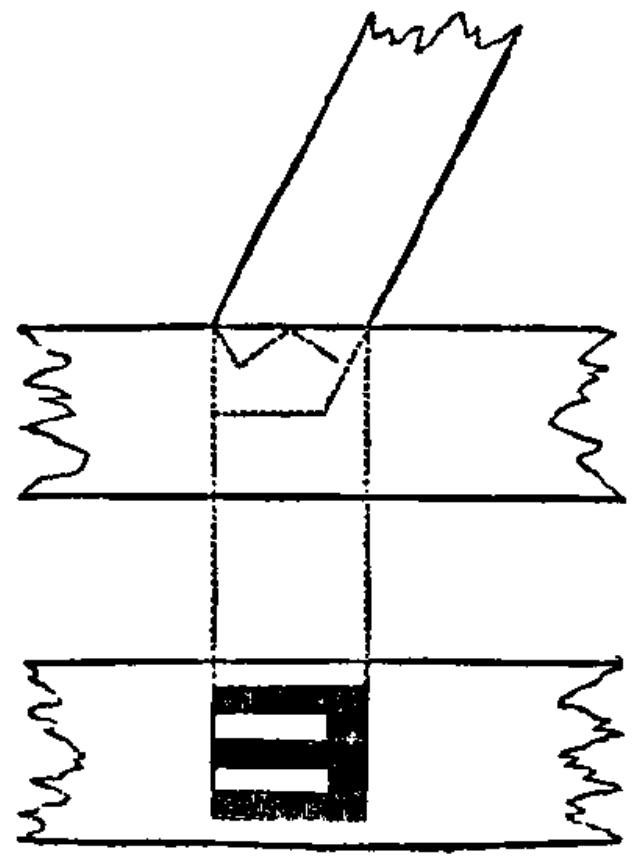


Fig. 43.

La *fig.* 45 représente un tenon double incliné; ce tenon

Fig. 45.

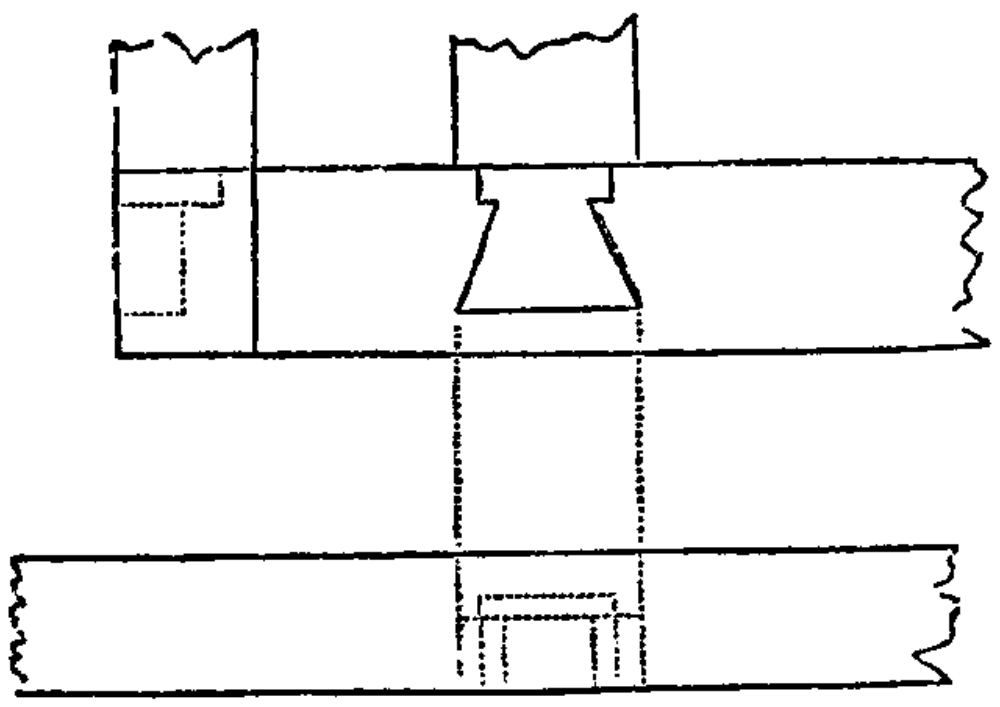


se compose de deux dents retournées d'équerre sur la pièce et prises dans le tiers de la pièce; d'ordinaire on fait entrer l'arête A de 0^{m}.04 à 0^{m}.05 dans la pièce qui reçoit le tenon,

pour que cette arête n'éclate pas. On appelle mortaise l'entaille qui reçoit le tenon.

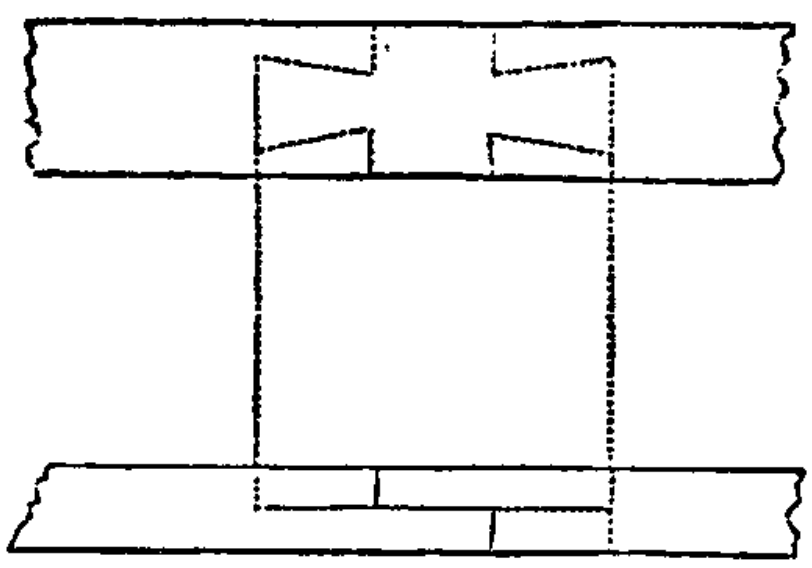
Quand la disposition des pièces ne tend pas à les rapprocher, ou quand elles sont exposées à des efforts de traction modérés, on les réunit par un assemblable à queue d'hyronde; quand les deux pièces sont perpendiculaires, l'assemblage est représenté par la *fig.* 46; et quand les deux pièces

Fig. 46.



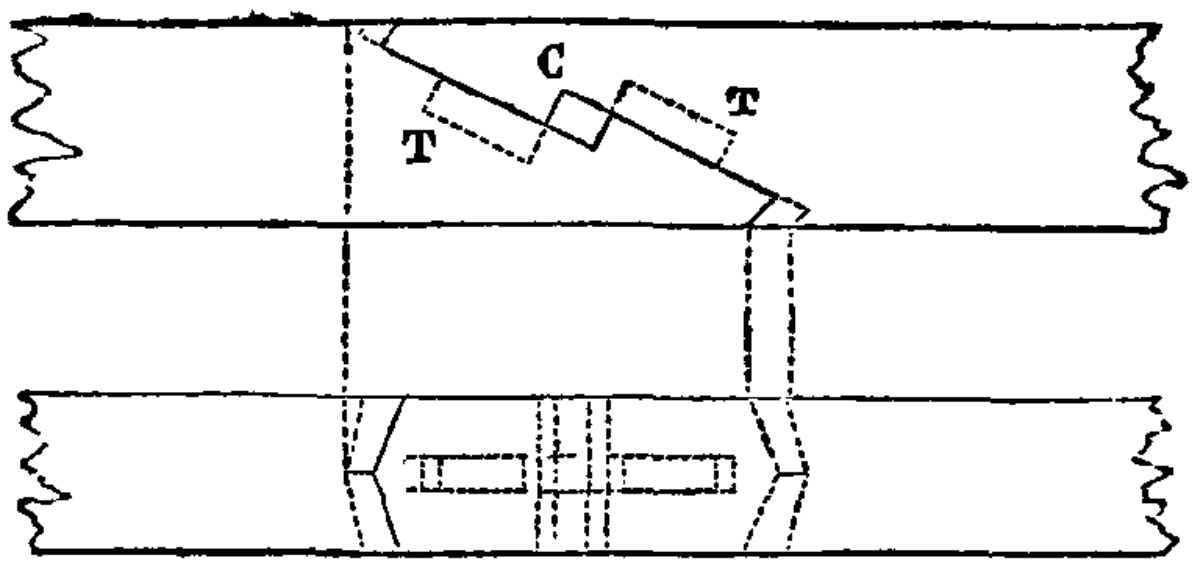
sont bout à bout, par la *fig.* 47. Ce genre d'assemblage se

Fig. 47.



fait à mi-bois. Quand les deux pièces sont bout à bout ou juxtaposées, et exposées à un effort considérable dans le sens de leur longueur, on les assemble par un trait de Jupiter. Nous représentons (*fig.* 48) le trait de Jupiter qu'on

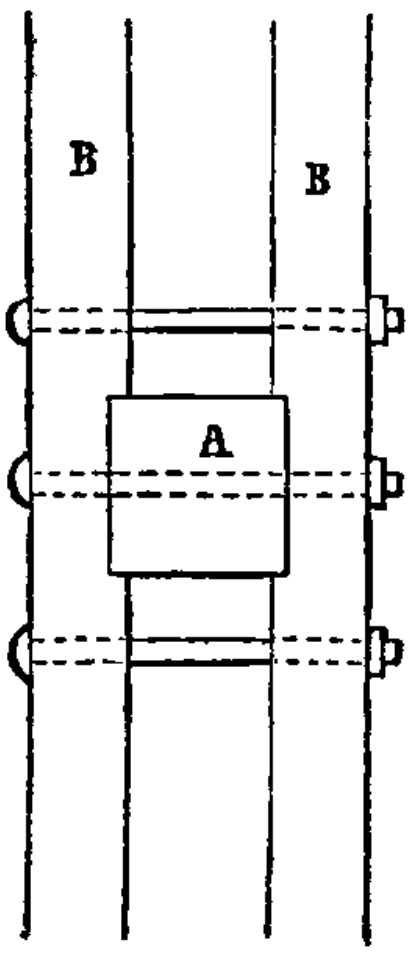
Fig. 48.



applique ordinairement à deux pièces bout à bout. Dans cet assemblage, chacune des pièces porte un tenon T et une mortaise, et le tenon de l'une entre dans la mortaise de l'autre; entre les deux tenons on met une clef C qui, une fois placée, empêche la disjonction des pièces, et dont le vide, avant qu'elle ne soit placée, permet de les engager l'une dans l'autre.

Nous avons dû donner l'indication de ces différents assemblages, pour que le propriétaire éclairé pût juger s'ils étaient appliqués avec discernement; car, nous le répétons, rien n'est plus surprenant que l'ignorance profonde qui préside à l'établissement de presque toutes les charpentes rurales; nous devons ajouter que l'emploi des assemblages oblige à beaucoup de main-d'œuvre, et doit être restreint; en général, ils affaiblissent considérablement les pièces : aussi, quand une pièce principale doit être soumise à un effort considérable, il faut remplacer la queue d'hyronde ou le tenon cheville par un étrier qui la lie à la pièce qui la rencontre; il est aussi le plus souvent préférable de remplacer la pièce qui rencontre par deux pièces moisantes; on appelle ainsi deux pièces parallèles BB (*fig.* 49) qui, embrassant la pièce principale A, sont clouées ou boulonnées avec elle, ou boulonnées de part et d'autre, et qui d'ordinaire sont légèrement entaillées à leur rencontre avec la pièce principale pour empêcher le glissement.

Fig. 49.



Le trait de Jupiter ne doit non plus être employé dans les pièces bout à bout que dans des points où ces pièces reposent sur des supports intermédiaires; et dans les pièces assemblées en long il doit être soutenu par de forts boulons qui serrent les pièces. Les boulons tendant à faire fendre les pièces dans le sens de leur longueur, on ne doit jamais les placer à l'extrémité des pièces; et si la liaison doit avoir nécessairement lieu aux extrémités, il faut remplacer les boulons par une frette ou un étrier.

§ V.—Des carrelages.

Les poutres, solives et lattes étant placées, il faut, pour terminer le plancher, le carreler. On commence par en mettre toutes les parties parfaitement de niveau au moyen de poussière ou de recoupe de pierre, ensuite on pose à la règle et on scelle avec du plâtre chaque rang de carreaux. Pour qu'un carrelage soit bien fait, il faut que les joints se suivent parfaitement, soient le plus serrés possible et parfaitement de niveau. Quant aux carreaux eux-mêmes, les meilleurs sont ceux qui sont parfaitement dressés, unis de

couleur et sonores; néanmoins, comme ces trois qualités se rencontrent rarement réunies, on doit, dans les constructions rurales, s'attacher surtout à la sonorité, qui est une preuve de bonne cuisson et une garantie de durée, et ne pas tenir au même degré à la couleur et à la perfection du plan de la surface.

§ VI.—Des couvertures.

Les couvertures se font en ardoises, en tuiles creuses, en tuiles plates, en planches ou en chaume. La couverture en ardoises est assez rarement employée dans les constructions rurales; cet emploi est limité aux pays même dont on tire l'ardoise. On peut distinguer deux sortes d'ardoises : la grande carrée, dont un mille couvre 23 mètres carrés; et la cartelette, dont un mille couvre 13 mètres carrés; pour assujettir ces ardoises, on les cloue sur les lattes, chacune avec deux ou trois clous. Les lattes doivent être en chêne; tout autre bois s'échaufferait; le faîtier et les arêtiers se couvrent en plomb. Les couvertures en ardoises, qui sont légères, ont l'avantage de pouvoir s'appliquer, par leur pose, à toutes les inclinaisons.

La couverture en tuiles creuses, qui se posent à recouvrement et de manière à ce que chaque rang de tuiles placées la courbure en haut soit engagé avec deux rangs de tuiles renversées, est excellente, quoique un peu lourde; malheureusement les tuiles ont une tendance à glisser dans le sens de la pente, et leur emploi devient impossible pour des toitures fortement inclinées; on augmente la cohésion en les scellant avec du bon mortier, qui doit être hydraulique pour ne pas se décomposer sous l'action continue des météores.

La couverture en tuiles plates est très-répandue; ces tuiles sont de simples briques garnies d'un crochet qui, s'engageant dans les lattes, empêche le glissement; dans ce genre de couverture, les lattes sont attachées de manière à cacher

les deux tiers de la longueur de la tuile; on doit rechercher dans les tuiles les mêmes qualités que nous avons recommandées pour les briques en général et les carreaux.

La couverture en planches se fait, soit en mettant la longueur des planches dans le sens de la pente du toit à recouvrement, et recouvrant les joints avec des liteaux, soit en débitant le bois en petites planchettes qu'on pose comme les tuiles, et qu'on attache avec des chevilles ou des clous; on peut goudronner ces couvertures pour en prolonger la durée.

La couverture en chaume se fait en attachant des faisceaux de paille ou de jonc aux chevrons, et plaçant les différents rangs de faisceaux à recouvrement; le faîtier doit toujours être couvert en tuiles creuses.

§ VII.—Des constructions hydrauliques.

L'architecture rurale nécessite, dans beaucoup de cas, l'emploi des constructions hydrauliques. Les pavés des étables, les citernes ou réservoirs, les abreuvoirs, les conduites d'eau pour le service de la ferme, l'aire à fumier et les rigoles qui l'entourent, doivent toujours être construits en maçonnerie hydraulique.

Cette maçonnerie consiste, soit en pierres de taille rejointoyées avec du ciment, soit en pierres-moellons réunies par un mortier hydraulique et recouvertes d'un enduit hydraulique, soit en béton. On doit en général réserver les constructions en pierre de taille pour les abreuvoirs, qui se font d'une seule pièce; car, indépendamment de leur prix, qui est ordinairement fort élevé, relativement à celui de la pierre-moellon, il est assez difficile de rendre les joints parfaitement étanches; cette difficulté tient à la petitesse des joints, qui ne permet de les abreuver qu'avec du mortier liquide qui laisse nécessairement des interstices par la dessiccation; on obvie à cet inconvénient en grattant les joints profondément, en les garnissant avec un ciment et en lissant

Le seul avantage des ouvrages en pierre de taille est la facilité avec laquelle on peut pratiquer des trous pour l'écoulement des eaux, et changer leur position. C'est seulement dans les localités où il n'existe pas de chaux hydraulique naturelle ou artificielle que l'emploi de la pierre de taille est presque indispensable.

La maçonnerie hydraulique en moellons se fait comme la maçonnerie ordinaire, mais avec des mortiers très hydrauliques ; seulement on doit apporter beaucoup d'attention à ce que les pierres soient parfaitement noyées dans le mortier. Quand la maçonnerie est sèche, on la recouvre d'un enduit rustique au mortier de chaux hydraulique, si l'ouvrage doit simplement faire office de citerne ou de réservoir, et on lisse cet enduit avec du ciment hydraulique, au moins dans la partie supérieure, si l'ouvrage est destiné à servir d'abreuvoir pour les bestiaux.

Le radier ou la sole des réservoirs et citernes doit être fait en béton, de préférence à la maçonnerie ordinaire : le béton, confectionné ainsi que nous l'avons exposé plus haut, est déposé par couches de $0^m.10$ à $0^m.20$ et battu à mesure sur toute la surface, jusqu'à ce qu'il ait atteint l'épaisseur qu'on se propose de donner au radier, laquelle doit varier entre $0^m.30$ et $0^m.60$, suivant que la charge d'eau varie entre $0^m.50$ et 2 mètres.

Si les pierres de taille et les moellons manquent, les parois des réservoirs pourront être faites en maçonnerie hydraulique de briques ou en béton. Si on les construit en béton, on doit couler le béton dans un encaissement en planches et le pilonner par couches de $0^m.10$, par une méthode analogue à celle qui sert à faire le pisé.

Les pavés des étables et des aires à fumier doivent être posés sur une couche de béton de $0^m.15$ d'épaisseur, et reliés entre eux avec du mortier hydraulique ; si on se contentait de construire le pavé avec du mortier hydraulique sans couche de béton inférieure, l'ébranlement causé par le piétine-

ment des animaux détruirait bientôt la liaison et rendrait le pavé perméable.

Les conduits des latrines particulières, en poterie ordinairement, doivent être noyés, soit dans une enceinte d'argile battue, soit dans un massif concentrique de 0^{m}.30 au moins de maçonnerie hydraulique.

Les fondations des constructions, jusqu'à 0^{m}.50 au-dessus du niveau du sol, doivent être construites en maçonnerie hydraulique, pour empêcher l'humidité de gagner les murs par l'effet de la capillarité; si les chaux hydrauliques sont rares, on doit au moins séparer les fondations des murs par une couche de 0^{m}.50 au minimum de maçonnerie hydraulique de chaux grasse et de pouzzolane, ou de chaux grasse et brique pilée; car, une fois que l'humidité a gagné les murs, tous les mastics ou ciments qu'on emploie pour la combattre ne sont que des palliatifs impuissants.

Nous avons parlé plus haut de l'emploi des ciments; on appelle communément ciment une chaux très-hydraulique, qui peut être employée immédiatement sans qu'on soit obligé de la mêler à d'autres substances; la chaux anglaise, connue sous le nom de *ciment romain*, se compose de

Chaux.	0.554
Argile.	0.360
Oxyde de fer	0.086
Total.	1.000

Nous désignons par argile un mélange de silice et d'alumine qui peut être variable sans que la bonté du ciment en soit sensiblement altérée.

Le ciment de Boulogne, qui est à peu près de même qualité, se compose de

Chaux	0.540
Argile	0.310
Oxyde de fer.	0.150
Total.	1.000

On forme aussi des ciments artificiels en calcinant ensemble un mélange de craie et d'argile, dans des proportions semblables à celles que nous venons de donner ; mais il est rare que l'on obtienne des produits aussi satisfaisants que les ciments naturels.

Enfin on emploie comme ciments des mastics artificiels ; l'un d'eux se compose de 90 parties de terre cuite, de 10 parties de litharge, et d'huile siccative en quantité suffisante pour faire le mortier; mais ces mastics ne trouvent guère d'usage dans les constructions rurales ; et nous n'entrerons à ce sujet dans aucun développement.

§ VIII.—De la construction ou de l'amélioration des chemins d'exploitation.

Tout le monde reconnaît aujourd'hui l'importance de bonnes voies de communication. Déjà, pour les chemins publics, on est arrivé à une situation qui est certainement bien loin de la perfection, mais qui pourtant est très-satisfaisante si on la compare à celle où était la France il y a une vingtaine d'années ; plus on est entré dans cette voie d'amélioration, plus on a senti les immenses avantages d'un parcours facile et commode, et l'on peut affirmer hardiment que le développement de la richesse publique a payé au décuple l'intérêt des dépenses affectées aux chemins.

Si les routes nationales et départementales, les chemins de grande communication, et sur quelques points les chemins vicinaux, ont fait d'immenses progrès, presque partout les chemins d'exploitation rurale sont restés dans un déplorable état. Dans une grande partie de la France, la circulation rurale est, à proprement parler, impossible avec les chargements les plus modérés pendant quatre mois de l'année ; et les exemples donnés par quelques propriétaires éclairés, qui ont cru, avec juste raison, bien placer le capital

qu'ils ont consacré à l'amélioration de leurs chemins, n'ont pas été suivis.

Cette inertie tient à plusieurs causes : la première, que nous avons signalée en commençant l'architecture rurale, est l'énorme proportion de journées perdues dans l'exploitation d'une ferme, ce qui rend les fermiers indifférents au surcroît de forces et de temps qu'ils sont obligés d'appliquer à la traction soit des fumiers, soit des récoltes des champs à la ferme, et réciproquement, et aux transports entre la ferme et les voies générales de communication les plus voisines.

La seconde est l'imperfection des chemins de petite vicinalité dans une grande partie de la France; et cela se comprend aisément. Le plus souvent, les transports ruraux empruntent en partie ces chemins : leur état affreux nécessitant un certain effort de traction, ils ne voient d'une part aucun intérêt à améliorer des portions de trajet séparées par des lacunes qui rendraient leur amélioration illusoire; d'autre part, personne ne veut prendre à sa charge une amélioration qui compète à tout un quartier ; et comme il faudrait s'entendre avec ses voisins, ce qui est en tout la chose la plus difficile, on ne fait rien. L'état de ces chemins abandonnés est considéré alors comme l'état normal des communications de la ferme, et elles restent toutes au même degré d'infériorité.

La troisième cause, et la plus puissante sans contredit, est l'habitude ; pour la vaincre, il faut de nombreux exemples dans toute la France; il faut que les propriétaires éclairés se livrent à des travaux bien entendus et peu coûteux : l'agrément, la commodité qui en résulteront pour leurs domaines, la diminution des frais d'entretien des voitures, des harnais, le bon état des animaux de la ferme, seront les véritables et sérieux encouragements qui nous feront sortir de cette situation déplorable.

Ainsi l'état d'abandon des chemins ruraux tient à trois

causes également funestes : indifférence sur le temps perdu, mauvais état des chemins de petite vicinalité, mauvaises habitudes enracinées. Ce n'est pas le lieu d'indiquer ici les moyens d'annuler les deux premières causes ; ces moyens rentrent dans le domaine de l'économie domestique et politique, et nous nous bornerons à donner les règles qui doivent guider ceux qui voudront, par leur exemple, atténuer la troisième.

Le point le plus important pour qu'un chemin soit bon est son assainissement, ou le libre écoulement des eaux ; cette condition remplie, il n'y a point de chemin absolument mauvais; or le libre écoulement des eaux n'est pas, à proprement parler, un travail de route, il intéresse encore, et à un bien plus haut degré, l'assainissement des terres, les cultures et les récoltes. Le premier but que doit se proposer un propriétaire qui veut perfectionner à la fois ses communications et son domaine est de se débarrasser des eaux stagnantes : un nivellement qui lui permettra de se rendre compte du relief du sol lui indiquera sur-le-champ la direction des écoulements; le repurgement des fossés, ou la création des fossés dans les points où ils manquent, quelques aqueducs rustiques pour faire passer les eaux d'un côté à l'autre des chemins, quand elles doivent les traverser, suffiront d'ordinaire pour que ce grand et premier but de l'assainissement soit atteint complétement. Il est des endroits où les chemins profondément encaissés présentent de part et d'autre du point le plus bas des pentes en long dont l'inspection exclut toute idée d'assainissement, à moins de tranchées coûteuses ; dans ce cas, il faut changer partiellement le tracé du chemin, et cela sans hésitation, car la condition que nous avons posée est d'une absolue nécessité.

Dans d'autres endroits, les chemins présentent un profil en long presque horizontal, et l'écoulement des eaux dans les fossés qui suivraient le chemin serait tellement lent que

leur effet serait presque nul ; le plus souvent, on peut combattre cette fâcheuse disposition par des écoulements latéraux assez rapprochés, car il est rare que le profil en travers du terrain soit horizontal comme le profil en long. Si cependant ce cas se présentait, comme on le voit dans les terrains palustres, il faudrait atténuer le défaut de pente des fossés par l'augmentation de largeur, les relier aux canaux de desséchement qui ne peuvent manquer d'exister dans des terrains de cette nature mis en culture, et donner, au moyen des curages, du relief au chemin.

Dans toute autre position que les circonstances que nous venons de signaler, les eaux peuvent suivre les fossés du chemin jusqu'à leur rencontre avec les écoulements naturels ou artificiels du domaine. On peut craindre toutefois que, dans les terrains en pente, l'excès de vitesse ne ravine les fossés et ne finisse par compromettre l'existence du chemin. A cette objection, nous répondrons que ces pentes excessives sont fâcheuses, et qu'il faut changer le chemin dès que l'inclinaison dépasse $0^{m}.06$ par mètre ; on pourra, quand on approchera de cette limite, combattre facilement l'approfondissement des fossés par des barrages placés de distance en distance et construits soit en pierres sèches, soit en broussailles assujetties par des piquets, si l'on n'a pas à sa disposition de pierres à bon marché.

Les dimensions en travers du chemin, ou ce qu'on appelle, en termes de l'art, son profil en travers, ont aussi de l'importance : les chemins d'exploitation, sauf sur de très-petites longueurs, ne doivent pas avoir moins de 5 mètres de largeur ; et si le terrain, dans des cas fort rares, paraît assez précieux pour qu'on réduise cette largeur, on doit ménager de distance en distance des élargissements ou gares d'évitement pour que les charrettes puissent croiser. La largeur des fossés, de part et d'autre du chemin, sauf les cas exceptionnels que nous avons mentionnés plus haut, doit être de

1 mètre, et la profondeur des fossés de 0m.40 au moins; le chemin doit être bombé de manière à présenter, pour sa largeur de 5 mètres, une flèche de 0m.20, soit le vingtième de sa largeur.

Ce profil en long et ce profil en travers du chemin assurent une bonne viabilité par tous les temps secs; mais dans les temps humides, et surtout après des pluies prolongées, si le fonds du chemin est en terre végétale, et encore plus s'il est argileux, il peut se manifester des ornières profondes qui entravent la circulation : c'est à cet inconvénient qu'on obvie en faisant une chaussée, c'est-à-dire en couvrant le chemin d'une couche de gravier ou de pierres cassées de 0m.15 à 0m.20 d'épaisseur, plus ou moins, suivant la nature du terrain. On peut souvent se procurer du gravier à très-bon compte et obtenir ainsi une circulation parfaite en tout temps. Dans les pays absolument dépourvus de pierres, ou dans les propriétés trop éloignées des carrières pour qu'on puisse s'en procurer économiquement, force est bien de se limiter à dresser les profils en long et en travers, et de se contenter d'entretenir le chemin en rabattant les ornières dès que les pluies ont cessé; mais on ne doit pas renoncer légèrement, sous prétexte d'économie, à la formation d'une chaussée; l'argument même des journées perdues, qu'on met en avant pour se dispenser d'entretenir les chemins, peut être employé pour prouver la facilité de leur amélioration et de leur entretien dans beaucoup de circonstances. Rien, en effet, ne paraît plus facile et moins onéreux aux fermiers que de les obliger, dans les baux, à un certain nombre de journées de transport en saison morte. En appliquant une partie de ces journées au transport des matériaux destinés à la formation de la chaussée, on finirait par faire disparaître tous ces cloaques qui déshonorent un domaine.

Nous avons parlé de certains cas où il convenait de rectifier les chemins vicinaux; nous devons donner quelques dévelop-

pements à ce sujet, d'autant plus que si les règles ordinaires de l'art doivent être prises en considération, elles doivent souvent fléchir dans ce cas devant la constitution du domaine. Toutes les fois qu'il s'agit de rectifier une portion de chemin en plaine, on doit choisir entre les lignes les plus courtes la direction qui s'accorde le mieux avec la configuration des terres, et qui ne pourra gêner ni labours, ni hersages, etc. Ainsi la rectification doit peu s'écarter des limites des parcelles d'une culture bien entendue ; on peut même souvent tracer le chemin de manière à obtenir une division plus heureuse que celle en usage sur le domaine ; dans beaucoup de cas, on pourra côtoyer l'ancienne direction ; dans d'autres, on pourra s'en écarter en ayant soin, comme nous l'avons dit plus haut, de vérifier d'avance par un nivellement les conditions de l'écoulement. Dans les terrains inclinés, et quand il s'agit de rectifier des pentes qui dépassent $0^{m}.06$ par mètre, il faut suivre rigoureusement les règles de l'art, que nous allons rapporter rapidement.

On établit une ligne de nivellement entre le point culminant auquel on veut parvenir et le pied de la rampe qu'on se propose de rectifier ; on mesure la longueur comprise entre ces deux points ; on divise la différence de niveau par la longueur. Si le quotient est inférieur à $0^{m}.06$, les pentes exagérées du chemin qu'on se propose de rectifier proviennent d'une répartition inégale entre les différences de niveau. Il suffit alors de corriger les différences, soit en déblayant sur certains points et remblayant sur d'autres, soit, si la dépense qui en résulte est trop grande, en traçant une ligne d'égale pente sur le terrain entre les deux points, et faisant jouer le tracé près de cette ligne, de manière à obtenir un plan régulier, et dans lequel les déblais à effectuer se compensent à peu près avec les remblais.

Si le quotient est supérieur à $0^{m}.06$, c'est la preuve que le développement du chemin à rectifier n'est pas suffisant :

on doit alors examiner d'abord si la ligne d'égale pente tracée entre les deux points extrêmes fournit un développement convenable; s'il en est ainsi, on se comporte comme nous l'avons exposé plus haut; s'il en est autrement, on descend du point culminant avec la pente maximum qu'on s'est imposée, en ayant soin, s'il y a deux versants, de suivre celui qui conduit dans la plaine, en amont du pied de la montée ancienne, pour n'avoir pas à faire une contre-pente pour rejoindre le chemin.

On doit en général éviter, dans les tracés destinés à raccorder les alignements, les courbes qui ont moins de 10 mètres de rayon intérieur, ce qui peut toujours se faire sans augmentation de la dépense.

L'établissement ou le perfectionnement des chemins ruraux peut nécessiter la construction d'ouvrages accessoires, et particulièrement de murs de soutènement, d'aqueducs et de pontceaux.

Les murs de soutènement les plus usités sont ceux en pierre sèche; ils doivent avoir pour épaisseur au moins 40 p. 100 de la hauteur; les parements intérieurs et extérieurs doivent être faits avec le plus grand soin, et les assises aussi horizontales que possible. Les pierres de parement doivent avoir une queue suffisante et inégale, de manière à lier parfaitement la maçonnerie intérieure avec les parements; enfin, pour augmenter la stabilité, le mur doit avoir, s'il dépasse une hauteur de 1 mètre, un fruit ou talus de 1 mètre de base pour 6 mètres de hauteur.

Si les pierres employées n'ont pas de lit marqué et la cassure conchoïde, il est difficile de faire un ouvrage solide en pierres sèches, car le mur se transforme en un remblai de pierres; il faut alors faire le mur en maconnerie. Le mur de soutènement en maçonnerie doit avoir pour épaisseur moyenne le tiers de sa hauteur; on lui donne communément, du côté opposé aux terres, un talus de 0^m 1 quand la hauteur dépasse 1 mètre; les règles générales que nous

avons données pour les fondations s'appliquent du reste à ces ouvrages.

Les aqueducs doivent consister d'ordinaire en deux pieds droits en maçonnerie, recouverts de dalles d'une épaisseur de $0^m.20$ à $0^m.50$, suivant que l'écartement des pieds droits varie de $0^m.50$ à 1 mètre.

Les pontceaux doivent être, autant que possible, en maçonnerie ordinaire; ils consistent en pieds droits surmontés d'une voûte en plein cintre ou en anse de panier; l'épaisseur des pieds droits doit varier entre $0^m.50$ et $1^m.50$, suivant que le débouché varie entre 1 mètre et 6 mètres. L'épaisseur à la clef de la voûte doit varier dans les mêmes circonstances entre $0^m.25$ et $0^m.40$; si les pieds droits on une hauteur plus grande que celle d'un mètre, leur épaisseur doit augmenter de $0^m.30$ par chaque mètre d'élévation ou proportionnellement; si les eaux ont un faible courant, les fondations de ces ouvrages rentrent dans la catégorie des fondations ordinaires; si les eaux sont torrentielles, on doit approfondir les fondations jusqu'à un sol ferme, dans le cas où ce sol n'est pas trop profond, et, dans le cas contraire, établir la construction sur un radier général, en maçonnerie, en défendant par de forts enrochements ou par des pieux les têtes d'amont et d'aval du radier.

Dans les domaines où les bois sont sur place et à bon compte, il peut être avantageux de remplacer la voûte par un plancher en charpente reposant sur des poutres en grume; mais ce cas est l'exception, car, en général, pour les pontceaux et aqueducs, les ouvrages en maçonnerie sont à la fois plus durables et plus économiques.

Enfin, si le propriétaire est forcé de construire des arcs de plus de 6 mètres, ou même des ponts d'une grande portée, il devra préférer les ouvrages en charpente, à moins qu'il ne soit dans une condition désavantageuse pour se procurer des bois, et que la pierre soit tout-à-fait à sa portée.

Il n'entre pas dans notre plan de décrire ces ouvrages ; outre que la nécessité de leur établissement se rencontre rarement dans l'étendue d'un domaine, ils nécessitent en général l'intervention d'un homme de l'art qui appréciera les conditions qui doivent en régler les différentes parties.

FIN DU TOME SECOND.

TABLE

DES MATIÈRES CONTENUES DANS LE TOME II.

Pages.

INTRODUCTION au second volume 1

MÉTÉOROLOGIE AGRICOLE.

AVANT-PROPOS 25

PREMIÈRE PARTIE.—*Météorologie proprement dite* . . 29

CHAPITRE I.—Éléments fixes de l'air atmosphérique. 29
CHAPITRE II.—Éléments variables mélangés à l'air 31
SECTION 1.—De l'acide carbonique de l'air. 32
SECTION 2.—De différentes substances variables qui font accidentellement partie de l'air. 35
CHAPITRE III.—Du calorique. 47
SECTION 1.—Chaleur intérieure de la terre. 47
SECTION 2.—Des *maxima* de température 52
SECTION 3.—Des *minima* de température.—Effets du froid. 53
SECTION 4.—Des températures moyennes. 73
SECTION 5.—De la chaleur solaire 77
SECTION 6.—Distribution de la chaleur selon les altitudes. . 86
SECTION 7.—Répartition de la chaleur dans l'année.—Effets de la température des saisons sur les végétaux. 89
SECTION 8.—Rapports entre la marche des saisons et celle de la végétation. 96
CHAPITRE IV.—De la lumière. 101
CHAPITRE V.—De l'eau atmosphérique 108
SECTION 1.—Quantité de vapeur contenue dans l'air. . . . 108
SECTION 2.—De l'évaporation 113

Pages.

SECTION 3.—Évaporation de la terre. 119
SECTION 4.—De la rosée et de la gelée blanche. 123
SECTION 5.—Formation des nuages. 129
SECTION 6.—Des brouillards. 137
SECTION 7.—De la pluie. 140
SECTION 8.—De la neige. 148
SECTION 9.—Des vents de pluie. 150
SECTION 10.—Diminution des pluies; influence des déboisements. 151
SECTION 11.—Effets des pluies sur la végétation. 157
CHAPITRE VI.—Ce que l'on doit entendre par un climat humide. 161
CHAPITRE VII.—De l'électricité atmosphérique; de la grêle. . . 166
CHAPITRE VIII.—De la pesanteur de l'air. 179
CHAPITRE IX.—De l'air en mouvement; des vents. 181
SECTION 1.—Moyens employés pour observer les vents. . . 186
SECTION 2.—Marche des vents. 187
SECTION 3.—Caractère des vents. 191
SECTION 4.—Détermination de la direction moyenne des vents 195
SECTION 5.—Des effets des vents sur la végétation. 199
CHAPITRE X.—De l'influence des saisons sur la végétation. . . . 203

DEUXIÈME PARTIE.—*Climatologie*. 211

CHAPITRE I.—Répartition du calorique à la surface de la terre. . 213
SECTION 1.—Répartition de la chaleur moyenne; lignes isothermes. 213
SECTION 2.—Ligne des hivers d'égale intensité (isochimènes). 215
SECTION 3.—Lignes d'été d'égale chaleur (isothères). . . . 217
CHAPITRE II.—Répartition de la lumière et de la chaleur solaires; étés solaires. 220
CHAPITRE III.—De l'électricité atmosphérique. 228
CHAPITRE IV.—Des vents. 236
SECTION 1.—Direction générale des vents. 236
SECTION 2.—Distribution des vents selon les saisons. . . . 243
SECTION 3.—Direction des vents selon les heures de la journée. 244
SECTION 4.—Analyse des directions moyennes. 246
SECTION 5.—Force des vents. 250
CHAPITRE V.—Distribution des pluies. 252
SECTION 1.—Quantité totale de pluie annuelle. 256
§ 1.—Influence de la latitude. 256
§ 2.—Influence de l'altitude des lieux. 258
§ 3.—Influence des circonstances locales sur la quantité de pluie. 261

Pages.

SECTION 2.—Répartition des pluies suivant les saisons. . . . 264
SECTION 3.—Répartition des pluies par mois. 267
SECTION 4.—Nombre de jours de pluie. 280
§ 1.—Influence de la latitude sur le nombre des jours de pluie. 281
§ 2.—Influence de l'altitude 282
§ 3.—Influence des circonstances locales 283
SECTION 5.—Répartition des jours de pluie suivant les saisons. 286
SECTION 6.—Répartition des pluies selon les mois. 287
SECTION 7.—Quantité d'eau tombée par jour de pluie . . . 289
SECTION 8.—Groupement des pluies. 301
SECTION 9.—Des vents de pluie. 305
CHAPITRE VI.—De la neige. 308
CHAPITRE VII.—De l'évaporation. 314
CHAPITRE VIII.—Tentative d'établissement des climats agricoles. 318
CHAPITRE IX.—Des différents genres de limites imposées à la culture 325
SECTION 1.—Limites météorologiques des cultures 325
SECTION 2.—Des limites économiques 327
SECTION 3.—Des limites statistiques. 330
SECTION 4.—Des limites agricoles 332
SECTION 5.—Conclusion 333
CHAPITRE X.—Détermination des régions agricoles 335
SECTION 1.—Région des oliviers 338
§ 1.—Circonscription de la région. 338
§ 2.—Caractères météorologiques de la région des oliviers. 344
§ 3.—Agriculture de la région des oliviers. 346
SECTION 2. —Région des vignes. 349
§ 1,—Circonscription de la région. 349
§ 2.—Caractères météorologiques de la région des vignes. 351
§ 3.—Agriculture de la région des vignes 356
SECTION. 3.—Région des céréales. 359
§ 1.—Circonscription de la région 359
§ 2.—Caractères météorologiques de la région des céréales. 360
§ 3.—Agriculture de la région des céréales. 363
SECTION 4.—Région des pâturages. 365
§ 1.—Circonscription de la région. 365
§ 2.—Caractères météorologiques. 367
SECTION 5.—Région des forêts 371
SECTION 6.—Réflexions générales sur la distribution des régions de culture. 371

Pages.

TROISIÈME PARTIE.—*Météorognosie*. 374

CHAPITRE I.—Détermination des phénomènes prochains par les faits actuels. 377
SECTION 1.—Pronostics météorologiques fournis par les animaux. 378
SECTION 2.—Pronostics tirés des végétaux 381
SECTION 3.—Pronostics tirés de l'état du ciel. 382
SECTION 4.—Pronostics tirés du baromètre. 386
§ 1.—Influence de l'élévation du baromètre sur les vents. 389
§ 2.—Influence de l'élévation du baromètre sur la chute de la pluie. . . , ... 394
§ 3.—Pronostics tirés des marées diurnes du baromètre. 398
SECTION 5.—Pronostics tirés du thermomètre. 401
SECTION 6.—Pronostics tirés de l'hygromètre. 402
CHAPITRE II.—Prévision des caractères des saisons et des années futures 403
CHAPITRE III.—Pronostics fondés sur la position et le mouvement de la lune 414
SECTION 1.—Action de la lune sur le baromètre 419
SECTION 2.—Action de la lune sur les météores. 426
§ 1.—Hypothèses sur l'influence de la lune sur le temps. 426
§ 2.—De l'influence de la distance de la lune à la terre sur la production des pluies. 434
SECTION 3.—Des influences de la lune sur la végétation. . . 437
§ 1.—Époques lunaires de la coupe des bois. 438
§ 2.—Époques lunaires des semis et des plantations. . . 443
§ 3.—Influence des époques lunaires sur les récoltes . . 448
§ 4.—Influence des époques lunaires sur les vendanges. 449

ARCHITECTURE RURALE.

AVANT-PROPOS 452

PREMIÈRE PARTIE.—*Disposition des bâtiments ruraux.* 454

CHAPITRE I.—Emplacement. 454
§ 1.—De la salubrité 454
§ 2.—De l'humidité du sol 456
§ 3.—De l'exposition 456
§ 4.—De l'élévation du sol 458
§ 5.—Des plantations d'arbres 458
§ 6.—De la configuration du domaine. 459
§ 7.—Des chemins d'exploitation 463

Pages.

§ 8.—De la proximité des cours d'eau et du forage des puits. 464
§ 9.—Résumé 465
§ 10.—Aménagement des bâtiments éstants 466
CHAPITRE II.—Construction des bâtiments. 468
SECTION 1.—Distribution. 468
§ 1.—Problème à résoudre. 468
§ 2.—Proportion des bâtiments et de cours 468
§ 3.—Bâtiments d'habitation 472
§ 4.—Bâtiments d'exploitation. 474
§ 5.—Du choix de l'architecte. 476
SECTION 2.—Dispositions intérieures et capacités. . . . . .
§ 1.—Logement du propriétaire. 477
§ 2.—Corps d'habitation du fermier. 478
§ 3.—Des écuries. 479
§ 4.—Étables à vaches. 482
§ 5.—Bergeries. 485
§ 6.—Loges à porcs. 487
§ 7.—Poulailler. 488
§ 8.—Hangars , ... 488
§ 9.—Granges 489
§ 10.—Greniers à fourrages 493
§ 11.—Des bâtiments propres à l'éducation des vers à soie. 495
§ 12.—Celliers, cuves vinaires 496
§ 13.—Trous à fumer 498
§ 14.—Abreuvoirs 500
§ 15.—Greniers à blé 502

DEUXIÈME PARTIE.

De l'établissement des édifices ruraux 504

CHAPITRE I.—Des matériaux 504
§ 1.—Moellons ou pierres à bâtir. 505
§ 2.—Pierres de taille. 508
§ 3.—Briques. 513
§ 4.—Des mortiers. 515
§ 5.—Du béton. 522
§ 6.—Du plâtre. 523
§ 7.—Du pisé. 524
§ 8.—Bois 527
§ 9.—Des fers 528
§ 10.—Du torchis 529

Pages.

CHAPITRE II.—De la conruction. 530
§ 1.—Des fondaons. 531
§ 2.—De l'établisment des maçonneries. 534
§ 3.—De l'établisment des murs en pisé. 536
§ 4.—De la charpnte. 540
§ 5.—Des carrelaes 555
§ 6.—Des couvertres 556
§ 7.—Des constrtions hydrauliques. 557
§ 8.—De la constuction ou de l'amélioration des chemins d'exploitaion. 560

BIBLIOTHÈQUE IMPÉRIALE

FIN DE LA TABLE DU TOME SECOND.

JOURNAL D'AGRICULTURE PRATIQUE

Publié sous la direction de M. J. A. Barral, avec la collaboration d'un grand nombre d'agriculteurs français et étrangers : MM. de Gasparin, Boussingault, Moll, Payen, Villeroy, etc., etc. — Nombreuses gravures ; chroniques agricole, forestière, horticole, vétérinaire, etc.—Deux numéros, de 48 à 64 pages, les 5 et 20 de chaque mois.—Prix, *franco* : un an. . . . . 16 fr.

On s'abonne en envoyant, *franco*, au gérant du Journal, rue Jacob, 26, le prix de l'abonnement d'un an, soit 16 fr., en un bon de poste, dont on conserve la souche, qui sert de quittance.

ON NE REÇOIT QUE LES LETTRES AFFRANCHIES

EXTRAIT DU CATALOGUE DE LA LIBRAIRIE AGRICOLE.

AGRICULTURE (Cours d'), par de Gasparin, cinq vol. in-18 et 233 gravures. 37 50
ALGÉRIE (agriculture et colonisation), par Moll, 2 vol. in-18 et 100 gravures. 7 50
AMENDEMENTS (Traité des), par Puvis, 1 vol. in-12 de 750 pages. . . . . 5 »
BON JARDINIER (Le), almanach pour 1857, par MM. Poiteau, Vilmorin, Naudin, Neumann, Pépin, 1 vol. in-12 de 1,644 pages. . . . . 7 »
CHIMIE AGRICOLE, par le docteur Sacc, 2e édition, 1 vol. in-12 de 480 pages. . . . 3 50
CONSEILS AUX AGRICULTEURS, par Dezeimeris, 1 vol. in-12 de 651 pages. . . . 3 50
CONSTRUCTIONS RURALES (Manuel des), par Duvinage, 2e édit., 472 pages, 181 grav. 3 50
DAHLIA (Traité spécial du), par Pirolle, 2 vol. in-12. . . . . 1 25
DICTIONNAIRE D'AGRICULTURE PRATIQUE, par Joigneaux, 2 vol. grand in-8. . 18 »
DRAINAGE (Manuel du), par Barral, 3 vol. in-12, 500 gravures et 7 planches. . . . 15 »
DRAINAGE DES TERRES ARABLES, par Leclerc, 1 vol. in-12 de 364 p. et 127 grav. 3 50
FLORE DES JARDINS ET DES CHAMPS, par Lemaoust et Decaisne, 2 vol. in-8. . . 9 »
HORTICULTEUR UNIVERSEL, par Camuzet, Jacques, Neumann, Lemaire, Pépin et Poiteau, 7 beaux vol. grand in-8 et 300 planches coloriées. . . . . 150 »
HORTICULTURE (Encyclopédie d'), 2e édition, 1 vol. in-4e de 500 pages avec 500 gravures (forme le tome V de la *Maison rustique*). . . . . 9 »
HORTICULTURE, par Lindley, 1 vol. grand in 8 de 430 pages et 37 gravures. 3 50
IRRIGATEUR (Manuel de l'), *Code*, par Villeroy, 384 pages in-8 et 121 gravures. . . . 5 »
IRRIGATION DES PRAIRIES, par Keeloff, 1 vol. texte et 1 vol. atlas cartonné in-8. 9 »
JARDINIER DES FENÊTRES et des petits jardins, par Mme Millet-Robinet, 1 vol. . 1 75
JOURNAL D'HORTICULTURE PRATIQUE, par Victor Paquet, 5 vol., 76 grav. col. 29 »
MAISON RUSTIQUE DES DAMES, par Mme Millet, 2 vol. in-12 et 232 gravures. . . . 7 50
MAISON RUSTIQUE DU 19e SIÈCLE, 5 vol. in-4 et 2,500 gravures. 39 50
MANUEL GÉNÉRAL DES PLANTES, ARBRES ET ARBUSTES, Description, culture de 25,000 plantes indigènes ou de serre, 4 vol. petit in-8 à 2 colonnes. . . . . 36 »
MURIERS (Manuel du Cultivateur du), par Charrel, 1 vol. in-8. . . . . 1 75
ORCHIDÉES (Culture des) et liste descriptive de 550 espèces, par Morel, 1 vol. in-8. . 5 »
PELARGONIUM, Calcéolaires, Verveines, par Chauvière, in-12 de 150 pages 2 50
ROSES (Choix des plus belles), 1 beau volume in-folio et 90 planches coloriées. . . . 49 »
VERS A SOIE (L'Éducateur de), par Robinet, 1 vol. in-8 et 51 gravures. 3 50
VIGNERON (Manuel du), par Odart, 1 vol. in-12 de 472 pages. 3 50

BIBLIOTHÈQUE DU CULTIVATEUR, publiée avec le concours du Ministre de l'Agriculture.

EN VENTE : 16 VOLUMES IN-12, A 1 FR. 25 LE VOLUME, SAVOIR :

Travaux des Champs, Éléments d'Agriculture, par Borie, 250 pages et 130 gravures. . 1 25
Fermage (estimation, plans d'améliorations, bail), par de Gasparin, 3e édit., 384 pages. . 1 25
Métayage (contrats, effets, améliorations), par de Gasparin, 2e édition, 166 pages. . . . 1 25
L'Éleveur de Bêtes à cornes, par Villeroy, 3e édition, 438 pages et 60 gravures. . . . 1 25
Choix des Vaches laitières, par Magne, 2e édition, 120 pages et 8 planches. 1 25
Animaux domestiques (zootechnie, hygiène, etc.), par Lefour, 180 pages et 55 gravures. . 1 25
Animaux domestiques (entretien, élevage, etc.), par Lefour, 220 pages et 89 gravures. . 1 25
Basse-cour et Lapins, par Mme Millet-Robinet, 3e édition, 180 pages et 11 gravures. . . 1 25
Animaux utiles (domestication), par Is. Geoffroy St-Hilaire, 3e édit., 216 p., 23 grav. . 1 25
Sol et engrais, par Lefour, inspecteur général de l'agriculture, 204 pages et 36 grav. . . 1 25
Géométrie agricole (dessin linéaire, métrage, etc.), par Lefour, 216 pages et 150 grav., 1 25
Arithmétique et Comptabilité agricoles, par Lefour, 224 pages et 12 gravures. . . . 1 25
Économie domestique, par Mme Millet-Robinet, 234 pages et 21 gravures. 1 25
Conservation des fruits, par Mme Millet-Robinet, 144 pages. 1 25
Houblon, par Erath, traduit de l'allemand par Nicklès, 427 pages et 22 gravures. 1 25
Le Pêcheur à la mouche artificielle et à toutes lignes, par de Massas, 204 pages et 27 grav. 1 25

BIBLIOTHÈQUE DU JARDINIER, publiée avec le concours du Ministre de l'Agriculture.

EN VENTE : 12 VOLUMES IN-12, A 1 FR. 25 LE VOLUME, SAVOIR :

Arbres fruitiers (taille et mise à fruit), par Puvis, 2e édition, 220 pages. 1 25
Arbres fruitiers (maladies et guérison), par Rubens, 152 pages. 1 25
Greffe, par Noisette, 2e édition, 238 pages et 6 planches. 1 25
Pépinières, par Carrière, 144 pages et 16 gravures. 1 25
Asperge (culture naturelle et artificielle), par Loisel, 2e édition, 108 pages et 6 gravures. 1 25
Melon (culture sous cloche, sur butte et sur couche), par Loisel, 3e édit. 112 pag. et 3 grav. 1 25
Plantes potagères (culture ordinaire et forcée), par Victor Paquet, 402 pages. 1 25
Dahlias, par Pépin, 2e édit., 156 pages et 36 gravures. 1 25
Œillet, par le baron de Ponsort, 12e édit., 196 pages et 1 planche. 1 25
Pelargonium, par Thibault, 108 pages et 10 gravures. 1 25
Plantes bulbeuses, par Ch. Lemaire, 392 pages. 1 25
Chimie et Physique horticoles, par Deherain, 120 pages et 11 gravures. 1 25

PARIS.—IMP. SIMON RAÇON ET COMP., RUE D'ERFURTH, 1.

COURS

D'AGRICULTURE

PAR

LE Cte DE GASPARIN

ANCIEN PAIR DE FRANCE,

Membre de l'Académie des Sciences, de la Société centrale d'Agriculture, etc.

TOME TROISIÈME

BIBLIOTECA

PARIS

DUSACQ, LIBRAIRIE AGRICOLE DE LA MAISON RUSTIQUE

Rue Jacob, 26

Et chez les principaux Libraires de la France et de l'Étranger.

Source gallica.bnf.fr / Bibliothèque nationale de France

COURS

D'AGRICULTURE

III.

BIBLIOTHÈQUE
DE M. A. BIXIO.
PARIS.

PARIS. — IMPRIMERIE D'E. DUVERGER

RUE DE VERNEUIL, 6.

COURS

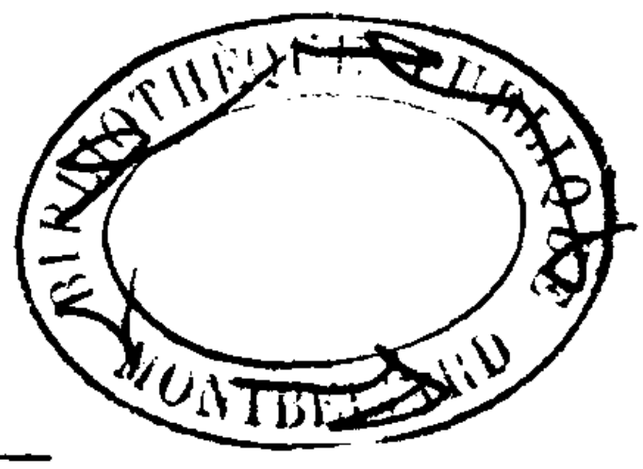
D'AGRICULTURE

PAR

LE Cte DE GASPARIN

ANCIEN PAIR DE FRANCE,

Membre de l'Académie des Sciences, de la Société centrale d'Agriculture, etc.



TOME TROISIÈME

BIBLIOTHEQUE NATIONALE
CENTRE DE PRÊT
Réf. Postale 1101
78011 VERSAILLES CEDEX
PARIS

DUSACQ, LIBRAIRIE AGRICOLE DE LA MAISON RUSTIQUE,

RUE JACOB, N° 26,

Et chez tous les libraires de la France et de l'Étranger.

8° 70672 (3)

COURS
D'AGRICULTURE

MÉCANIQUE AGRICOLE

La mécanique agricole n'est qu'une simple subdivision de la mécanique industrielle et ne doit être abordée qu'après une étude préalable des principes généraux qui régissent celle-ci. Nous n'aurions pu nous dispenser, il y a quelques années, de la faire précéder de l'exposition de ces principes et de remonter même jusqu'à la mécanique rationnelle; on manquait alors d'un enseignement convenable pour préparer le lecteur aux applications des arts. Aujourd'hui les ouvrages excellents de Coriolis (*Traité de la Mécanique des corps solides*) et de M. Poncelet (*Introduction à la Mécanique industrielle*) nous dispensent de cette tâche difficile, et nous pouvons nous borner aux considérations qui se rattachent plus étroitement à notre spécialité. Heureux si parmi les applications que ces maîtres mettent sous les yeux de leurs élèves, ils avaient choisi nos machines agricoles et les avaient soumises au savant examen qui a valu des perfectionnements si remarquables à nos machines à vapeur et à nos roues hydrauliques. Quoiqu'ils ne l'aient pas fait, nous ne pouvons les accuser d'un injuste dédain pour l'industrie agricole. Nous avons entendu M. Poncelet regretter de n'être plus placé de manière

à pouvoir faire des expériences sur nos instruments, et un de ses élèves les plus distingués, M. A. Morin, a été conduit par ses travaux à étudier d'une manière particulière le tirage des voitures ; il a fait quelques expériences sur la charrue ; enfin il nous a donné le dynamomètre le plus parfait que nous connaissions. Coulomb avait fait des expériences sur la bêche, et, il y a plus d'un siècle, Lecamus portait les aperçus d'un rare bon sens sur les voitures et sur les charrues. Nous ne devons donc pas attribuer le silence presque absolu des mécaniciens à l'égard des instruments agricoles à des sentiments peu favorables à l'agriculture, mais bien à ce que les agents de l'agriculture, trop ignorants pour connaître leurs propres besoins, loin d'élever aucune plainte, loin d'adresser aucune demande à la science, se révoltaient contre toute idée de changement et n'admettaient pas même la critique des outils imparfaits dont ils se servaient. On sait les difficultés que l'on éprouve encore aujourd'hui à les modifier ; malgré les exemples éclatants des succès obtenus par l'usage des instruments perfectionnés, l'adage de Caton : *Ne change pas ton soc*, semble être resté la règle invariable du plus grand nombre des cultivateurs. Ne pourrait-on pas dire aussi qu'une longue pratique avait porté ces instruments, dès les temps les plus anciens, à un assez haut degré de perfection, relativement aux ouvriers chargés de les exécuter, aux forces à employer et à la tâche de travail à accomplir, en voyant les formes générales et les perfectionnements successifs ne porter que sur les parties accessoires? En effet, on trouve déjà, dans l'antiquité, la bêche, le râteau, la houe, plusieurs espèces de charrues qui répondent à celles dont nous nous servons, notre simple araire, notre araire à versoir(1), le cultivateur araire à deux versoirs(2). Ces parties principales de la charrue étant données, il ne restait plus que leur forme à perfectionner.

(1) Pline, lib. XVIII, cap. 50, *Tabula aratro adnexa.*
(2) Varron, lib. I, cap. 29, *Tabulis additis ad vomerem simul.*

Sans doute on a beaucoup gagné en substituant dans l'action de la charrue le tranchant du soc à la pression du coin, mais ce premier progrès, d'où découlèrent tous les autres, a été obtenu par des ouvriers et est antérieur à l'époque où l'on a cherché à porter la lumière de la science sur les procédés agricoles; et les perfectionnements obtenus depuis sont loin d'avoir la valeur exagérée que l'on est souvent tenté de leur attribuer.

Notre œuvre serait immense si nous nous proposions d'examiner en détail l'innombrable série des machines agricoles. Les salles des conservatoires en sont pleines; chaque année les catalogues des fabricants nous en présentent de nouvelles; sans doute un livre qui aurait pour but de les apprécier conduirait à d'utiles découvertes; un grand nombre d'idées ingénieuses entassées dans ces sortes de nécropoles sont perdues pour le public et pourraient lui être rendues par un examen judicieux; mais tel ne peut être notre but. Indiquer les différents effets que le cultivateur se propose de produire; choisir parmi les machines quelques-unes des plus parfaites, les décrire, les apprécier et donner les principes qui peuvent servir à les juger, c'est la ligne qui nous paraît suffire à l'instruction de nos lecteurs. Nous demandons que l'on nous tienne compte de l'absence d'un guide que nous puissions suivre, de la nécessité où nous sommes d'appliquer tant de sciences différentes, qui n'ont été qu'une partie accessoire de nos études. D'autres viendront, qui nous corrigeront et compléteront ce que nous avons laissé de trop imparfait.

Le but de la mécanique industrielle est l'exécution intelligente et économique des travaux relatifs aux opérations des arts, au moyen des forces motrices. On a rempli ce but quand le moteur employé est celui que l'on peut se procurer le plus facilement et au meilleur marché, et que l'effort exercé, multiplié par la durée du travail possible, est un *maximum*.

Cette définition nous conduit à circonscrire le champ de la

mécanique agricole. Laissant à la mécanique rationnelle ses théories du mouvement et de l'équilibre, à la mécanique industrielle générale l'étude du travail dynamique des forces et des dispositions générales des machines, nous considérons dans le champ plus limité du travail agricole 1° les moteurs dont notre industrie peut disposer; 2° les instruments auxquels on les applique pour exécuter un travail déterminé; 3° le choix des moteurs à appliquer à chaque instrument et à chaque opération, et le résultat économique de ce choix. Ces trois divisions embrassent toute l'étendue de notre sujet.

Nous devons rappeler succinctement ici quelques distinctions essentielles que l'on ne doit jamais perdre de vue. On a donné le nom de *force* à toute cause qui tend à modifier l'état d'un corps ou à le faire mouvoir s'il est en repos. L'intensité avec laquelle la force agit est ce que l'on appelle *l'effort*. Le travail mécanique est le résultat de l'activité, de la force employée à vaincre des résistances sans cesse renouvelées pendant la durée du travail. Il ne doit pas être confondu avec l'effort produit par le moteur. Celui-ci, attaché à un point fixe, invariable, pourrait se consumer en vains efforts, sans produire aucun travail mécanique. Le travail mécanique se mesure par le chemin que parcourt le point d'action multiplié par la résistance vaincue dans un temps donné. Ainsi, quand il s'agit d'élever des fardeaux, l'unité de travail mécanique a pour valeur l'élévation d'un kilogramme à la hauteur d'un mètre; dans le tirage des voitures, l'unité de travail mécanique est l'effort d'un kilogramme répété le long du chemin d'un mètre décrit par le point d'application et dans le sens de l'effort; mais le travail mécanique est loin de représenter toujours la totalité de l'activité développée par le moteur. Ainsi, quand le poids est appliqué directement sur le moteur, comme dans le cas des portefaix et des chevaux de bât, le moteur peut rester en repos, le travail mécanique être nul, et cependant l'effort être considérable, puisque le mo-

teur aura à soutenir l'effet de la pesanteur sur le fardeau. Il faut donc ne jamais perdre de vue ces notions pour chercher toujours à rapprocher le plus possible l'effet utile de celui qui se perd.

On peut toujours ramener à une même unité les forces employées pour produire les différentes natures de travail mécanique, en les rapportant à celui de tous qui est le plus simple et le plus uniforme, l'action d'élever un poids. Ainsi l'on obtiendrait la mesure de l'effort exercé par le moteur qui tire un fardeau en substituant à ce fardeau le plateau d'une balance que l'on chargerait de poids jusqu'à ce que l'on obtînt l'équilibre entre le poids et l'effort, et d'une manière plus simple en interposant entre la puissance et la résistance un ressort dont le degré de tension représenterait le poids nécessaire pour établir l'équilibre entre ces deux forces. Ayant obtenu ainsi la mesure en kilogrammes de l'effort employé, si on la multiplie par le chemin parcouru par le point d'attache dans un temps donné, on aura la valeur du travail mécanique correspondant dont l'unité se nomme *kilogrammètre* (km.) et est égale à un kilogramme élevé à la hauteur d'un mètre. Ainsi, soit l'effort indiqué de 75 kilogr. et soit un mètre la distance parcourue pendant une seconde, nous aurions $75 \times 1 = 75^{km}$; travail mécanique qui, s'il est effectué dans chaque seconde, revient à ce que l'on appelle dans la pratique *cheval-vapeur* (environ trois chevaux de trait).

Il est très important, dans les applications, de pouvoir mesurer le travail mécanique et l'effort nécessaire pour le produire. Mais le travail agricole est loin d'être produit par un effort uniforme ou qui reste le même à tous les instants de sa durée. Pour arriver à une appréciation utile, il faut connaître le maximum d'effort, la moyenne des efforts et leur durée. En effet, supposons que nous voulions juger du moteur à employer pour opérer un labour. Nous rencontrons dans la terre des résistances variables; elle contient des couches de ténacité inégale; on y trouve. des pierres et des racines qui pré-

sentent tout à coup des résistances très fortes; il peut arriver ensuite que l'on passe à des couches meubles, à des parties de terrain sans obstacle. Pour faire le choix du moteur à employer, il nous faudra donc connaître le *maximum* de l'effort à exercer, car il serait possible que l'effort moyen fût peu considérable et que, faute de posséder le *maximum* nécessaire pour vaincre les obstacles, le travail devînt impossible ; il nous faut aussi connaître l'effort moyen, car c'est lui qui, à la longue, fixe la valeur du travail mécanique à dépenser.

Buffon, qui avait fait des recherches sur les forces de l'homme, avait senti le besoin d'un instrument propre à les mesurer. C'est lui qui indiqua à Régnier les moyens d'exécuter cette machine en se servant de la résistance du ressort. Le dynanomètre de Régnier a été longtemps le seul employé ; mais il n'indique que le moment précis où l'on observe, et quand les résistances sont très variables, la rapidité des variations rend le résultat faux.

M. Amédée Durand a construit sur le même principe du ressort un dynanomètre qui donne la valeur moyenne en maximum d'un travail mécanique. La simplicité de cet instrument le rend très propre aux opérations de l'agriculture. C'est par son moyen qu'ont été obtenus la plupart des résultats consignés dans cet ouvrage. M. de Valcourt donne, dans son onvrage, la description d'un dynamomètre simple et exact que M. Poncelet avait proposé en 1831, et qui a été exécuté et employé dans des essais faits à Grignon.

Le dynamomètre de M. A. Morin, qui note à chaque instant la marche des variations de l'effort et trace une courbe qui les représente, est un instrument d'une grande précision qui lui a servi à faire ses belles expériences sur le tirage des voitures; malheureusement son prix élevé ne permet pas d'en répandre l'usage et le réserve pour des expériences spéciales faites dans le but d'éclairer la science plutôt que la pratique.

PREMIÈRE PARTIE.

DES FORCES MOTRICES.

Les moteurs employés en agriculture peuvent être divisés en moteurs animés et en moteurs inanimés. Les derniers sont le vent, l'eau courante et la vapeur, et nous allons d'abord nous en occuper.

CHAPITRE I.

Travail du vent.

Les arts industriels ne se servent du vent qu'en l'absence de toute autre force, et dans un nombre de cas très restreint; l'agriculture ne s'est approprié la force du vent d'une manière à peu près générale que pour les desséchements, plus rarement pour les irrigations, et enfin elle le fait servir à séparer les parties légères des parties lourdes des récoltes, opération qui prend le nom de *vannage* des grains.

Quelle est la cause de ce dédain pour une force naturelle, gratuite, très considérable, mise à la disposition de l'homme avec une étendue et une généralité qui sembleraient en recommander l'emploi? Cette cause n'est autre que l'irrégularité du vent : irrégularité dans le temps de sa production, irrégularité dans sa force, irrégularité dans sa direction. Ainsi tantôt le vent souffle pendant longtemps et pendant des saisons où le travail serait le moins nécessaire; il s'arrête, et l'atmosphère

devient calme pendant de longues périodes où son secours serait le plus utile; puis, pendant sa durée, sa force impulsive est tantôt excessive, tantôt trop faible, souvent inégale dans des temps égaux; enfin le vent change insensiblement et subitement de direction, ce qui oblige à une attention soutenue pour l'orientation des machines ou à des complications de mécanisme qui diminuent leur solidité ou leur effet. Le vent est donc un moteur capricieux qui ne peut s'adapter aux travaux qui exigent de la régularité. Quand les bras des hommes doivent concourir avec son action, on ne peut l'employer, car les ouvriers auxiliaires resteraient souvent inoccupés. Cet inconvénient se fait sentir dans les opérations de la moisson de la région des oliviers, où l'on compte sur le vent pour nettoyer les grains qui viennent d'être dépiqués et où un grand nombre d'ouvriers oisifs attendent souvent des semaines entières que le vent vienne les aider à séparer la paille du grain. Ce moteur, qui est le plus économique s'il arrive à propos, devient bien coûteux quand il se fait attendre. Il faut aussi renoncer à son secours pour les travaux qui doivent être accomplis à des époques fixes ; ainsi l'on s'expose à voir les prairies desséchées par les ardeurs de la canicule quand on compte sur le vent pour élever l'eau destinée à l'irrigation. Malgré les inconvénients que nous venons d'énumérer, nous pensons qu'on n'en fait pas assez d'usage et qu'on n'a pas tenté assez d'efforts pour vaincre ces obstacles et s'emparer d'une force aussi généralement répandue.

SECTION Ire. — *Force du vent.*

Nous avons vu, dans la Météorologie[1], les moyens d'observer la vitesse du vent. On pourrait aussi observer la force du vent en lui opposant une plaque pressant sur un ressort, comme

(1) T. II, p. 186.

dans l'anémomètre de Régnier, employé à l'observatoire de Bruxelles, où un mécanisme d'horlogerie met en mouvement un papier sur lequel se trace la courbe des variations de la force du vent.

On démontre, dans la Mécanique (1), que la résistance que les corps en mouvement dans un fluide éprouveraient de sa part, ou qu'un corps en repos éprouverait de la part d'un fluide en mouvement, est égale à la demi-densité de ce fluide P, multipliée par la surface A de la plus grande section transversale du corps et par le carré de la vitesse V^2, et enfin par un coefficient K, qui dépend de la forme du corps, de sa longueur, des frottements, de la différence de pression du fluide sur les deux faces du corps et sur les bords, pression causée par la direction des courants qui forment en avant de lui un vide, etc. Nous aurons donc $R = \frac{1}{2} KPAV^2$ pour l'expression de la résistance R. Si ce fluide est de l'air, la température étant de 12° et la pression barométrique de $750^{mill.}$, on a $\frac{1}{2} P = 0,06253$. D'après un grand nombre d'expériences de MM. Thibaut, Dubuat, Duchemin, Piobert, etc., M. Poncelet s'est arrêté, dans le cas de l'air en mouvement, à la valeur de $K = 1,85$ (2); ce qui réduit sa formule à celle-ci : $R = 0,11568\ AV^2$.

Nous avons une série d'expériences, dont on ne s'est peut-être pas assez occupé, sur la force déployée par le vent contre une plaque en repos : c'est celle de Rouse que Smeaton dit avoir été faite avec beaucoup de soin et d'après un nombre considérable de faits et d'expériences, et qu'il juge digne de la confiance de ses lecteurs (3), en avertissant cependant qu'elle ne la mérite pas au même degré au-dessus d'une vitesse de vent de $22^m,36$ par seconde qu'au-dessous.

(1) Poncelet, *Introduction*, § 381, 431.
(2) *Ibid.*, § 407.
(3) *Recherches expérimentales sur l'eau et le vent*, p. 61.

EXPÉRIENCES DE ROUSE

sur une surface de 0mq.,0929 (1 pied carré anglais).

VITESSE du vent.	EFFORTS observés.	EFFORTS calculés par la formule avec le coefficient 0,11568	COEFFICIENT donné par l'expérience.	VALEUR de K d'après les expériences.
mètres.	kil.	kil.		
0,121	0,0014	0,0016	0,100	1,59
0,893	0,0090	0,0085	0,122	1,95
1,341	0,0109	0,0193	0,119	1,90
1,789	0,0240	0,0344	0,123	1,97
2,234	0,0557	0,0536	0,120	1,92
4,471	0,2229	0,2148	0,120	1,92
6,706	0,5015	0,4834	0,119	1,90
8,868	0,8915	0,8453	0,116	1,85
11,08	0,9295	1,320	0,081	1,30
13,30	1,339	1,902	0,082	1,31
15,52	1,822	2,589	0,081	1,30
17,74	2,380	3,156	0,081	1,30
19,95	3,012	4,279	0,082	1,31
22,17	3,718	5,284	0,081	1,30
26,82	8,033	7,731	0,120	1,92
35,77	14,264	13,750	0,120	1,92
45,34	22,288	23,780	0,108	1,72

L'examen de ces observations nous montre que les résistances diverses qui sont en raison inverse de la valeur de K sont très peu considérables pour les vents légers, qu'elles augmentent subitement dans les vitesses moyennes de 11 à 22 mètres, puis qu'elles diminuent de nouveau dans les grandes vitesses.

M. Thibaut [1] a fait deux séries d'expériences sur la force d'impulsion directe du veut contre une surface de 0m,1089 en repos. Il a obtenu le résultat moyen suivant :

Vitesse du vent.	Effort obtenu.	Effort calculé avec le coefficient 0,11568.	Coefficient donné par l'expérience.	Valeur de K.
	kil.			
4,655	0,29137	0,23598	0,124	1,98

(1) *Recherches expérimentales sur la résistance de l'air.* Brest, 1826, 1 vol. in-4, p. 79 et suiv.

La valeur de K ne diffère pas beaucoup de celle trouvée par Rouse. Il est fâcheux que l'auteur n'ait pas pu observer une série plus variée de vitesse de l'air, qui aurait pu servir à vérifier la décroissance singulière qu'éprouve la valeur de K dans les vents de 11 à 22 mètres de vitesse. Dans les expériences de Rouse, cette décroissance peut tenir d'ailleurs à des accidents particuliers aux expériences de ce dernier; tels seraient, par exemple, des vents soufflant par rafales. La figure que prennent les ondes à la proue et à la poupe de l'obstacle, en rapport avec sa forme, sa grandeur et la continuité d'impulsion du vent, doivent certainement avoir une grande part dans les résultats. Les expériences faites sur le vent lui-même ne peuvent être d'une grande précision, à cause de l'inconstance de sa vitesse; on ne peut obtenir de résultats vraiment comparables qu'au moyen du mouvement circulaire d'un corps attaché à un volant et se mouvant dans l'air en repos.

On emploie très peu le vent contre un corps qui résiste dans la direction qui lui est opposée; aussi la formule qui exprime son effort direct ne pourrait guère avoir d'usage que pour calculer la forme que l'on doit donner aux constructions rurales, ou l'excédant du travail imposé aux hommes et aux animaux qui marchent contre le vent. Dans ce dernier cas, par exemple, nous trouverions qu'une voiture de foin, marchant avec une vitesse de 2 mètres par seconde, présentant une surface de 3 mètres carrés à un vent de 20 mètres de vitesse, exigerait de la part du cheval qui la traînerait sur une route unie un surcroît de résistance exprimé par $0,11568 \times 3 \times (20+2)^2 = 167^k,97$. Si cette voiture chargée de foin pesait 1800^k avec son chargement, nous verrions qu'elle exigerait en temps calme une force de $0,032 \times 1800^k = 57^k,6$. Ainsi l'effort exigé du cheval serait plus que triplé par la circonstance de l'existence d'un pareil vent.

Le principal emploi que l'on fait du vent consiste dans son

application aux moulins à vent tournant dans un plan perpendiculaire à sa direction ; nous nous bornerons ici à rechercher l'effort que le vent exerce sur elles et l'effet mécanique que l'on peut en attendre.

Les ailes des moulins de Lille, qui ont été le sujet de ces expériences de Coulomb, ont $12^{m},344$ de surface. Cinquante moulins examinés produisirent à peu près la même quantité de travail, quoiqu'il y eût des différences dans la disposition des mécanismes, ce qui prouvait qu'on était arrivé à un mode de construction qui donnait le maximum d'efforts. On sait que le travail de ces moulins ne consiste absolument qu'à élever des pilons pour écraser des graines oléagineuses ; que la transmission du mouvement se fait au moyen de deux roues dentées transmettant le mouvement à une autre roue garnie de dents qui soulève les pilons, et que par cette simplicité de construction on est parvenu à employer les $\frac{80}{100}$ de la force transmise par l'extrémité des ailes. Les expériences de Coulomb nous semblent donc parfaitement propres à vérifier l'exactitude des formules. Il a mesuré le travail effectué avec différentes vitesses, savoir : $2^{m},274$, $4^{m},00$, $6^{m},749$ et $9^{m},095$; mais arrivés à cette dernière vitesse, les moulins ne marchent plus, à moins qu'on ne diminue la surface de leurs ailes. On retranche $1^{m},749$ de la largeur des voiles à l'extrémité de chaque aile, et celles-ci se trouvent alors réduites à une surface de $10^{m},6$. Les pilons étaient soulevés deux fois par chaque tour d'ailes à $0^{m},487$ de hauteur, ou en totalité à $0^{m},974$. Le tableau qui va suivre contient le détail des expériences.

Quoique la pression sur les ailes en mouvement ne puisse pas être mesurée comme pour les corps en repos, nous avons voulu comparer ces effets qui semblent d'abord si différents et essayer les résultats que l'on obtiendrait de l'application de la formule de M. Poncelet aux résultats de Coulomb. C'est

ce que nous avons fait au moyen des trois dernières colonnes du tableau suivant :

	VITESSE du vent par seconde.	NOMBRE de tours d'ailes par seconde.	POIDS à soulever.	HAUTEUR où ils sont soulevés par seconde.	TRAVAIL mécaniq.	SURFACE des voiles.	TRAVAIL par mèt. carré	FORMULE de Poncelet.
	mèt.	mèt.	kil.		km.	mq.		
1	2,274	0,050	49,9	0,487	24,30	80,80	0,30	0,48
2	4,000	0,125	186,0	0,487	90,58	80,80	1,12	1,86
3	6,466	0,217	1189,7	0,487	579,38	80,80	7,17	4,91
4	9,095	0,291	1597,6	0,487	778,03	65,60	11,86	9,32

Si nous cherchons les coefficients, qui dans ces expériences auraient été applicables à cette formule, nous trouvons :

	Valeur du coefficient.
N° 1	0,06
N° 2	0,07
N° 3	0,17
N° 4	0,14

L'on voit ici le coefficient de la formule augmenter jusqu'à une vitesse de 9 mètres par seconde, après quoi il semble prendre une marche descendante. Dans l'intervalle de 4 à 6 mètres de vitesse, le coefficient paraît se rapprocher de celui de M. Poncelet, pour indiquer la force du vent contre un obstacle direct. Il semblerait donc que les moulins à vent non-seulement utiliseraient toute la force que le vent déploie, mais de plus une force qui est perdue dans le cas de l'obstacle direct et immobile. Cette déperdition ne peut s'expliquer que par l'appel fait au vent, en raison de la fuite rapide qui a lieu entre les ailes. Nous pensons qu'alors les remous de la proue et de la poupe (d'avant et d'arrière) prennent des figures moins dispersives que quand elles rencontrent un obstacle direct et immobile. Nous nous arrêterons là pour ne pas entrer dans le champ des hypothèses. Il n'en est pas moins très curieux de voir que pour calculer la force agissant contre les ailes d'un moulin à vent,

on puisse se servir de la formule de M. Poncelet, destinée à représenter l'action du vent sur un corps en repos, et en obtenir pour résultat une quantité *minimum* qui sera dépassée dans la pratique, mais qui suit approximativement les mêmes lois.

SECTION II. — *Travail à utiliser, prix du travail du vent.*

Il ne faut pas de grandes recherches pour juger si le vent est assez constant dans un pays pour qu'on puisse s'en servir comme moteur; chacun peut s'en rendre compte d'après ses propres sensations; mais nous avons vu des entreprises pareilles complétement entravées faute d'avoir approfondi sérieusement la distribution des vents dans les différents mois de l'année. Ainsi pour les machines hydrauliques destinées aux irrigations, si les mois les plus secs sont ceux où le vent cesse d'agir avec une puissance suffisante, on pourra être exposé à manquer le but que l'on s'était proposé, celui d'entretenir l'humidité de la terre pendant cette époque critique de l'année; si les séries de jours venteux présentent entre elles de trop longs intervalles de calme, il pourra en être de même, et les plantes recevront une atteinte mortelle avant le retour des vents qui pourraient leur procurer l'eau nécessaire à leur existence. C'est donc la météorologie qu'il faut d'abord consulter avant de faire de grandes entreprises de ce genre, et si les inconvénients signalés se présentent, le vent ne sera plus seulement cette force presque gratuite qui ne coûte que l'établissement des machines, mais il faudra joindre à cette dépense celle de réservoirs propres à emmagasiner les produits des temps venteux pour les temps calmes, et augmenter la force des machines qui devront opérer dans ces intervalles limités de temps ce qu'elles ne peuvent plus opérer par un travail continu. Nous traiterons de ces circonstances dans la dernière partie de ce traité, mais en attendant nous avons cru devoir avertir nos lecteurs et leur dire

qu'une des causes principales qui a fait abandonner des machines déjà en activité et qui a éloigné les agriculteurs de l'usage de machines mues par le vent, c'est le fâcheux exemple de revers dus entièrement à l'oubli de ces importantes considérations. Mais aussi dans les lieux où les précautions indiquées sont néces-saires, l'emploi du vent devient quelquefois une force très coû-teuse, et d'autant plus que l'on opère sur une petite échelle, les frais des réservoirs étant en raison inverse de leur étendue.

CHAPITRE II.

Travail de l'eau courante.

Les eaux courantes ont aussi leurs irrégularités dépendant des variations des saisons et des températures. Quand on veut s'en servir comme force destinée à mettre des machines en mouvement, on ne peut donc pas se borner à connaître leur débit à un moment donné, il faut les suivre dans le cours de l'année et à l'époque de leur étiage; les jauger le jour et la nuit quand le cours d'eau n'est pas très considérable, car l'é-vaporation du jour diminue souvent d'une quantité assez forte le volume d'eau des ruisseaux, surtout si leur cours est long et embarrassé de plantes qui transpirent beaucoup.

Cette force, mise à portée des cultivateurs, peut être pliée à tant d'usages importants, peut faciliter tant de travaux que l'on s'étonne quelquefois de l'aveuglement de ceux qui la laissent s'échapper sans lui demander les services qu'elle est susceptible de rendre; car sans parler des irrigations qui, en doublant le produit des champs, représentent le produit d'un grand nombre de journées de travail, les eaux courantes battent et vannent les grains, dépouillent le riz et le maïs de leurs enveloppes, hachent la paille, les fourrages, les racines,

pulvérisent la marne et le plâtre, scient le bois, etc., montent l'eau à un niveau supérieur à celui du cours d'eau, et font tous ces travaux à l'aide de machines qui n'exigent que leurs frais de construction et d'installation, avec le secours d'un petit nombre de servants pris dans la classe des femmes et des enfants, dont le temps est le moins précieux.

SECTION Ire. — *Travail disponible des cours d'eau.*

La force d'un cours d'eau dépend de son volume et de sa hauteur de chute ; pour l'apprécier, il faut donc commencer par avoir une connaissance exacte de ces deux éléments.

Quand on veut mesurer le volume de l'eau, opération qui prend le nom de *jaugeage*, il peut se présenter plusieurs cas : 1° le volume d'eau est très petit et ne peut servir qu'à l'entretien d'une fontaine ; 2° le volume d'eau, pouvant être employé comme force, s'écoule par un orifice ; 3° l'eau s'écoule au-dessus d'un déversoir ; 4° s'écoule par un canal d'un régime uniforme.

Dans le cas où il ne s'agit que d'un très petit volume d'eau, on en barre le cours et on la fait couler au-dessus d'un déversoir ; alors le jaugeage rentre dans le troisième cas. Les anciens fontainiers procédaient d'une autre manière; ils pratiquaient plusieurs trous circulaires d'un pouce ($0^{m},027$) de diamètre dans la planche qui formait le barrage; ces trous étant fermés par des bouchons, ils en ouvraient un nombre suffisant pour que l'eau restât à un niveau constant d'une ligne ($2^{mill.},256$) au-dessus du sommet des orifices, et ils recevaient l'eau qui s'écoulait dans des vases mesurés. Le produit correspondant à l'ouverture d'un pouce coulant sous la charge d'une ligne était de $19195^{lit.},3$ en 24 heures ; c'est ce que l'on appelait un pouce de fontainier. La ligne d'eau, étant la 144e partie du pouce, fournissait par conséquent $133^{lit.},33$ d'eau

par jour. Mais ce moyen manque d'exactitude, et l'on sait aujourd'hui que le produit de plusieurs de ces ouvertures n'est pas égal à celui d'une seule multiplié par le nombre des ouvertures.

§ Ier. — Jaugeage de l'eau s'écoulant par un orifice.

Il arrive très fréquemment que l'on a à déterminer le volume de l'eau coulant par un orifice; c'est ce qui se présente quand on reçoit l'eau au-dessous d'une vanne mobile ou par une ouverture pratiquée dans une paroi, et c'est le mode le plus ordinaire de distribution pour les eaux des canaux d'irrigation.

Le débit des orifices étant égal au produit de leur aire par la vitesse, on cherche d'abord la vitesse de l'écoulement, qui s'obtient en multipliant la hauteur de l'eau au-dessus du centre de l'orifice par 19,62 qui est le double de la vitesse acquise par un corps dans la première seconde de sa chute, et en prenant la racine carrée du produit. Ainsi nous trouvons, du milieu de l'orifice jusqu'à la surface supérieure de l'eau, une hauteur de $0^m,26$; la vitesse sera $\sqrt{0,26 \times 19,62} = 2^m,26$ par seconde.

Si la paroi à travers laquelle s'écoule le liquide a une épaisseur égale à une fois et demie au moins sa plus petite dimension, ou que l'orifice soit terminé par un tuyau ou ajutage que l'eau remplit, la vitesse se trouve réduite, et il faut multiplier la valeur obtenue pour cette vitesse par 0,82 pour avoir, dans ce cas, la vitesse théorique; ainsi, dans l'exemple cité plus haut, nous aurions $2,26 \times 0,82 = 1^m,8532$ par seconde.

Maintenant, connaissant la vitesse, si l'on veut savoir le débit du réservoir, il peut se présenter deux cas qui modifient cette expression de la vitesse : l'orifice débouche à l'air libre et son niveau est inférieur à celui du réservoir qui fournit l'eau; il y a charge alors au-dessus de l'orifice du côté de

l'arrivée de l'eau, qui d'ailleurs s'écoule librement à sa sortie ; 2° l'orifice continuant à être surmonté par le niveau du réservoir du côté supérieur, sa sortie a lieu au-dessous du niveau de l'eau d'un réservoir inférieur ; l'orifice est *noyé*.

1° Pour obtenir le débit théorique de l'orifice coulant à l'air libre, avec charge du côté supérieur, il faut chercher l'expression de la vitesse comme nous venons de l'indiquer, et la multiplier par l'aire de l'orifice. Soit la vitesse trouvée égale à 2 mètres par seconde, l'orifice ayant 0,04 de surface, nous aurons $Q = 0,4 \times 2 = 0,8$, ou $\frac{8}{10}$ de mètre cube par seconde.

2° Si l'orifice est noyé, on emploiera, dans l'expression de la vitesse, non plus la différence du niveau de l'orifice et du réservoir supérieur, mais celle du réservoir supérieur et du réservoir inférieur. Ayant trouvé la vitesse, on la multipliera par l'aire de l'orifice.

L'on se tromperait si, après avoir obtenu le débit théorique de l'orifice, on croyait avoir pour tous les cas le débit effectif. Des circonstances très diverses, qui ont été étudiées avec soin par MM. Poncelet et Lesbros [1], viennent modifier ce résultat ; nous nous bornerons ici à indiquer les principales.

1° On sait qu'à la sortie d'un orifice la veine fluide se contracte quand les filets d'eau latéraux viennent heurter les filets d'eau directs. On dit que la contraction est complète quand l'orifice est placé de telle sorte qu'il est éloigné des bords et du fond du réservoir d'une longueur au moins égale à une fois et demie à deux fois sa plus petite dimension. Elle est incomplète si l'un des côtés de l'orifice se trouve sur le prolongement des parois du canal ou plus rapproché que la distance que nous venons d'indiquer.

2° Dans le cas où la contraction est complète et où il n'y a pas d'ajutage, la veine se détachant des parois extérieures,

(1) *Expériences hydrauliques sur les lois de l'écoulement de l'eau.*

on obtiendra le débit effectif en multipliant le débit théorique par un coefficient donné par les tables qui se trouvent dans les mémoires de MM. Poncelet et Lesbros[1], ou seulement, si l'on ne veut obtenir qu'un degré moins grand d'exactitude, par 0,32 qui est la moyenne de ces coefficients; c'est environ les trois cinquièmes du débit théorique. Ainsi, dans l'exemple cité ci-dessus, si la contraction est complète, le débit de 0,8 deviendra 0,496 mètre cube.

3° Si la contraction n'est pas complète, il arrive qu'un, deux ou trois côtés de l'orifice se trouvent dans la direction des bords du canal ou réservoir supérieur, et alors la contraction n'a lieu que sur trois, deux côtés ou un côté de l'orifice. D'après M. Bidone on obtiendra le coefficient exigé en multipliant le coefficient 0,62, ou le coefficient plus exact fourni par les tables, par :

1,125 si la construction a lieu sur trois côtés.
1,072 si elle a lieu de deux côtés.
1,035 si elle n'a lieu que sur un côté.

Ainsi, dans le cas cité plus haut, si la base et un des côtés de l'orifice se trouvaient sur le prolongement du canal supérieur, la contraction aurait lieu encore sur deux côtés, et en multipliant le coefficient 0,61 par 1,072, nous aurions le nouveau coefficient 0,66 qui, multiplié par 0,8, nous donnerait 0,528 mètre cube pour le débit effectif.

Toutes ces règles sont applicables au débit de l'eau qui passe au-dessous des vannes d'une écluse ; alors l'ouverture de la vanne n'est réellement qu'un orifice soumis aux règles que nous venons d'indiquer.

Il peut se présenter un grand nombre d'autres cas, mais ils ont plus de rapport aux circonstances industrielles qu'à celles où se trouvent les exploitations agricoles.

(1) *Voyez* aussi *Aide-mémoire de mécanique*, de M. Morin, p. 17 et 18.

§ II. — Jaugeage de l'eau s'écoulant sur un déversoir.

Pour jauger l'eau qui s'écoule sur un déversoir complétement isolé, il faut d'abord mesurer la hauteur de l'eau au-dessus du seuil ou bord sur lequel passe le liquide. Ce niveau doit être pris de la partie la plus basse du seuil jusqu'au point où l'eau ne s'est pas encore abaissée pour passer sur le déversoir, et à un mètre au moins du seuil. On cherche ensuite la vitesse qui correspond à cette hauteur, puis le produit théorique de cette vitesse par l'aire de l'orifice censé plein jusqu'au niveau de l'eau, que l'on multiplie par le coefficient 0,405, qui est une moyenne de ceux obtenus par MM. Poncelet et Lesbros, ou par les coefficients plus exacts qu'ils ont indiqués dans leurs ouvrages. Ainsi, soit ce déversoir large de 2 mètres, dont le seuil soit à $0^m,1$ au-dessous de l'eau du canal d'arrivée, nous aurons pour la vitesse $V = \sqrt{0,1 \times 19,62} = 1^m,40$, et le débit $Q = 0,1 \times 2 \times 1,40 \times 0,405 = 0,1134$ mètre cube par seconde.

Quand on ne peut prendre facilement la différence de niveau entre le seuil et l'eau du réservoir ou canal supérieur, on l'obtient par approximation en mesurant l'épaisseur de la lame d'eau qui passe sur le déversoir, et en la multipliant par 1,178 quand la largeur du déversoir sera les $\frac{4}{5}$ de celle du réservoir, et par 1,25 quand elle sera égale à celle du réservoir. Ainsi, la lame d'eau ayant une épaisseur de 0,06, la différence de niveau sera, dans le premier cas, de 0,0707, dans le second de 0,0750.

§ III. — Jaugeage des eaux dans un canal.

Quand l'eau que l'on veut jauger coule dans un canal qui, sur une certaine largeur, a une pente et une largeur à peu près

uniformes, on détermine la quantité d'eau qu'il débite par seconde en multipliant l'aire du profil du canal par la vitesse de l'eau ; on a $Q = A V$.

La vitesse moyenne de l'eau n'est pas celle que l'on observe au fond ou à la surface. La vitesse à la surface est plus grande et la vitesse du fond est plus petite que la vitesse moyenne ; mais on a reconnu que la vitesse moyenne était à peu près les 0,80 de celle de la surface. On obtient donc la vitesse de la surface en jetant dans le plus fort du courant plusieurs flotteurs assez pesants pour qu'ils plongent presque entièrement dans l'eau et en observant le temps qu'ils mettent à parcourir un espace déterminé ; la moyenne de ces observations donne la vitesse à la surface. On peut aussi se servir d'un moulinet dont on a déterminé le rapport de la vitesse des ailettes avec celle du fluide. Si l'on a ainsi obtenu $0^m,20$ pour la vitesse à la surface, la vitesse moyenne sera $0^m,16$. On obtient la vitesse de fond en retranchant la vitesse de la surface du double de la vitesse moyenne.

On prendra ensuite la dimension du canal entre les points où a été mesurée la vitesse de l'eau. Il est rare que le fond en soit plat ; alors il y a lieu de prendre la figure de son fond au moyen de sondes ; l'on établit ensuite le profil du canal et l'on calcule son aire. Supposons que l'addition des différents triangles et trapèzes dont se compose le profil nous ait donné une aire de $1^{mq},50$, le débit sera, avec la vitesse que nous venons d'indiquer, $1^{mq},50 \times 0^m,16 = 0,24$ mètre cube par seconde.

SECTION II. — *Évaluation de la force motrice des cours d'eau.*

La force motrice, le travail disponible d'un cours d'eau avec retenue est le produit du poids de l'eau écoulée par la hauteur de la chute. Le poids de l'eau étant, au maximum de densité, de 1000 kilogr. par mètre cube, appelant toujours Q le débit du cours d'eau par seconde et H la hauteur de la chute, nous aurons

$P = 1000\,QH^{km}$. Ce résultat exprime le nombre de kilogr. qui seraient élevés par la force à la hauteur d'un mètre par seconde.

Connaissant la vitesse, on peut toujours avoir la hauteur de la chute en divisant le carré de la vitesse par 19,62. Ainsi, voulant déterminer la force motrice naturelle d'un cours d'eau sans retenue, qui produit $3^m,392$ d'eau par seconde, avec une vitesse de $0^m,6$, nous avons pour la hauteur de la chute :

$$\frac{0,6^2}{19,62} = 0,018,$$

un peu moins de $0^m,02$ de chute, et la force P est exprimée par $1000 \times 3,392 \times 0,018 = 61^{km},056$ ou $61^k,056$ élevés à la hauteur d'un mètre par seconde.

SECTION III. — *Prix du travail mécanique de l'eau.*

On est bien loin, même dans les pays les plus civilisés, d'avoir employé aux usages de l'homme toute la force que présentent les cours d'eau. Les rivières navigables ont en général trop peu de pente pour que l'on puisse obtenir beaucoup de force en dérivant leurs eaux ; on se borne à placer quelques roues à aubes pendantes sur des bateaux, dans les parties de leur cours où il a le plus de vitesse. Les rivières non navigables sont en général couvertes de nombreuses usines et les chutes d'eau y ont acquis, près des centres de population, une valeur qui se rapproche beaucoup du degré d'utilité qu'on en retire ; mais dès qu'on s'éloigne de ces localités on est étonné de voir l'aveuglement avec lequel on néglige une grande masse de forces qu'avec plus d'industrie on parviendrait à utiliser et qui ne coûterait que les frais d'acquisition des bords du ruisseau et ceux d'établissement des machines.

Sans doute les progrès de l'irrigation ne tarderont pas à donner une valeur à ces eaux aujourd'hui si dédaignées, mais

il y aura presque partout des moyens d'accorder l'intérêt des usines et celui de l'agriculture; celle-ci absorbe les eaux, les fait disparaître; l'industrie ne fait que s'en servir à son passage. Il s'ensuivrait que dans une distribution rationnelle des eaux faite pour ces deux emplois, l'industrie devrait occuper la partie haute du cours, et que l'agriculture devrait s'en saisir quand, après ses grandes chutes, elle conserverait encore le niveau suffisant pour l'irigation des plaines. En général, une assez faible différence de niveau permet encore cette application. On pourrait donc dire que pour l'industrie la valeur de l'eau étant sa masse multipliée par sa hauteur de chute, elle consiste principalement dans sa masse pour l'agriculture. Si donc nous admettions que la force d'un cheval-vapeur (75^{km} par seconde) a pour l'industrie une valeur d'utilité de 2 fr., voici les prix que pourrait en donner l'agriculture :

L'irrigation peut payer 30 à 40 fr. les $10,000^{mc}$, ou $0^{f},0035$ le mètre cube.

Si les 75^{km} résultant de 6^{m} de hauteur de chute et de $0^{mc},0125$ d'eau, qui font en 6 mois 182160^{mc} valent en agriculture. . . . . 637^{f}

Si les 75^{km} résultant de 3^{m} de hauteur de chute et de $0^{mc},025$, qui font en 6 mois 364320^{mc} valent en agriculture. . . . . $1,274^{f}$

Si les 75^{km} résultant de 1^{m} de hauteur de chute et de $0^{mc},075$, qui font en 6 mois 1032960^{mc} valent en agriculture. . . . . $2,196^{f}$

Pour l'industrie, un cheval-vapeur vaudra toujours, pour 365 jours, la somme de. . . . . 730^{f}

A mesure que la masse augmente, l'agriculture, quand elle peut utiliser l'eau, la paie toujours dans une plus forte proportion, tandis que l'industrie exige la combinaison de la masse et de la hauteur de chute. Voici dans quelles limites l'agriculture et l'industrie pourront lutter ensemble dans l'acquisition de l'eau.

Quand le cultivateur voudra se servir de l'eau comme moteur mécanique, il commencera par bien évaluer le travail mécanique dont il a besoin et celui qu'il peut mettre en action, puis les frais de construction et d'établissement de ses

machines, et il comparera l'utilité obtenue au prix qu'elle lui coûtera. Nous verrons que les frais seront toujours assez modiques pour que l'effet utile de l'eau procure des avantages importants dans la plupart des services exigés par l'agriculture ; mais il ne faut pas perdre de vue que, selon les données différentes, l'usage de l'eau employée comme moteur peut présenter du bénéfice ou de la perte.

Ainsi, supposons que l'on ait à sa disposition un volume de $0^{mc},50$ d'eau sous une chute de $0^{m},204$; l'on dispose d'une force de $0^{mc},50 \times 1000 \times 0^{m},204 = 102^{km}$ par seconde, pouvant élever théoriquement par jour 866 mètres cubes à la hauteur d'un mètre et arroser environ un hectare, ou en totalité, pour des prairies ayant besoin d'une irrigation tous les huit jours, huit hectares de terre ; ainsi, au prix de 35 fr. par hectare, la machine aurait un effet valant 280 fr., et si l'eau devait être élevée à 2 mètres, 140 fr. seulement.

Si, au contraire, le volume d'eau restant le même, la vitesse était de 4 mètres, la hauteur de chute serait de $0^{m},816$; la force dont on disposerait serait de 408^{km}, et par jour de $35,251^{km}$ pouvant arroser au moins 4 hectares, et tous les huit jours 12 hectares qui, au prix de 35 fr., auraient une valeur de 1,120 fr.

Cet exemple manque sans doute d'exactitude, parce que les machines ne donneraient pas le produit théorique que nous avons indiqué ; il y aurait une perte de force par les frottements, etc., qui irait peut-être à moitié. Nous nous en occuperons plus tard, mais nous n'avions pour but ici que de montrer comment les calculs étaient modifiés par la diversité des circonstances.

CHAPITRE III.

De la vapeur.

Quand on a à faire sur place un travail considérable et constant, comme celui d'élever de grandes masses d'eau; que l'on habite un pays à vents irréguliers et où manquent les cours d'eau dans des conditions favorables; qu'enfin le prix des forces animales ne permet pas de s'en servir, on a la ressource de la force que produit la vapeur. Quelque rares que soient ces circonstances, nous pensons qu'avec les progrès de l'agriculture et à mesure qu'on comprendra mieux les avantages de l'irrigation, les occasions de faire usage de la vapeur se présenteront plus fréquemment, et qu'il ne sera pas inutile de trouver ici les éléments des calculs que nécessitera son emploi.

Section Ire. — *Evaluation du travail de la vapeur.*

Nous ne nous attacherons pas ici à retracer les principes de physique qui déterminent la densité de la vapeur et son mode d'action, nous nous renfermerons dans les seules notions pratiques. La source de la force produite par la vapeur est le calorique, et celui-ci est développé par le combustible en ignition; c'est donc la quantité de chaleur émise par le combustible qu'il faut d'abord étudier pour arriver à une évaluation de la force de la vapeur.

En désignant par le mot de *calorie* la quantité de chaleur nécessaire pour élever d'un degré la température d'un kilogr. d'eau, les plus récentes expériences ont prouvé que chaque

kilogramme de combustible développait la quantité de calories indiqués dans ce tableau :

Charbon de bois sec et distillé.	7050
Charbon de bois ordinaire contenant 0,20 d'eau.	6000
Coke pur.	7050
Houille 1re qualité avec 0,20 d'eau.	7050
— 2e qualité donnant 0,10 de cendres.. . .	6345
— 3e qualité donnant 0,20 de cendres.. . .	5932
Bois séché au feu contenant 0,52 de charbon . . .	3666
Bois séché à l'air contenant 0,20 d'eau	2945
Tourbe ordinaire..	1500

Les meilleurs foyers n'utilisent guère que 0,55 à 0,64 de la chaleur développée par le combustible, en moyenne 0,60.

On calcule le poids de combustible qu'il faut brûler pour transformer 1 kilogr. d'eau à une certaine température t, en vapeur à une température t', en ajoutant 550 à la différence des deux températures exprimées en degrés centigrades, et en divisant le résultat par la quantité de calories que l'on peut obtenir du combustible employé. Nous voulons avoir, par exemple, de la vapeur à 130° avec de l'eau à 20°, en employant de la houille de deuxième qualité ; nous aurons

$$\frac{130 - 20 + 550}{6345 \times 0{,}60} = 0^{k},173.$$

Chaque kilogr. de vapeur à 130° sera produit par $0^{k},173$ de cette houille.

Dans l'état actuel de la construction des machines à vapeur, on peut se servir pour l'usage de l'agriculture de deux espèces de machines ; celles à basse et à haute pression à détente et à condensation.

Dans les machines à basse pression, le travail produit par 1 kil. de charbon est donné par cette formule :

$$T = 100{,}000^{km}\,K\left(1 - \frac{p'}{p}\right)$$

dans laquelle p représente la pression exercée par la vapeur

à la température qu'elle acquiert dans la chaudière, et qui pour ces machines s'élève à 110° ; p' la pression exercée par la vapeur dans le condenseur, dont la température est à peu près celle de l'eau d'alimentation, et k un coefficient relatif à la force et à l'état d'entretien de la machine, et qui est donné par le tableau suivant :

Force des machines estimées en CHEVAUX VAPEUR.	Valeur de K dans les machines en très bon état.	Valeur de K dans les machines en état ordinaire d'entretien.
de 4 à 8	0,50	0,42
de 10 à 20	0,56	0,47

La valeur de p et ou celle de p', ou la pression de la vapeur sur un centimètre carré, exprimée en kilogrammes, résulte du beau travail de MM. Arago et Dulong qui nous en ont donné une table, d'ou nous extrayons celle-ci :

Température.	Pression.	Température.	Pression.
0°	0,0069	70°	0,3112
5	0,0094	75	0,3963
10	0,0129	80	0,4783
15	0,0170	85	0,5865
20	0,0235	90	0,7136
25	0,0314	95	0,8617
30	0,0418	100	1,0330
35	0,0549	112,2	1,5490
40	0,0720	121,4	2,0660
45	0,0934	128,8	2,5820
50	0,1205	135,1	3,0990
55	0,1544	140,6	3,6150
60	0,1965	145,4	4,1320
65	0,2482		

Ainsi, en supposant une machine de la force de cinq chevaux en très bon état d'entretien, la température de la chaudière étant de 107°, la valeur de p sera, d'après la table, $1^k,291$; la température du condensateur étant de 35°. la valeur de p' sera de $0^k,055$. Nous aurons :

$$T = 0,50 \times 100,000 \left(1 - \frac{0,055}{1,291}\right) = 47900^{km}.$$

Dans les machines à haute pression on trouvera le travail d'un kilogramme de charbon par cette formule :

$$T = 100{,}000^{km}\ K\left(1 + 2{,}303 \log. \frac{p}{p_1} - \frac{p'}{p_1}\right)$$

Dans laquelle p représente la pression dans la chaudière,
p' la pression dans le condensateur,
p_1 la pression de la vapeur après la détente,
K un coefficient relatif à la force de la machine et à son état d'entretien.

La valeur de K est donnée par la table suivante :

Force des machines estimées en CHEVAUX-VAPEUR.	Valeur de K dans les machines	
	en très bon état.	en état ordinaire.
de 4 à 8	0,33	0,30
de 10 à 20	0,42	0,35
de 20 à 40	0,50	0,42

La pression p est toujours relative à la température de la vapeur, et p' à celle de l'eau d'alimentation; on peut sans trop d'écart estimer pour certaines machines à $0^k,90$ la valeur de p_1, c'est-à-dire l'évaluer à un dixième au-dessous de la pression d'une atmosphère.

Ainsi, en supposant une machine de 5 chevaux en bon état d'entretien, la pression de la vapeur dans la chaudière étant de 2 atmosphères, nous aurons : $p = 2{,}066$, $p' = 0{,}055$, $p_1 = 0{,}90$, $K = 0{,}33$, et par suite :

$$T = 100000 \times 0{,}33\left(1 + 2{,}303 \times \log. \frac{2{,}066}{0{,}90} - \frac{0{,}055}{0{,}90}\right)$$

ou $T = 100000 \times 0{,}33\ (1 + 2{,}303 \times \log. 2{,}3 - 0{,}061) = 76593$ km.[1]

SECTION II. — *Prix du travail de la vapeur.*

D'après ce que nous venons de dire, on conçoit que la force que l'on peut attendre de l'emploi de la vapeur dépend en grande partie du prix auquel on peut obtenir le charbon ; mais

(1) Morin, *Aide-mémoire de mécanique pratique*, p. 231 et suiv.

elle dépend aussi de la nature de la machine employée, des frais d'établissement, et surtout de ceux d'entretien et de conduite de cette machine.

La houille étant à 2 fr. les 100 kilogr., son prix ne représente, pour une machine de cinq chevaux travaillant à la pression de deux atmosphères, qu'environ le tiers de la dépense. Ainsi, dans le cas que nous venons d'analyser, 7659,300^{km} reviendraient à 6 fr., et les 1000^{km} ou le mètre cube d'eau élevé à 1 mètre par seconde, à 0^{f},00078. Mais il faudrait supposer que toute la force donnée par la vapeur est transmise à la machine qui fait le travail sans aucune déperdition. Nous savons que la quantité de travail utilisé est loin d'arriver à ce chiffre; que, par exemple, la machine à épuisement de Newcomnen ne donne que 21000^{km} d'effet utile par kilogr. de charbon, et les meilleures machines 38 à 39000^{km} seulement; et alors le prix du mètre cube d'eau élevée à 1 mètre seulement serait de 0^{f},0029. Nous avons vu que dans de bonnes conditions on obtient le mètre cube d'eau des canaux à 0^{f},0005, et dans les moins bonnes à 0,0014[1]. Ce seul aperçu doit faire apprécier l'avantage que l'on trouvera à se servir toujours des moteurs gratuits. La préférence accordée aux machines à vapeur par des industries qui pourraient disposer du vent ou de cours d'eau provient surtout de l'irrégularité de l'un et de l'autre de ces moteurs qui s'affaiblissent et manquent à certaines époques de l'année, et de ce que dans ces industries la force motrice n'est qu'une faible partie de la dépense; elles préfèrent avoir une force constante comme la vapeur, qui leur permette de travailler toute l'année sans chômage et sans ralentissement, pour pouvoir livrer à des époques fixes les objets de la fabrication. En agriculture, le manque de cours d'eau en été, l'irrégularité du vent, les frais qu'exigeraient la construction de réservoirs dans les pays tout

(1) T. I, 2^{e} édition, p. 458.

à fait plats, peuvent aussi influer sur le choix que l'on aura à faire et déterminer ce choix pour la vapeur; mais cette préférence ne doit jamais être aveugle et ne peut être basée que sur des calculs dont nous achèverons de donner les éléments dans la troisième partie de ce cours.

CHAPITRE IV.

Des moteurs animés en général.

Parmi les moteurs inanimés dont nous venons de parcourir la série, l'eau n'agit que par l'effet de sa pesanteur; le vent n'est que de l'air qui cherche à rétablir son équilibre dérangé par l'inégalité d'échauffement de différentes parties de sa masse; ces deux moteurs obéissent à une action générale de la nature, qui en fait seule les frais. La vapeur est une production de l'homme. Il faut brûler une certaine quantité de charbon pour en produire la dose voulue; mais aussi la volonté humaine peut en étendre à son gré la production, en étudiant convenablement la grandeur et la force de ses machines et la dépense de combustible; ces machines peuvent agir constamment, avec le même degré d'intensité, pendant toute leur durée, qui n'est bornée que par la résistance des matériaux. Les forces animées ont encore d'autres exigences; non-seulement elles brûlent du carbone par la respiration, et cette combustion est la mesure de la chaleur vitale et de la force animale, comme de la force de la vapeur; il leur faut donc fournir des aliments carbonés, mais aussi les organes de la machine animée ne sont pas seulement usés par le frottement comme les garnitures en cuivre de la machine à vapeur; il se fait sans cesse chez eux des déplacements et des remplacements; aux éléments qui sont éliminés par les différentes voies, il faut

substituer de nouveaux éléments identiques, qui forment le sang et sont ensuite distribués aux organes par la circulation ; il faut donc aussi fournir à l'animal des aliments plastiques qui répondent à ce besoin. Ainsi les forces animées, outre l'aliment de la combustion qu'elles exigent comme la macbine à vapeur, ont encore besoin de l'aliment journalier de réparation ; leur machine est toujours à reconstruire ou au moins à entretenir.

Cette différence n'est pas la seule. La machine à vapeur bien construite peut fonctionner d'une manière continue et sans interruption pendant toute la durée des matériaux qui la composent. Il n'en est pas ainsi des agents animés; après un travail dont le plus ou moins de durée dépend de son intensité, arrive l'épuisement qui doit être suivi du repos, pendant lequel les organes acquièrent de nouveau la force nécessaire pour se remettre à l'ouvrage. Leur travail est donc nécessairement intermittent.

De plus, avec la vapeur on peut exiger d'une manière continue le maximum de travail dont elle est susceptible; le moteur animé ne supporte pas longtemps la continuation de son maximum de travail, et la fatigue excessive qui lui est imposée ne tarde pas à l'épuiser, au point quelquefois de détruire en lui la vie ou au moins la possibilité de recommencer de pareils efforts. Chez lui, jusqu'à un certain point, la quantité de travail fait dans un temps donné est bien proportionnelle à la durée de ce travail; mais aussi il y a un point passé lequel l'effort violent dure si peu que son intensité ne compense pas son peu de durée.

Le travail mécanique se mesurant pour le chemin parcouru par le point d'action multiplié par la résistance vaincue dans un temps donné, c'est-à-dire qu'appelant **P** l'effort moyen en kilogrammes exercé dans la direction de la résistance, **V** la vitesse moyenne en mètres, et **T** le temps, nous aurons :

$Q = P \times V \times T$; nous aurons donc à considérer pour chacun des agents animés, 1° l'effort maximum dont il est susceptible; 2° sa vitesse quand il n'est soumis à aucun effort; 3° l'effort avec une vitesse donnée; 4° les conditions de vitesse et d'efforts que réalise le *maximum de travail;* 5° le prix auquel on obtient le travail, c'est-à-dire la somme d'aliments calorifiques et plastiques qu'exige l'entretien des forces animales. Mais nous débuterons toujours par rechercher les moyens par lesquels on peut se procurer les services de chacune de ces forces.

CHAPITRE V.

De l'homme.

Section Ire. — *Acquisition du travail de l'homme.*

La tension des muscles, l'effort, cause à l'être animé une peine qu'il ne renouvelle pas volontiers; les animaux en liberté ne prennent qu'un exercice modéré qui tend seulement à agiter leurs muscles et à faciliter les actions vitales, exercice accompagné de plaisir, mais ils renoncent bientôt à la lutte contre une force opposée. Ils s'abritent du vent, ils choisissent les routes obliques plutôt que la route droite et escarpée, ils évitent les obstacles. La dure loi de la nécessité, l'empire du besoin, et surtout de la faim, plus impérieux que la répugnance à l'action violente, ont seuls pu les contraindre au travail.

Linnée, le grand observateur, a donné toute l'histoire de l'homme dans ces quelques mots aphoristiques qui caractérisent, selon lui, ce roi de la création : *Homo habitat inter tropicos, vescitur palmis, hospitat extrà tropicos, sub nover-cante Cerere.* « L'habitation naturelle de l'homme est entre les tropiques, où il trouve une nourriture toute préparée dans les

fruits des palmiers ; hors des tropiques, il n'est qu'un hôte obligé d'arracher sa nourriture à sa marâtre Cérès. » Dès que l'accroissement de population l'a forcé à quitter ces lieux où la nature lui préparait une nourriture qu'il n'avait que la peine de cueillir, il a été obligé de poursuivre à grand'peine les animaux des forêts pour se nourrir de leur chair, puis de réduire certains d'entre eux à la domesticité et de veiller nuit et jour à leur conservation ; enfin, la population croissant toujours et l'espace manquant aux troupeaux, de travailler à la terre pour lui faire produire les végétaux qui sans son labeur auraient été insuffisants pour sa nourriture. L'agriculture commence quand les pâturages se limitent entre les peuplades voisines, que la subsistance obtenue des troupeaux devient incertaine ou insuffisante ; alors on cultive annuellement les terres les plus riches et les mieux disposées, puis après les avoir épuisées on les abandonne au repos pour aller cultiver ailleurs ; les terres disponibles sont alors si étendues en comparaison des cultivateurs, que leur appropriation n'est que temporaire et que, la récolte enlevée, elles rentrent dans le domaine commun du pâturage.

Mais quand la population se presse davantage encore, quand il faut défricher le terrain à grands frais et d'une manière permanente, quand une masse considérable de travaux se trouvent capitalisés sur la terre, quand on l'a épierrée, enclose, desséchée pour assurer sa production prolongée, alors arrive nécessairement l'appropriation au profit de ceux qui ont entrepris ces travaux, au profit aussi des occupants habitüels de certaines surfaces. Le terrain ainsi partagé, les nouveaux survenants ne peuvent plus obtenir leur subsistance qu'en aidant les propriétaires dans leur travail, et obtenant en retour une partie des fruits. Tels sont les moyens naturels et légitimes par lesquels la terre a été occupée et cultivée ; c'est ainsi que dans nos siècles civilisés on procède en Amérique.

Mais si la peuplade est assez forte pour vaincre et asservir ses voisins, elle les réduit à l'esclavage et les assujettit aux travaux de la culture; elle parvient à s'en affranchir elle-même. C'est ainsi qu'ont agi les peuples anciens dans un temps où dominait la violence. C'est malheureusement encore ainsi que l'esclavage se conserve dans quelques parties de l'ancien et du nouveau continent, violant les principes les plus sacrés de la religion et de la morale, constituant une société pleine de périls pour les maîtres, de souffrances pour les esclaves, donnant le travail le plus chèrement payé de tous. En effet, dans tous les modes d'acquisition du travail de l'ouvrier, la première condition est de pourvoir à sa nourriture, à son entretien et à son remplacement, c'est-à-dire à la nourriture de sa jeune famille. Les frais sont les mêmes dans tous les cas, mais la somme de travail obtenu est différente, car d'un côté on a du travail extorqué, de l'autre du travail concédé; celui obtenu par la violence est toujours en moindre quantité. Sous le climat le plus heureux, l'esclave, cultivant une plante qui contient $\frac{18}{100}$ de sucre, a de la peine à lutter contre l'ouvrier libre qui, dans un climat plus ingrat, cultive une autre plante qui n'en contient que $\frac{8}{100}$. A part l'intérêt de la morale et de l'humanité, la difficulté des transitions peut seule engager le propriétaire à persévérer dans l'emploi de ce moyen d'obtenir un travail si imparfait sous le rapport économique.

Le servage n'est qu'une modification de l'esclavage. Le serf donne au seigneur une partie de son temps, en échange d'une portion de terrain qu'il cultive pour son propre compte; il est assujetti à ne pouvoir quitter le domaine qu'il exploite, à ne pouvoir chercher des conditions meilleures que celles qui lui sont imposées. Ces conditions sont donc nécessairement les moins avantageuses qu'il soit possible d'accorder, quand les pouvoirs publics ne se sont pas entremis pour les dicter. Le serf ayant deux natures de travail à faire, l'une dont il utilise

le produit, l'autre au profit de son seigneur, on conçoit que cette dernière tâche est toujours mal faite; il suffit, pour s'en assurer, de savoir l'immense quantité de terrain qu'il faut posséder sous ce régime pour avoir un petit revenu.

Le travail de l'homme libre s'acquiert de deux manières : ou au moyen du salaire, ou au moyen de l'association du propriétaire et de l'ouvrier, ce qui constitue le métayage.

Le travail salarié se paie à journée, à l'année et à la tâche. Le travail à journée suppose la surveillance habituelle du propriétaire ou de ses agents pour s'assurer que le temps est bien et complétement employé. L'activité de l'ouvrier n'étant stimulée que par la crainte d'être renvoyé est en proportion de la concurrence qu'il redoute; mais dans tous les cas il déploie la moindre quantité de force qu'il lui est possible sans encourir de reproches. Ce minimum d'activité se régularise entre tous les ouvriers en proportion de la surveillance habituelle des maîtres, et finit par passer tellement en habitude qu'il est admis comme la règle.

Le travail à l'année est encore moins actif. Il y a un contrat qui rassure l'ouvrier contre une expulsion subite. Un homme qui a été longtemps valet de ferme devient incapable du travail exigé des ouvriers à journée. Ordinairement d'ailleurs leurs occupations sont d'un autre genre et bien moins pénibles. Le soin des animaux de la ferme, la conduite des charrues et des voitures ne peuvent se comparer au travail de la houe et de la bêche. Ce sont ordinairement les hommes dont la constitution est la moins robuste qui se soumettent à cet état de domesticité, de préférence à celui de journalier libre.

Le travail à la tâche où l'ouvrier vend une quantité déterminée d'ouvrage est celui où il déploie la plus grande force et où il met le plus de diligence. Aussi l'ouvrage promptement expédié est souvent imparfait, s'il n'est surveillé par un maître qui s'y connaisse bien. Ce mode d'acquisition du travail est

sans contredit le plus avantageux pour le maître et pour l'ouvrier robuste et intelligent ; pour le maître qui obtient par une simple inspection faite en fin de l'ouvrage et sans surveillance continue l'accomplissement du travail convenu ; pour l'ouvrier qui conserve ses habitudes d'activité et qui met à profit toutes ses forces, tandis qu'en travaillant à la journée il doit les ménager et se régler sur le travail paresseux des ouvriers de qualité inférieure, et par conséquent ne reçoit que le salaire de ces derniers. Dans le travail à la tâche, le salaire suit la proportion de la force et du courage ; il rémunère l'homme selon ses œuvres et ne les confond pas tous dans une moyenne, où celui qui met le moins à la masse gagne autant que celui qui met beaucoup. Les hommes négligents et faibles préfèrent le travail à la journée où leurs défauts sont compensés par les qualités de leurs camarades. Or, les hommes d'élite étant toujours les moins nombreux, on doit peu s'étonner du déchaînement de la masse des ouvriers contre le travail à la tâche. Sans doute il est à regretter que ces inégalités entrent dans le plan de la Providence; il est juste de faire disparaître celles qui sont artificielles, mais quant à celles qui dérivent de la nature des choses, il est impossible de ne pas en tenir compte ; il est impossible d'obliger l'homme fort à dissimuler, à sacrifier une partie de sa force pour se mettre au niveau du faible, le laborieux à se condamner à l'oisiveté pour ne pas dépasser le paresseux ; et le chef d'industrie qui peut choisir n'ira pas préférer l'ouvrier qui lui donne le moins d'avantages.

Nous avons vu aussi des ouvriers de l'agriculture associer leurs bras pour s'offrir en commun à faire certains travaux ; mais cette association n'avait lieu qu'entre des hommes vigoureux, capables d'exécuter rapidement et bien des tâches difficiles. Les hommes faibles en étaient exclus.

Le travail le plus énergique et le plus productif est celui que l'ouvrier fait pour son propre compte et sur son terrain, parce

que là il recueille tout le fruit de son labeur. Le prix que les ouvriers exigent pour les journées faites à côté du travailleur propriétaire, et en suivant son impulsion et accomplissant le même travail, est à celui des journées ordinaires comme 14:10; et ils ne s'engageraient pas à les continuer longtemps, ce qui prouve qu'elles dépassent généralement les forces qu'ils peuvent déployer sans s'épuiser. Ces propriétaires cultivateurs n'ont pas en général une assez grande étendue de terrain pour y consacrer tout leur temps, et leur propre travail terminé, ils louent aussi leurs bras; et alors ils reprennent les allures nonchalantes de tous les autres ouvriers et se reposent dans le travail salarié.

Dans les pays où il y a beaucoup de petites propriétés et beaucoup de fermages parcellaires, les ouvriers ayant l'alternative de travailler pour leur compte, s'ils ne trouvent pas un prix de journée qui leur convienne, maintiennent ce prix très haut. C'est la meilleure condition dans laquelle ils puissent se trouver, et qui résout bien des difficultés que présente ailleurs l'incertitude où le défaut et le ralentissement du travail plongent la classe ouvrière.

Enfin, le dernier moyen de mettre la force des hommes à la disposition des propriétaires de terrains, c'est l'association; car, comme nous l'avons dit, le métayage n'est pas autre chose. Dans le métayage, l'ouvrier reçoit un salaire variable pour une quantité d'ouvrage déterminé, puisque ce salaire consiste en une partie des récoltes; mais ce mode aléatoire, qui est favorable aux travailleurs, n'est généralement offert qu'à ceux qui, outre leurs bras et ceux de leur famille, offrent des garanties de moralité et de capacité, et qui, en outre, possèdent un certain capital. Comme directeur de culture, le métayer manque d'instruction; ménager de son pécule, il recule devant la nécessité d'appeler des bras étrangers à son aide. Le propriétaire ne peut tirer parti d'un tel travail que par

une attention soutenue et des stipulations qui puissent stimuler l'intérêt du métayer. L'état du métayage montre à nu le vice de toutes les associations d'intérêts où les contractants, ayant part aux produits, apportent leur contingent dans les éléments de la production. Chacun d'eux tend toujours à faire le moindre apport possible et s'efforce de profiter de celui de son associé. Nous avons vu souvent des frères nonchalants et insouciants, sur une ferme qu'ils cultivaient en commun, devenir laborieux et actifs quand ils avaient chacun une ferme séparée. Le métayer et le propriétaire n'agissent pas différemment. Le jardin du métayer, dont tout le produit lui appartient, est très bien cultivé; le champ voisin, dont il partage le produit, l'est fort mal. Le propriétaire soigne ses plantations, ses bâtiments, qui augmentent la valeur du capital de fonds; il ne fera aucun effort pour aider le métayer dans des marnages, dans des fumures qui profiteront à tous deux. Nous traiterons plus loin des différents modes de tenures, et alors se représentera de nouveau la question tout entière.

SECTION II. — *Force musculaire de l'homme.*

La force statique et musculaire des différentes parties du corps de l'homme, c'est-à-dire l'effort maximum qu'il peut produire, a été mesurée de plusieurs manières. Cette force peut se déployer ou au moyen de la pression des poignets, ou au moyen de la force des reins agissant pour arracher un poids fixé en terre, ou en tirant de bas en haut, ou en tirant devant soi, et de beaucoup d'autres manières différentes.

Buffon, Regnier, Ransome et Péron ont mesuré la force des poignets et celle des reins au moyen du dynamomètre à ressort, et ils ont trouvé les résultats énoncés dans le tableau suivant :

	Main droite.	Reins.	
Français do 25 à 30 ans	50k	130k	Regnier.
	46	142	Ransonie.
	69,2	152	Péron.
Indigènes de la Nouvelle-Hollande.	51,8	101	*Ibid.*
Malais de Timur	58,7	113	*Ibid.*

M. Quetelet a trouvé pour les deux sexes et à différents âges, en Belgique, les résultats suivants[1] :

	HOMMES.		FEMMES.	
	Les 2 mains.	Reins.	Les 2 mains.	Reins.
12 ans..	33k,6	51k	10k,1	40k
15 ans..	57,1	88	15,0	53
20 ans..	84,3	138	22,0	58
25 ans..	88,7	155	24,5	77
30 ans..	89,0	154	»	»
40 ans..	87,0	122	»	»
50 ans..	74,0	101	»	»

Schulze a fait diverses expériences sur la force humaine, en faisant tirer sur une corde passée sur une poulie et puis sur l'épaule de l'homme; il a trouvé :

Maximum.	Minimum.	Moyenne.
51k,480	42k,120	47k,218

L'homme, tirant horizontalement sur une corde tenue devant lui à deux mains, a soulevé :

Maximum.	Minimum.	Moyenne.
49k,140	39k,780	44k,577

La taille varie beaucoup, selon les âges et selon les pays. M. Quetelet trouve qu'en Belgique la croissance n'est pas terminée à 19 ans, qu'elle ne l'est pas même toujours à 25; dans ce pays, à l'âge du recrutement, la taille moyenne est de 1m,64; en Hollande 1m,68; dans les montagnes de Gênes (Chiavari) 1m,56. Schulze dit que la taille moyenne de vingt hommes, pris au hasard à Berlin, était de 1m,67; en France, la taille moyenne des contingents de l'armée, de 1825 à 1829,

(1) *De l'homme*, t. II.

était de $1^m,658$; et de 1830 à 1833 , de $1^m,655$ [1]. M. Villermé assure que, toutes choses égales d'ailleurs, la taille moyenne des hommes est en raison de leur fortune [2].

La hauteur de la taille favorise tous les travaux où l'on exerce une action des reins de haut en bas, tel celui, par exemple, de tourner une manivelle, parce qu'à la descente de la manivelle on supplée alors à la traction par le poids du corps.

Le poids de l'homme qui n'est pas dû à un état d'obésité qui nuirait à son activité peut aussi devenir un élément de sa force quand on l'emploie à agir à la façon de contre-poids pour soulever des fardeaux par le moyen d'une poulie, ou pour peser sur un corps que l'on veut enfoncer. Le poids moyen de 80 individus pesés à Cambridge par M. Quetelet était de $68^k,46$. Cet auteur admet, comme résultat de son expérience, que chez les individus développés le rapport de la taille au poids est comme 1 : 36,7 chez les plus petits hommes et comme 1 : 41,4 chez les plus grands, ou environ 1 : 39 dans les tailles moyennes. Le poids moyen de nos conscrits doit donc être exprimé par $39 \times 1,655 = 64^k,545$.

Après l'effort dont l'homme est susceptible, le second élément de travail mécanique est la vitesse ; il ne peut être question ici de la course qui n'est qu'une allure extraordinaire et ne peut être continuée, mais de la vitesse de l'homme au pas. Schulze fit mesurer un espace de 3,708 mètres dans une plaine à peu près de niveau, et il le fit parcourir à vingt hommes en marchant au pas le plus allongé possible sans courir et de manière à pouvoir continuer avec la même vitesse pendant l'espace de 4 à 5 heures. Il avait pris la précaution de placer de distance en distance des surveillants chargés d'observer

(1) D'Angeville, *Essai de statistique*. Bourg, 1836, 1 vol. in-1, p. 323.

(2) *Annales d'hygiène*, n° 2.

si les hommes marchaient uniformément. Le maximum de vitesse fut $1^m,755$; le minimum $1^m,489$; la moyenne vitesse, $1^m,602$ par seconde.

On estime en général qu'un piéton sans charge peut parcourir 6 kilomètres par heure en poursuivant une longue route, ce qui fait $1^m,67$ par seconde; il fait 153 pas de $0^m,65$ pas par minute et 9,180 pas à l'heure, en marchant 8 heures et demie par jour. On ne compte cependant en moyenne que 42 kilomètres pour la journée moyenne des hommes en troupe.

Mais un coureur exercé parcourt 13 mètres par seconde au commencement de sa course; sa vitesse ordinaire est de 7 mètres par seconde; ce que l'on appelle le pas de course représente une vitesse de 2 à 3 mètres par seconde.

Si l'homme peut faire un effort de $47^k,218$ en tirant par-dessus l'épaule avec une vitesse nulle, s'il peut marcher avec une vitesse de $1^m,602$ sans faire aucun autre effort que de transporter le poids de son corps, quelle sera la force qu'il pourra déployer avec une vitesse donnée? Voilà ce qu'il fallait rechercher par l'expérience et dans les différents modes d'action dont l'homme était susceptible.

Schulze, ayant appliqué sept hommes tirant par-dessus l'épaule à une machine à laquelle un poids de 101^k imprimait une vitesse de $0^m,750$, trouva qu'ils la faisaient mouvoir avec une vitesse de $0^m,757$ par seconde. Ils opéraient donc à peu près un travail mécanique de

$$\frac{101}{7} \times 0,757 = 10^{km},9.$$

Euler, cherchant l'expression analytique du travail mécanique de l'homme, était arrivé à cette formule :

$$T = P'V' = P\left(1 - \frac{V'}{V}\right)^2 \times V'$$

dans laquelle P exprime la force absolue en cas d'équilibre, V la vitesse absolue sans charge, P′ la force relative, et V′ la vitesse

correspondante. D'après l'expérience de Schulze, nous avons,

$$T = P'V' = 47{,}218\left(1-\frac{0.757}{1{,}602}\right)^2 \times 0{,}757 = 13{,}26 \times 0{,}757 = 10^{km},04.$$

L'expérience a donné $10^{km},9$.

Cherchant ensuite la formule qui exprime le maximum de travail, il a trouvé qu'il fallait que l'on eût $V' = \frac{1}{3}\,V$ et $P' = \frac{4}{9}\,P$, ou autrement qu'il ne fallait employer que le tiers de la vitesse et les $\frac{4}{9}$ de la force statique. Dans les expériences de Schulze nous avions, pour le tiers de la vitesse,

$$\frac{1^m,602}{3} = 0^m,534\ ;$$

pour les $\frac{4}{9}$ de la force statique,

$$\frac{47^k,218 \times 4}{9} = 20^k,98\ ;$$

et pour le travail maximum

$$0{,}534 \times 18{,}75 = 11^{km},21.$$

On conçoit qu'il faudrait avoir des expériences pour les autres modes d'action pour pouvoir leur appliquer cette formule. Ainsi Coulomb a trouvé qu'un homme pesant 65^k et montant une rampe douce ou un escalier sans fardeau, son travail consistant dans l'élévation du poids de son corps, s'élevait seulement verticalement de $0^m,15$ par minute, ce qui donne un travail mécanique de $9^{km},75$ par seconde. L'homme ne marchait alors que durant 10 minutes. Mais Coulomb a vu aussi un homme qui montait un escalier durant 20 minutes, ne plus s'élever que de $0^m,125$ par seconde. Ainsi plus l'effort était prolongé et moins la vitesse était grande. De Saussure a remarqué, dans ses ascensions de montagnes et sur des pentes moins fortes, que l'on s'élevait d'environ 400 mètres par heure, et par conséquent avec une vitesse verticale de $0^m,11$ par seconde ; ce qui donne pour l'effet expérimental et continué pendant toute une journée $65 \times 0{,}11 = 7^{km},15$ par seconde.

M. P. de Gasparin a vu un homme monter au Faulhorn, à

une hauteur de 1500^{m} et en une journée de 8 heures, une plaque de cheminée pesant 80 kilogr.; le poids de l'homme étant supposé 65 kil., c'est un poids total de 140 kil. soulevé avec une vitesse verticale de 0,05 par seconde, ou un travail mécanique de $7^{km},25$ par seconde. Ce travail est moindre que celui que l'on obtient en faisant tirer un homme par-dessus son épaule.

La vitesse d'ascension observée par de Saussure était le $\frac{1}{3}$ seulement de la vitesse possible, qui serait alors de $0^{m},33$. Coulomb a constaté que sous la charge de 150^{k}, ce qui, avec le poids de son corps, donne 215^{k}, un homme peut à peine se mouvoir. Ainsi nous aurions, pour le maximum de travail mécanique d'un homme qui monte, la vitesse 0,11 multipliée par les $\frac{4}{9}$ de 215 ou 96, $T = 10^{km},56$, au lieu de $7^{km},15$ que nous a donnés l'expérience. La formule ne serait donc pas bien applicable dans le cas du transport vertical des fardeaux, et il faudrait prendre seulement les 0,31 de l'effort total au lieu des $\frac{4}{9} = 0,44$.

Mais quand on emploie les forces de l'homme à monter des fardeaux, on doit considérer que son travail n'est pas continu, et qu'après le temps de l'ascension faite au profit du travail mécanique, vient celui de la descente pendant lequel il n'y a pas de travail mécanique produit. Soit, par exemple, le cas d'un fardeau porté au sommet d'une montagne, en s'élevant de 400 mètres par heure ou 0,11 par seconde; la descente se fait ordinairement dans les $\frac{3}{5}$ du temps employé à monter, plus exactement les 0,72. Ainsi dans une journée de huit heures de marche il y aura eu $5^{h},76$ employées à monter et $2^{h},24$ à descendre. Le travail étant de $7^{km},16$ par seconde, ou de 77625^{km} par heure, ne sera pour la journée que de 148368^{km}, au lieu de 206208^{km} que l'on aurait eus en comptant le travail pour la journée entière, sans considérer le temps de la descente. Mais dans ce travail il n'y a de vraiment utile que l'élévation du poids et non celle du corps de l'homme. Or ce poids varie beaucoup selon la longueur de la rampe, et pour un travail

continu de la journée, il ne doit pas dépasser beaucoup $27^{k},8$, tandis que par des rampes de 10 à 12 mètres, il peut être porté à 80^{k}; la vitesse varie dans les mêmes rapports, de manière à produire toujours à peu près 7 à 8^{km} par seconde. L'effort utile ne serait donc que de $27^{k},8 \times 0^{m},11 = 3^{km},058$ par seconde d'ascension; la journée d'ascension étant de $5^{h},76$, nous avons 63335 ^{km}. Coulomb a trouvé 56160^{km}.

Ainsi, quand on voudra calculer l'effet utile de ce travail continué pendant toute une journée ou pendant plusieurs journées, on le trouvera en multipliant $3^{km},058$ par les 0,72 du nombre de secondes employées à ce travail. Si l'on demandait, par exemple, la quantité de blé qu'un homme, pendant une journée de 8 heures, pourrait monter dans un grenier, nous aurions $(3^{k},058 \times 28800) \times 0,72 = 63335^{km}$; et pour une élévation de 10 mètres au-dessus du sol, divisant par 10, nous avons $6333^{k},5$, qui, l'hectolitre pesant 78^{k}, nous donneraient 81 hectolitres de blé pour la journée complète d'un homme.

Nous avons vu que l'homme produit un effort de $7^{m},25$, qu'il peut donner un effort utile de $3^{km},058$ en montant chargé d'un fardeau, et qu'il perd ensuite tout le poids de sa descente, ce qui réduit à $2^{km},3$ l'effort utile produit par chaque seconde de sa journée. Supposons maintenant qu'il monte l'escalier sans aucune charge et qu'il se laisse retomber ensuite en enlevant un contre-poids à la hauteur à laquelle il était parvenu. Dans une journée de 8 heures il aura monté une élévation de 3110 mètres, et par une descente rapide comme contre-poids, il élèvera à cette hauteur le poids de son corps de 65^{k}; il aura donc produit un effet utile de $3110 \times 65 = 202150^{km}$ au lieu de 63335^{km}, c'est-à-dire un effet près de quatre fois plus grand. Coulomb avait signalé cet emploi ingénieux de la force humaine, et M. Poncelet nous apprend qu'elle a été mise en usage par le capitaine du génie Coignet, aux travaux de terrassement du fort de Vincennes, près Paris. M. Coignet fait

passer sur une poulie une corde armée d'un grand plateau à chacune de ses extrémités. L'un de ces plateaux porte l'homme, l'autre le poids à soulever. Ces travaux, dans lesquels chaque manœuvre a élevé journellement 310 fois à la hauteur de 13^{m} le poids de son corps (70^{k} environ) en gravissant de simples échelles, ont confirmé les avantages inhérents à ce mode d'employer la force de l'homme[1].

Nous verrons plus loin, après avoir traité des machines, les emplois que l'on peut faire de la force motrice de l'homme en faisant agir ses différents membres.

Section III. — *Durée des journées de l'ouvrier.*

Nous ne connaissons que les territoires d'Arles et de Tarascon où les journées aient une durée égale de huit heures pendant toute l'année; ce qui, avec un repos intermédiaire d'une heure, donne seulement sept heures de travail. Les journées commencent à 8 heures en janvier pour finir à 4 heures du soir, et à 4 heures du matin en juillet pour finir à 2 heures après midi. Dans les saisons où le jour finit de bonne heure, l'ouvrier emploie le reste du jour à de petits travaux peu fatigants sur son propre terrain. Ces hommes vigoureux donnent pendant ces sept heures un effort utile au moins égal à celui de leurs voisins, qui travaillent 12 heures et demie en été. Nous avons souvent essayé, quand les travaux pressaient, de prolonger la journée des paysans de Tarascon; on obtenait plus d'ouvrage le premier jour, mais si l'on voulait continuer, l'activité diminuait, et l'effort utile de la longue journée finissait par se réduire à celui de la journée ordinaire, tout en la payant plus cher. Les ouvriers dépensent en sept heures toute leur faculté de travail. On ne fait de journées complètes

(1) Poncelet, *Mécanique industrielle*, § 208; et *Mémorial de l'officier du génie*, 1835.

que pour les travaux pressés des récoltes, qui exigent plutôt une longue durée qu'un grand déploiement de forces musculaires.

Dans un pays voisin, dans Vaucluse, la journée dure du lever au coucher du soleil, avec deux repas intermédiaires en hiver et trois en été. Ainsi, à cette latitude, sa durée est la suivante dans les différents mois :

Janvier . .	7h20m	2 repas	Juillet. . .	12h00m	3 repas
Février . .	8 38	2 repas	Août . . .	10 40	3 repas
Mars . . .	10 10	2 repas	Septembre.	10 10	2 repas
Avril . . .	11 38	2 repas	Octobre . .	8 38	2 repas
Mai. . . .	13 09	2 repas	Novembre .	7 20	2 repas
Juin. . . .	12 28	3 repas	Décembre .	6 50	2 repas
			Moyenne. . .	9h55m	

Le temps des repas a été retranché de la durée des jours.

Aux colonies anglaises, la journée de neuf heures de travail sous le régime de l'esclavage avait été réduite à sept heures et demie sous celui de l'apprentissage. Ici, la durée de la journée est la même toute l'année, par l'effet du peu de différence de la longueur de la journée dans les régions équinoxiales, comme elle l'est en Provence par l'effet d'une convention amiable. Nous croyons que le travail et la santé gagnent à cette régularité.

Des jours de repos sont intercalés entre les jours de travail, d'abord les dimanches et les fêtes légales ou autres, ensuite les intempéries, la pluie, la neige, la gelée.

Selon Vauban[1], il fallait, de son temps, retrancher des jours de l'année, dans le Morvan :

52 dimanches.
38 fêtes.
50 jours de gelée.
25 jours de maladie.
20 jours pour foires, marchés, affaires.

185

Il ne restait à l'ouvrier que 180 jours occupés ; mais il y avait dans ce calcul bien des doubles emplois. Thaër (§ 200 à

(1) Dixme royale.

la fin) admet le chiffre de 220 journées de travail pour l'ouvrier prussien, y compris le battage en grange.

Dans le sud-est de la France, des états exacts, résultat d'une comptabilité bien suivie, nous montrent que l'on y fête 62 jours et que les mauvais temps y font perdre 41 jours ; il reste donc 262 journées de travail. Le nombre moyen de journées de la partie de l'Europe comprise entre la Méditerranée et la Baltique serait donc de 241 journées occupées. Dans les États du midi, les anciens usages ont introduit un nombre excessif de fêtes qui accroissent beaucoup le nombre de ces jours de repos. Leur introduction était un bienfait quand il s'agissait de disputer les sueurs de l'esclave et du serf à l'avarice d'un maître ; elle devient un fléau pour le cultivateur libre. Passant à un autre extrême, celui-ci regrette même le repos hebdomadaire du dimanche, et le viole souvent pour travailler sur son propre terrain.

Au reste, les recherches que nous venons de faire pour une localité doivent être faites pour chacune de celles où se porte la culture. Connaître la durée de la journée dans chaque mois, le nombre de jours de travail, est une des données les plus importantes de l'évaluation de la force dont dispose un pays.

SECTION IV. — *Travail journalier de l'ouvrier.*

Quelle peut être la mesure du travail dont un ouvrier est susceptible ? Les ouvrages auxquels il peut être appliqué sont si divers qu'il est difficile d'en trouver un qui soit d'un usage assez général et assez uniforme pour pouvoir servir de règle. Celui qui semble s'y prêter le mieux, c'est le travail du déblai, celui qui consiste à enlever une terre assez meuble pour pouvoir être creusée sans effort, à la pointe de la bêche ou avec la pelle, et à la rejeter en dehors à une hauteur qui n'excède pas $1^{m},60$, qui est celle d'une voiture qu'il s'agit de charger ou du rebord des fossés qu'il s'agit de creuser.

D'après d'assez nombreuses expériences, faites dans les tra-

vaux publics sur les tâches et les travaux à journée, on a trouvé qu'en France un homme déblayait en moyenne $15^{mc},6$ de pareille terre.

	mc.	Rapports.
Les ouvriers de 1re classe (maxim. de force et d'activ.) déblayaient.	18,05	100
Les ouvriers de 2e classe (maxim. de force, peu d'act.) déblayaient.	15,72	84
Les ouvriers de 3e classe (moindre force, plus gr. act.) déblayaient.	15,31	82
Les ouvriers de 4e classe (moindre force, moindre act.) déblayaient.	14,39	77
Tâches des ouvriers, mois de l'apprentissage dans la colonie de la Guiane anglaise[1].	14,14	75

Ce tableau est loin de nous présenter le maximum et le minimum de l'ouvrage que l'on peut obtenir; l'échelle est bien plus étendue; il y a des associations d'ouvriers vigoureux qui déblaient certainement près de 20 mètres cubes par jour, et, d'un autre côté, nous savons que les Indiens, faiblement nourris, produisent très peu d'ouvrage, quoique nous n'en ayons pas une mesure exacte. Ce qui prouverait surabondamment que nous n'avons pas atteint les limites du travail, ce sont les résultats du travail à la bêche. Un ouvrier, travaillant son propre terrain pour son compte, bêchera 300 mètres carrés de terre par jour; des ouvriers, travaillant à la tâche, 282^{mq}; d'autres ouvriers, travaillant à la journée, $192^{mq},5$; enfin, nous avons vu des ouvriers, peu surveillés, ne bêcher que 101^{mq}; l'échelle serait donc celle-ci :

1°.	100
2°.	94
3°.	64
4°.	34

En éliminant le n° 4, qui est évidemment un travail fait de mauvaise volonté, l'échelle s'étend de 100 à 64 entre des ouvriers à la tâche et à la journée; tandis qu'entre les ouvriers à la tâche des travaux publics qui ont donné lieu au tableau précédent, l'échelle ne s'étendait que de 100 à 77.

(1) *Rapport de la commission des affaires coloniales*, par M. le duc de Broglie, documents, t. II, in-fol., p. 967.

C'est que pour ces derniers nous comparons seulement entre eux les ouvriers à la tâche, tandis que pour les autres nous ne comparions pas seulement la force et l'activité des ouvriers, mais encore l'influence des modes différents de location du travail de la tâche et à la journée, parmi des hommes dont les dispositions pouvaient d'ailleurs être tout à fait semblables.

Ce sont ces expériences comparatives du travail musculaire des hommes que nous sollicitons dans les différents pays; elles doivent être faites non sur une circonstance accidentelle, mais sur des déblais considérables et longtemps prolongés, pour pouvoir obtenir une moyenne que l'on puisse rapprocher des chiffres que nous avons cités plus haut.

SECTION V. — *Limites du prix de la journée de l'ouvrier.*

Si le prix que l'homme reçoit pour son travail n'était pas suffisant pour son entretien et celui de sa famille, il y aurait souffrance, dépérissement de forces, maladie, et enfin réduction du nombre des travailleurs. La culture serait en décadence, ou bien l'on serait obligé d'élever le salaire, jusqu'au point où, rémunérant complétement l'ouvrier, lui donnant le moyen d'élever des enfants qui puissent le remplacer un jour, l'équilibre serait rétabli entre l'offre et la demande des bras.

Si ce prix excédait le taux nécessaire à l'entretien de la famille de l'ouvrier, celui-ci capitaliserait et ne tarderait pas à devenir propriétaire; la grande propriété se dissoudrait par l'action combinée de la concurrence des acheteurs et de la rareté toujours plus grande de bras réclamant un salaire et dont les plus vigoureux se livreraient à la culture de leur propre sol, travail libre et attrayant, supérieur au travail salarié parce que l'ouvrier y disposerait sans réserve et à son profit de toutes ses forces.

D'autres fois il profiterait de l'excédant du prix pour se

livrer au repos, comme les lazzarones de Naples, les nègres affranchis; la somme du travail serait moindre, mais la situation de l'ouvrier ne changerait pas; elle resterait la même que s'il était payé au prix nécessaire; seulement les produits obtenus seraient plus chers.

D'autres fois encore, l'ouvrier consacrerait l'excédant de son salaire au luxe et à la débauche; il entrerait dans cette voie déplorable où l'on ne voit que trop souvent les ouvriers de nos villes industrielles. Les uns consomment cet excédant en satisfactions de vanité et d'aisance, telles que le vêtement, le loyer, la table. C'est ainsi que se dissipent les produits des plus belles années de leur vie, de celles où l'économie pourrait assurer l'indépendance de la vieillesse et préparer celle des enfants. Les autres se livrent à la débauche, détruisent leur moralité, leur santé, leurs forces, et tombent, dans les moments de chômage, dans une misère profonde. Enfin, comme les besoins de la vie ont des limites, tandis que le luxe et la débauche n'en ont pas, il en résulte pour ces ouvriers irréfléchis et imprévoyants un état de mécontentement, de révolte qui compromet l'existence de l'industrie sans cesse menacée et qui pourrait précipiter l'ouvrier et celui qui l'emploie dans le même gouffre de malheur.

Combien petit est le nombre de ceux qui conservent des mœurs simples et des habitudes de vie modestes, qui bornent leurs dépenses à ce qui est nécessaire au maintien de leur santé et de leurs forces, songent à l'avenir et le préparent en profitant des excédants de salaire pour faire des économies!

Si les excédants de salaire sont des exceptions dont l'ouvrier doit profiter avec sagesse, il n'est pas vrai qu'*habituellement* le salaire de travail puisse être au-dessous du nécessaire; car alors l'ouvrier disparaîtrait. La vérité est que ce prix nécessaire est obligatoirement accordé. Le salaire ne s'élève au-dessus que quand la demande de bras surpasse l'offre qui se

présente sur le marché. C'est ainsi que dans les pays où la grande propriété lutte encore à forces inégales contre la petite, dans ceux où les produits de la culture sont riches et appellent une grande activité de travaux, dans ceux qui se font sous des climats où l'action devient d'autant plus pénible que la température est plus élevée; dans les situations malsaines qui déciment les ouvriers; dans celles où un travail industriel peu pénible et bien rétribué est mis en concurrence avec le travail de la terre; enfin dans les pays où les préjugés ont rendu ce dernier travail dégradant parce qu'on le confie à une race inférieure, ou bien parce qu'on l'obtient de l'esclave par la violence; dans toutes ces situations, disons-nous, le nombre des ouvriers agricoles doit être inférieur aux besoins de la culture, et le salaire doit être élevé au-dessus du prix d'entretien et de nourriture de ces ouvriers et de leur famille.

Au contraire, dans les pays où domine la grande propriété, dans ceux où les produits de la culture ont peu de valeur et où la main-d'œuvre peut facilement être suppléée par le travail mécanique ou rendue inutile par la conversion des terres en pâturages; dans ceux où le climat froid et tempéré sollicite à l'activité; où n'existent pas de manufactures; où le travail de la terre est général et n'entraîne aucun signe de dégradation; dans les situations saines enfin, le nombre des ouvriers pouvant satisfaire à tous les travaux, étant même quelquefois surabondant, le salaire s'adapte plus ou moins aux besoins de l'existence de l'ouvrier et de sa famille. Nous allons examiner, dans l'article suivant, ce que nous devons entendre par cet entretien suffisant.

SECTION VI. — *De l'entretien de l'ouvrier. Nourriture.*

Nourrir son corps, c'est-à-dire lui fournir les éléments nécessaires pour réparer les pertes quotidiennes qu'il fait, préve-

nir la perte trop rapide de son calorique en lui fournissant les vêtements et les abris nécessaires, voilà en quoi consiste ce que nous appelons l'entretien de l'ouvrier ; mais en même temps, pour assurer la perpétuité du travail, il faut pourvoir à son remplacement, c'est-à-dire entretenir aussi ses enfants. Pour que cette perpétuité soit assurée, la famille doit se composer de l'homme, de la femme et d'un nombre d'enfants proportionné à la mortalité dans le jeune âge. En France, d'après les tables de mortalité de Montferrand, 20,000 naissances produisent 12,763 individus âgés de 20 ans; par conséquent, pour remplacer le père et la mère, il faudrait 3,22 naissances par famille; 4 enfants par ménage constitueraient une population croissante. Le nombre moyen d'enfants à entretenir pendant vingt ans sera de 2,96. Le salaire doit donc représenter l'entretien d'un homme, d'une femme et de 2,96 enfants, pour pourvoir, dans les conditions générales de la France, à la perpétuité du travail. Quand cet entretien est insuffisant, la mortalité devient plus grande dans le jeune âge et le nombre des naissances devra être plus grand, ainsi que celui des enfants qui arriveront à l'âge adulte avec une faiblesse relative qui finit toujours par faire payer plus chèrement le travail provenant du salaire trop abaissé.

Voyons d'abord quelle doit être la nourriture normale de cette famille ainsi constituée.

On sait que la nourriture de l'homme doit se composer de substances azotées, la fibrine, l'albumine, la caséine, et d'aliments carbonés, la graisse, la fécule, la gomme, le sucre pris dans une certaine proportion.

On a donné le nom de ration d'entretien à ce qui suffirait à un homme pour entretenir sa vie sans travailler et sans diminuer de poids; bien entendu que le point de départ du poids doit être celui auquel l'homme peut être réduit dans l'état de maigreur très prononcée, mais conservant une bonne santé et

faisant régulièrement ses fonctions. Dans tous les animaux, si la ration d'entretien est trop faible, l'amaigrissement continue et la santé décline; si la ration d'entretien est trop forte, le poids de l'animal augmente. Ces expériences, tentées sur les moutons par Riedefel et ensuite par de Weckherlin, directeur de l'institut de Hohenheim, nous ont appris que la ration d'entretien du mouton était d'un soixantième de son poids en foin; qu'ensuite 10 kilogr. de foin, ou son équivalent, produisaient l'augmentation de 500 grammes en viande, et d'un kilogramme de lait.

Pour l'homme[1], Caton nous apprend que l'on donnait aux esclaves, chez les Romains, $1^{k},30$ de pain pour toute nourriture. Le pain de froment renferme 0,46 d'eau; celui-ci, qui conservait tout son son, devait en contenir davantage encore; mais en supposant qu'il n'en eût pas plus, cette ration représentait 0,89 de froment. Si nous considérons la nourriture des moines ascètes, nous trouvons qu'ils sont amenés à vivre avec une ration qui est l'équivalent de $0^{k},67$ de froment, contenant $13^{g},4$ d'azote, qui répond à l'azote que l'on trouverait dans $1^{k},167$ de foin, et cette dose de foin représente aussi exactement le soixantième du poids d'un homme de 70 kilogr. pesant. La ration d'entretien est donc composée d'une nourriture renfermant $19^{g},1$ d'azote, ou de l'équivalent de $0^{k},957$ de froment p. 100 du poids de l'homme.

Les soldats consomment $0^{k},288$ de viande et $1^{k},048$ de pain blanc et bis, qui donnent ensemble 27 gram. d'azote par jour.

La nourriture de l'Indien est composée de trois quarts à un kilogr. de riz cuit à l'eau avec un peu de farine de pois et rarement un peu de beurre[1]. Supposons que la dose de farine de pois soit de 1 kilogr., contenant 4 gram. d'azote; le kilogr. de riz en renferme 12 gram., ce qui nous donnerait seulement

(1) Cap. LVI.
(2) Warren.

16 gram. d'azote dans la nourriture de l'Indien, qui lui donne la force de marcher assez rapidement sans fardeau.

Dès que l'homme travaille et fatigue, il faut ajouter à cette ration d'entretien ce qui correspond à la déperdition qu'il doit faire, et cette ration doit être telle que l'azote soit au carbone dans la proportion d'un cinquième. Cette proportion est celle qui se trouve dans le bon pain de froment. En calculant ces éléments pour les différentes alimentations, on trouve que la nourriture de l'ouvrier dans le midi peut être représentée par $1^{k},50$ de blé froment par jour ; dans le Loiret, d'après M. Bigot de Morogues, par $1^{k},41$. Dans ces deux pays le travail à la bêche, exécuté par les ouvriers à la journée, est dans le rapport de 100 à 87 ; ainsi les premiers faisant en moyenne 15,31 de déblai, les seconds en feront 13,31. L'entretien de la force nécessaire pour produire un mètre cube de déblai serait donc de 45 gram. de blé, plus une fraction de la ration d'entretien :

$$\text{Pour le travail. du midi. } \frac{0,67}{15,31}\text{ from.} + 0^{k},045\text{ from.} = 0^{k},089$$

$$\text{Pour le travail. du Loiret. } \frac{0,67}{13,31}\text{ from.} + 0,045\text{ from.} = 0^{k},095$$

C'est ainsi que la ration d'entretien restant toujours la même, le prix du travail augmente à mesure que la somme du travail est moindre.

Il ne suffit pas d'avoir pourvu à la nourriture de l'ouvrier, il faut encore songer à celle de sa famille, c'est-à-dire à la situation moyenne dans laquelle il va se trouver pendant sa vie. Des expériences réitérées, que nous avons faites sur la consommation d'hommes vivants seuls ou avec une femme et des enfants, nous ont prouvé que, dans les cas ordinaires, la nourriture des femmes était à celle des hommes comme 17 : 25; le poids moyen de leur corps était comme 25 : 21. La différence provient évidemment de la différence de déperdition occasionnée par les travaux violents des hommes en comparaison de celle

qu'exigent les travaux sédentaires de la femme. Dans les prisons où le même régime est assigné aux hommes et aux femmes, celles-ci conservent leur embonpoint, tandis que les hommes maigrissent et s'affaiblissent, s'ils ne se procurent une nourriture supplémentaire ; c'est que ce régime atteint à peine la ration d'entretien de l'homme et la dépasse pour les femmes.

L'âge auquel les jeunes gens finissent par atteindre le salaire complet d'un ouvrier est celui de leur complet développement. Dans les familles, il y a des enfants de plusieurs âges ; jusqu'à 10 ans, ils consomment, en comparaison de leur mère, à peu près dans la proportion de leur poids respectif; mais il arrive un âge de développement où leur appétit est en raison plus forte que leur poids. Pour apprécier ces différences, il faudrait étudier une grande masse d'individus, car le tempérament de chacun amène des modifications très considérables dans les résultats. Nous nous sommes borné à rechercher ce qui arriverait dans les situations moyennes, en supposant que la famille fût composée du père, de la mère et de trois enfants. La consommation de chaque enfant était alors à celle de la mère comme 12 : 17. Dans le rapport des poids, elle devrait être comme 7,5 : 17. Mais les exercices des jeunes enfants sont plus violents que ceux de la mère. La consommation des membres de la famille serait donc ainsi qu'il suit :

	Rapports.	Ration d'entretien relative au poids.	Ration de travail.	Nourriture totale.	Valeur de l'hectolitre de blé à 22 fr.	Valeur de la nourriture de l'année.
L'homme..	25	0^{k}67 from.	0^{k}65	1^{k}32	0^{f}420	153^{f}30
La femme .	17	0,46	0,30	0,76	0,286	104,34
3 enfants. .	36	0,97	1,20	2,17	0,605	220,75
		4,25	1,311	478,39		

Section VII. — *Dépenses d'entretien autres que la nourriture.*

Dans les dépenses qui restent à faire se mêlent, selon les usages locaux, aux choses utiles au maintien de la force et de

la santé, une foule d'articles plus ou moins inutiles et même nuisibles. Arthur Young se plaignait vivement de ce luxe ruineux. On lui disait : « Montrez-moi une pauvre famille qui ne prenne pas de thé au moins une fois par jour ; » et il répondait : « Celles qui se livrent à ce goût peuvent-elles vivre à aussi bon marché que celles qui y renonçaient ? Ont-elles le droit de se plaindre si le prix des denrées ne leur permet pas de passer une heure par jour à prendre du thé? Toutes les fois qu'on se plaint que les denrées sont trop chères, il faudrait ajouter : Pour vivre comme il nous plaît de vivre[1]. » Ce sont ces articles, qui n'ajoutent rien à l'existence matérielle, et dont on se fait un besoin factice, qui ruinent les ouvriers de nos grandes villes. Chaque dimanche, chaque lundi, le vin bu au cabaret, la bière qui est une boisson de luxe là où elle n'est pas une boisson habituelle, les jeux, l'habillement des hommes et des femmes qui, quittant leurs haillons de la semaine, rivalisent de recherche les jours de fête, rendent les salaires insuffisants et amènent la misère. Nous sommes loin de refuser à l'ouvrier les récréations honnêtes ; mais elles peuvent ne pas être dispendieuses. Ce qui doit soutenir l'ouvrier dans sa vie laborieuse, c'est la perspective de son repos futur et d'un meilleur état pour sa jeune famille. Les ouvriers rangés prospèrent et finissent par commander à leurs égaux qui les ont regardés longtemps avec mépris.

Les ouvriers de l'agriculture, moins sujets aux écarts du luxe, le sont encore beaucoup trop à ceux de la débauche et surtout à ceux du cabaret. La séparation des deux sexes dans les plaisirs des jours de fête est le fait le plus funeste qui vienne entraver les progrès matériels et moraux des familles. Dans celles qui prospèrent, les promenades faites en commun, de petites jouissances de table partagées entre tous leurs membres

(1) *Lettres d'un fermier*, t. I, p. 159.

font la joie de ces jours de repos sans déranger le budget de la famille.

Mais resserrée dans cette limite, la question des dépenses autres que la nourriture à assigner à l'ouvrier présente encore de grandes difficultés, parce qu'elles varient selon les lieux et les climats. Ainsi l'habillement, le chauffage, le logement n'occasionnent presque aucun frais dans les pays méridionaux, et ils deviennent considérables à mesure que l'on avance vers le nord. Nous devions donc nous borner, en attendant des renseignements plus complets, à présenter pour type de calcul ce qui se passe autour de nous. Ayant étudié un assez grand nombre de familles agricoles en France, nous avons trouvé que la moyenne de la dépense de leur logement était de 30 fr. par an; que l'habillement coûtait 35 fr. pour l'homme seul et 100 fr. pour celle du ménage complet, le combustible et l'éclairage 10 fr., et que les outils, ustensiles et dépenses imprévues absorbaient la somme de 20 fr. La dépense de la famille serait donc :

Nourriture.	478f39
Loyer	30,00
Habillement.	100,00
Chauffage et éclairage.	10,00
Outils, ustensiles, dépenses imprévues..	20,00
	638,39

Représentant 2279 kil. de froment.

Ou par jour 1 fr. 75 représentant $6^{k},47$ de froment.

Section VIII. — *Recettes de l'ouvrier.*

Pour que l'ouvrier puisse entretenir lui et sa famille dans la situation moyenne où nous l'avons placé, il faut donc qu'il fasse par jour une recette de 1 fr. 75 c.; mais tous les jours ne sont pas des jours de travail, et si l'on se reporte à ce que nous avons dit plus haut, le nombre de journées occupées est de 262 sur les bords européens de la Méditerranée, 220 sur ceux

de la Baltique, et en moyenne pour l'Europe centrale de 241. Le salaire normal de la famille de l'ouvrier serait donc

$$\frac{638^{f},39}{241} = 2^{f},65,$$

Ou de la valeur de $9^{k},82$ de froment.

Le travail des femmes est payé généralement au taux de la moitié de celui des hommes, mais elles ne trouvent pas toute l'année et en tous pays un travail qui leur convienne. Dans certaines contrées, elles travaillent à la terre ; dans d'autres, outre les travaux de la culture qui exigent le moins d'efforts, les sarclages, les moissons, elles en ont aussi de plus appropriés à leur sexe, le taillage du chanvre et du lin, l'éducation des vers à soie, etc. Dans la vallée du Rhône, nous avons trouvé que les femmes mariées pouvaient obtenir 133 journées salariées au prix moyen de 75 c. Les enfants de 10 ans ne sont occupés qu'à garder le bétail et à de légers ouvrages, et le salaire moyen des enfants au-dessus et au-dessous de cet âge ne s'élève pas à plus de 50 fr. par an. Nous avons donc :

Travail de la femme.	100f00
Travail de 3 enfants.	150,00
Travail du père devant compléter la recette. .	388,39
	638,39

Ce qui donne pour la moyenne de la journée du père $\frac{638,39}{241} =$ $1^{f},61$ ou $5^{k},96$ de blé.

Nous avons eu soin d'exprimer toujours les sommes représentant les dépenses et les recettes en kilogr. de blé, qui est la principale nourriture des peuples de l'Europe ; leur équivalent en argent est établi sur la supposition du prix du blé froment à 22 fr. l'hectol. ou à 27 fr. les 100 kilogr., et ne serait par conséquent pas assez générale. C'est donc à la première de ces évaluations qu'il faut uniquement se rapporter. Dans les pays où d'autres genres de denrées, ayant d'autres prix, fourniraient

la nourriture de l'ouvrier, c'est de ces éléments qu'il faudrait partir. Ainsi, selon M. l'abbé Voisin, la journée de l'ouvrier, en Chine, est de 50 c.; mais avec cette somme, dit-il, il peut se procurer une quantité d'objets utiles qui lui coûteraient environ 2 fr. en France. Ce dernier prix serait donc le salaire de l'ouvrier chinois [1].

Le prix moyen du travail des ouvriers de l'agriculture en Angleterre est de 10 fr. par semaine[2], ou 1 fr. 66 c. avec le blé au prix moyen du froment à 25 fr. 50 c., ce qui donnerait seulement 5^k,08 de froment par journée, au lieu de 5^k,75 qui est le salaire de l'ouvrier en France. En Écosse, le salaire est de 7 fr. 20 c. par semaine ou 1 fr. 20 c. par jour; mais il y a là d'autres habitudes de vie. En Irlande, l'ouvrier est payé 5 fr. 7 c. par semaine ou 85 c. par jour. L'on estime que si l'ouvrier irlandais avait toute l'année du travail à 50 c. par jour, il pourrait nourrir sa famille[3]; mais aussi c'est qu'il se nourrit de pommes de terre et de lait, que les facultés nutritives de la pomme de terre sont à celles du froment comme 18:100, que le prix vénal de ce tubercule est en France à celui du blé comme 16 : 100; qu'en Irlande la production favorisée par le climat en est plus considérable et le prix beaucoup plus bas, et que quant au lait produit sur des pâturages dont on paie une faible rente, il s'obtient à très bon compte.

Thaer a fixé à un huitième de scheffel de seigle (6^l,513 ou 4^k,885) la journée de l'ouvrier en Allemagne [4]; le prix du seigle étant à celui du froment comme 3 : 4, c'est la valeur de 3^k,663 de froment. C'est encore la nature de la nourriture et surtout le grand usage que les paysans font de la

(1) *Revue d'Orient*, novembre 1844, p. 197.

(2) *Farmer's magazine*, Berthaut-Ducreux, Comparaison des rentes, p. 224.

(3) *Selections of the poor Irish to inquiry*, 1835, p. 207 et 214.

(4) *Principes d'agriculture*, § 147.

pomme de terre qui a réduit le chiffre de l'entretien de plus d'un cinquième sur celui du paysan de France.

Dans la situation que nous venons de décrire et qui peut être considérée comme la situation moyenne des ouvriers dans les circonstances de population, de moralité, d'alimentation de l'Europe centrale, les salaires pourvoient donc aux besoins de la famille. Il y a des moments où l'ouvrier se trouve très à l'aise. C'est celui où, n'étant pas marié, il peut économiser la valeur de 714^{k} de froment, près de 200 fr. par an. Les jeunes femmes font aussi des économies, et les jeunes gens qui ont été sages débutent ordinairement avec ces épargnes qui les aident à surmonter plus tard les difficultés des années qui suivent et où les couches de la femme, l'éducation des enfants en bas âge amènent de la gêne pour ceux qui n'ont pas su les prévenir. Restent les cas de maladies ou de familles très nombreuses qui sortent de la règle ordinaire et qui méritent toute l'attention des législateurs. C'est pour les circonstances qui ne peuvent être raisonnablement prévues, qui s'écartent des positions moyennes, que doit être réservée toute la sollicitude de l'administration. Les secours distribués avec cette réserve n'encouragent pas l'imprévoyance et sont nécessairement circonscrits. Quand les enfants sont élevés et capables de gagner leur vie, les pères et les mères se retrouvent dans une position aisée et peuvent de nouveau faire des épargnes pour leurs vieux jours.

On pourrait aussi citer comme des circonstances difficiles à passer pour la famille de l'ouvrier les hausses du prix du blé; car son salaire payé en argent est peu sujet à varier, malgré les variations du prix de denrées, et se règle sur les prix moyens de la contrée que l'on habite; mais il faut considérer aussi que ce prix moyen lui-même compense, pendant les années de bas prix, le dommage que l'on pourrait éprouver des années de hausse. C'est encore à la prévoyance de l'ouvrier à prévenir les dangers que présentent ces alternatives.

Ainsi dans la situation actuelle et en supposant que l'ouvrier trouve de l'occupation pendant le nombre de journées indiqué, le prix naturel des journées est de 5^k,96 de blé (*ou* 1 fr. 61 c., le blé à 27 fr. le quintal), environ 3,8 fois ce qu'il faut pour sa nourriture complète; celui du travail de la femme 3^k,00 (0 fr. 81), environ 2,8 fois ce qu'il faut pour sa nourriture. Le prix moyen trouvé pour le salaire des enfants, proportionnellement à leur âge, a été trouvé ainsi qu'il suit :

10 ans.	0,17 de la journée de l'ouvr.	ou	1^k01	froment.	0^f27
12 ans.	0,33	—	1,96	—	0,53
14 ans.	0,50	—	2,98	—	0,81
16 ans.	0,66	—	3,93	—	1,06
18 ans.	0,87	—	5,18	—	1,40

Mais il arrive aussi que les modes de culture, l'état de la population et surtout le mode de répartition de la propriété sont tels que l'ouvrier ne trouve pas toujours à s'occuper pendant les jours de l'année propres au travail. C'est ce que l'on remarque surtout dans les pays où la propriété est très divisée, où le plus grand nombre travaille sur son propre champ et où ceux qui n'ont que leurs bras ne sont employés qu'à l'époque des travaux pressés; dans ceux qui sont tout entiers sous le régime du métayage et où les métayers pauvres négligent les travaux qu'ils ne peuvent exécuter eux-mêmes. Dans ces pays la classe des ouvriers purement salariés ne peut exister, il faut que chaque cultivateur achète une portion de terre suffisante pour l'occuper, ou la prenne à bail ou en métayage. C'est par ce procédé que, s'assurant une rémunération suffisante, leurs forces sont mises en action au profit de l'agriculture.

En Angleterre, où l'on ne trouve ni à acheter ni à louer des terres par petites parcelles, le sort de l'ouvrier est beaucoup moins heureux qu'il ne l'est en France, malgré la plus grande élévation de salaires. On n'avait pu y arrêter la disparition de la classe pauvre qu'au moyen de la taxe des pauvres qui com-

plétait le salaire nécessaire à la subsistance de la famille de l'ouvrier : frêle ressource qui a multiplié sans mesure cette population en lui offrant une subsistance assurée, quelle que fût son imprévoyance et sa paresse; moyen dangereux et qui tendait à devenir tellement onéreux qu'il a fallu lui substituer un régime répressif qui n'est encore jugé que par la rigueur de ses procédés, sans prévoir les résultats qu'il peut amener.

Le salaire des valets de ferme se compose de leur nourriture et de leurs gages; leur taux nous a paru toujours combiné de manière à s'élever un peu au-dessus du salaire moyen de l'ouvrier libre. Ainsi dans le pays où la journée de l'ouvrier est de 1 fr. 61 c., celle du valet est de :

Nourriture.	148[c]
Gages.	272
	420

qui, divisés par les 241 journées occupées, nous donnent 1 fr. 75 c. Dans les comptabilités les plus exactes on compte l'heure de travail effectif de valets de ferme à la valeur de $0^k,71$ de froment; mais il faut remarquer que l'état de valet de ferme, quoique assurant plus de sécurité à l'ouvrier pour sa subsistance puisque le placement de son temps est assuré nonobstant les intempéries, quoique exigeant un travail moins dur puisqu'il consiste généralement dans des labours et des soins donnés aux animaux, et non en travail à la bêche ou à la houe comme pour le journalier, a ses inconvénients, qu'il entraîne un assujettissement constant au commandement du maître. L'état de domesticité dans lequel vivent ceux qui s'y soumettent, la difficulté pour eux de se marier en vivant séparés de leurs femmes et de leurs enfants, font préférer à tous les hommes vigoureux la situation de travailleur libre, et celle de valet de ferme est surtout occupée par des jeunes gens non encore établis et par des hommes dont la force et la santé ne comportent pas le labeur rude et assidu des ouvriers à la journée ou à la tâche.

SECTION IX. — *Prix du travail de l'ouvrier.*

Pour connaître le prix du travail d'un ouvrier, il faut donc, d'après ce que nous avons dit dans les articles précédents, connaître la valeur de l'entretien d'une famille moyenne et la diviser par le travail fait par elle. Comme ces deux éléments seraient trop difficiles à trouver, on pourra en approcher par plusieurs méthodes que nous allons décrire en peu de mots.

La première, que l'on pourrait aussi appeler la méthode théorique, consiste à connaître le prix de la journée moyenne et à la diviser par le nombre de mètres cubes de terre *à un homme* ayant $0^{k},5$ de ténacité que l'ouvrier déblaie dans la journée, ou la surface de terrain qu'il bêche dans le même temps, en prenant le travail de 200^{mc} par l'équivalent de $15^{m},31$ de déblai. La quantité de travail fait diminue avec la ténacité de la terre, mais non pas exactement selon le chiffre de cette ténacité, comme nous le verrons quand nous traiterons du travail à la bêche. Il ne faut donc jamais comparer des quantités d'ouvrage et des prix résultant de travaux faits sur des terrains très variables en ténacité, sans avoir opéré les réductions convenables.

A défaut de ces expériences, on pourra regarder comme une indication les chiffres que l'on déduira du poids moyen des hommes, de leur ration d'entretien, à laquelle on ajoutera 45 gram. de froment par mètre cube de terre à un homme qu'il déblaie dans sa journée. Ayant alors la nourriture de l'ouvrier, on la multipliera par 3,8, et l'on aura à peu près la valeur de sa journée qui, il faut se le rappeler, représente son entretien et la portion dont il doit contribuer à l'entretien de sa famille. Ainsi, un homme pesant 70 kil. et faisant $15^{m},3$ de déblai par jour dans une terre de $0^{k},5$ de ténacité, nous aurons pour le prix de sa journée $(70 \times 0^{k},012 + 15,3 \times 0^{k},045) \times 3,8 = 5^{k},80$.

D'après toutes ces données, nous devons examiner quelles sont les réalités que nous présente la culture. D'après le prix trouvé pour la journée d'un homme moyen et son travail, qui consiste à déblayer 15^{m},31 d'une terre à un homme :

	Froment.	Le blé étant à 27 f. les 100 kil.
Le déblai d'un mètre cube nous coûtera . .	0^{k}38	0f1064
Dans une journée moyenne, sur un pareil sol, l'ouvrier bêche 200^{mq} à la profondeur de 0^{m},25 ; ainsi pour 100 mètres carrés.	2,98	0,7695

Mais il y a des travaux qui exigent une force et une adresse particulières et ne peuvent pas être faits par tous les ouvriers ; on les paie un prix de monopole à ceux qui y sont habiles ; tels sont les suivants :

Faucher un hectare de blé en bon état. . . .	34^{k}07	9f2000
Un bon ouvrier fauche 6300^{mq} de blé dans un jour ; sa journée lui vaut donc	21,46	5,7932
Elle se paie généralement 6 fr.		
On fauche un hectare de luzerne pour. . . .	17,03	4,6000
La moisson à la faucille et le liage en gerbe d'un hectare de blé coûtent, selon l'état où se trouve le champ, de.	63,00	17,0000
à	79,25	21,4000

Si l'on entre bien dans toutes les considérations que nous avons exposées, on trouvera que la valeur réelle et intrinsèque du travail varie dans les différents temps et dans les différents lieux moins que l'on pourrait s'y attendre.

Ainsi nous avons trois comptes exacts du travail fait pour écobuer (peler et brûler) un hectare de terrain, le premier donné par le marquis de Turbilly, en 1750, en Anjou ; le 2^{e} par M. Rieffel, en 1840, en Bretagne ; le troisième résulte d'une opération que nous avons faite nous-même en Provence, en 1825.

	Prix du blé.	Prix de la journ. d'hom.	Prix payé par hectare.	Nombre de journées.	Froment par hectare.
Mis de Turbilly.	12f18	0f60	63f55	105,9	396k72
M. Rieffel . . .	16,50	0,80	90,00	112,5	411,20
Nous.	22,00	1,75	120,00	68,5	426,80

La situation des temps et des lieux, les habitudes des populations qui modifient les dépenses autres que celles de la nourriture, expliquent les différences que présentent ces trois résultats et font comprendre dans quelles limites sont renfermées les modifications dans le taux des salaires.

CHAPITRE VI.

Du cheval.

Substituer le plus que l'on peut le travail des moteurs inanimés et des animaux à celui de l'homme dans tous les ouvrages qui exigent le développement exclusif de la force; lui réserver ceux où l'intelligence doit jouer un grand rôle, c'est l'affranchir de ce que la nécessité du travail présente de plus rebutant, le tirer de l'abrutissement où l'avait plongé la fonction d'agent exclusivement mécanique, et l'inviter à la culture de son esprit qui se trouve étouffé par la fatigue corporelle.

Cette transition ne s'opère pas sans douleur. Avant que les ouvriers, dépossédés de leur travail habituel par l'eau, la vapeur, les animaux, aient trouvé un nouvel emploi, il y a une période de gêne où ils regrettent la servitude dont on vient de les délivrer; mais l'expérience a bien prouvé que de nombreuses sources de travail ne tardent pas à s'ouvrir pour eux ; que dans l'état actuel de la société européenne aucun bras ne demeure forcément oisif, si ce n'est dans ces grands centres d'obstruction où la population vient s'entasser aveuglément et sans mesure.

Sans remettre ici sous les yeux du lecteur les prodiges accomplis par la vapeur, nous parlerons seulement des effets de la substitution de la force des animaux à celle des hommes pour lui donner l'idée de l'importance qu'elle a eue et qu'elle peut

avoir encore. Supposons que l'agriculture employât uniquement la force humaine. D'après l'expérience de nos petits propriétaires et fermiers parcellaires, une famille composée comme nous l'avons indiqué plus haut, cultivant bien à bras 2 hectares et demi de terrain, il faudrait 14 millions de ménages ou 70 millions d'individus pour cultiver les 36 millions d'hectares soumis à la culture en France. Si nous supposions que les 28 millions de Français, qui habitent les communes au-dessous de 3,000 âmes, fussent consacrés à la culture, ce qui est excessif, ils ne cultiveraient complètement que 14,000,000 hectares, un peu plus du tiers du territoire, ce qui conduirait à un assolement triennal avec deux années de jachères intermédiaires pour cultiver la totalité. Mais si nous admettons qu'un cheval remplace le travail de cinq hommes, nous verrons qu'il suffit d'ajouter à nos 28 millions de cultivateurs le travail de 5 millions de chevaux environ pour mettre le territoire français dans un état parfait de culture. Or la France ne possède qu'un peu plus de 4 millions de têtes de gros bétail (chevaux et bœufs de travail); le déficit d'un million se fait donc sentir par l'imperfection des travaux agricoles.

On conçoit aussi que le territoire pourrait être cultivé au moyen de 2 millions d'hommes ou l'équivalent de force en femmes et enfants pour les soins de détail, les hortolages, etc.; 2 millions d'hommes pour conduire les chevaux et 6,800,000 chevaux; ainsi 4 millions d'hommes résultant de 2 millions de familles, dont une partie des membres seraient seulement occupés à la terre, pourraient pourvoir, au moyen d'une autre répartition de la propriété, à la subsistance de 36 millions d'individus.

La France se trouve en ce moment entre ces deux extrêmes d'une population très nombreuse, cultivant la terre sans bétail, et une population très rare dirigeant un nombreux bétail. C'est la situation la plus désirable pour sa force et pour son bon-

heur. La population trop nombreuse vivrait sous le poids d'un travail continu, inexorable, et serait forcée de renoncer aux dons de l'intelligence; une population trop rare la rendrait la proie des nations barbares : saura-t-elle se maintenir dans cet heureux équilibre? Il est permis d'en douter. Il est visible qu'elle penche vers l'accroissement excessif de sa population, qui entraîne, comme on le voit en Chine, le remplacement du travail des animaux par celui des hommes. Ce qui arrêtera quelque temps sur la pente, c'est le perfectionnement des moyens mécaniques qui mettra les grandes cultures au niveau des cultures à bras pour la perfection de l'exécution; c'est l'usage plus abondant des engrais qui compensera l'économie de temps et de moyens que le petit cultivateur sait si bien faire à son profit; c'est l'accroissement de capitaux sur les grandes et moyennes propriétées qui existent encore, moyens qui peuvent seuls balancer la tendance à la division ultérieure du territoire.

Section Ire. — *Force musculaire du cheval.*

Les chevaux varient beaucoup entre eux de taille, de masse, de forme, depuis les poneys des îles Schetland jusqu'aux chevaux flamands; ainsi on voit des chevaux qui ont 1 mètre de hauteur au garot, et des chevaux de $1^m,780$, et même au delà. Ces derniers sont ordinairement destinés à faire les transports pesants dans les villes (chevaux de brasseurs, de factage, de diligence, etc.); les premiers ne sont utilement employés que dans leur pays natal, dont ils ne sortent que pour fournir à de jeunes enfants une monture proportionnée à leur âge. La taille se mesure au moyen d'une potence appuyant à terre et dont une branche mobile vient porter sur le garot du cheval.

Le poids des chevaux varie aussi beaucoup et dépend de

leur forme et de leur taille. On en trouve de 80 à 600 kilogr. Ces poids sont entre eux, à peu près, comme le carré de la largeur du poitrail, prise d'une pointe de l'épaule à l'autre. La largeur du poitrail bien conformé est au moins les 0,27 de la taille. Ainsi, un cheval de 1^m,628 de taille ayant un poitrail de 0^m,444 de largeur et pesant 500 kilogr., le cheval de 1^m,50, qui a un poitrail de 0^m,409, pèsera 424 kilogrammes.

Les différents essais que l'on a faits pour s'assurer de la force statique du cheval, de celle qu'il déploierait pour soutenir un poids sans parcourir aucune distance, ont indiqué que dans les races de chevaux de trait l'effort ne s'éloignait pas du poids de l'animal lui-même. Christian la fixait à 360 kilogr.; Tredgold à 400 kilogr. : ces essais étaient généralement faits avec des chevaux moyens.

Des essais nombreux que nous avons pu faire dans un régiment de cavalerie, sur la vitesse moyenne, par seconde, du cheval non chargé, nous ont montré que cette vitesse était aux différentes allures :

Longueur du pas par rapport à la hauteur du cheval prise pour unité.	Cavalerie légère. Taille 1^m,477.	Dragons. Taille 1^m,500.	Grosse cavalerie. Taille 1^m,530.	Carrossiers. Taille 1^m,620.
	mèt.	mèt.	mèt.	mèt.
Petit pas. . . 0,833	1,230	1,249	1,274	1,349
Pas allongé. 1,033	1,526	1,549	1,580	1,673
Petit trot. . 1,600	2,363	2,400	2,448	2,592
Grand trot.. 2,433	3,493	3,649	3,722	3,941

Le cheval, traînant un lourd fardeau, ralentit son pas jusqu'à ne plus faire que 0^m,40 par seconde; on est parvenu à faire parcourir au cheval de course jusqu'à 16^m,7 par seconde, sur une petite longueur; c'est 1,000 mètres par minute.

La durée d'action des chevaux est différente selon leurs allures. Un cheval au pas marchera pendant dix heures par jour; un cheval au grand trot ne pourra faire qu'une course de trois à quatre heures; un cheval lancé à toute vitesse sera épuisé en une demi-heure ou en trois quarts d'heure.

Faute d'énoncer la taille et le poids des chevaux employés, toutes les expériences que l'on a données ne nous fournissent aucune donnée positive. Ainsi, Coulomb nous indique un tirage uniforme de 45 kilogr. à 40 kilom. de distance pour la journée du cheval, ou 1,800,000^{km}. M. Dupin[1] nous dit que « des chevaux, attelés à une charrue et exerçant un tirage de 72 kilogr., parcouraient dans la journée un espace de 26 kilom.; » ce qui nous donnerait 1,872,000^{km} pour leur action journalière. D'après le même auteur, on estime en Angleterre qu'un cheval qui travaille huit heures, parcourt 4 kilom. par heure, avec un effort de 90 kilogr., ce qui nous donnerait 2,880,000^{km}, ou 100^{km} par seconde. Selon M. Hachette[2], dans un manége établi au-dessus d'une carrière à plâtre de Paris, le cheval, exerçant un effort de 100 kilogr., parcourait 16 kilom. en un jour de 8 heures, ou 0^{m},56 par seconde, ce qui nous donne une action journalière de 1,600,000^{km}. D'après M. Minard[4], le cheval, soumis aux expériences à Rochefort, déployait pendant neuf heures et demie de travail une force de 40 kilogr. avec une vitesse de 0^{m},933 par seconde, et, par conséquent, par jour, 1,219,344^{km}. M. Navier estimait, par une moyenne générale, qu'un cheval qui travaillait habituellement au manége, marchait avec une vitesse de 0^{m},90 par seconde, en produisant un effort de 45 kilogr., ce qui nous donnait 39^{km},5 par seconde et par journée de huit heures, 113,760,000^{km}. Nous ne serons plus étonné de toutes ces divergences quand nous saurons que dans aucune de ces expériences on n'a tenu compte de la nature du cheval employé, et que le plus souvent elles ont été faites sur des animaux de rebut, condamnés à tourner le manége, après avoir été réformés pour tous les autres travaux.

(1) *Mécanique industrielle*, t. III, p. 159.
(2) *Traité des machines*, p. 51.
(3) *Annales des ponts et chaussées*, 1832, p. 143.

Dès lors il nous sembla impossible de mettre d'accord tant d'assertions diverses, et nous avons dû chercher des éléments mieux connus.

1° Des chevaux d'un poids moyen de 320 kilogr. ont travaillé à la charrue à différentes reprises de mars à septembre; la longueur du chemin parcouru a été mesurée, ainsi que l'effort moyen exercé, en employant le dynamomètre de M. Amédée Durand. La longueur des sillons ouverts par journée de dix heures a été de 16,495 mètres; les chevaux marchaient donc avec une vitesse de $0^{m},46$, et ils faisaient un effort moyen de 98 kilogr., ce qui donne un travail mécanique de 45^{km} par seconde.

2° Des labours d'ensemencement ont été opérés en moins grand nombre, mais observés avec soin, par des mules d'un poids moyen de 340 kilogr.; ces labours, bien moins rudes que les précédents, permettaient de donner un pas plus accéléré aux animaux; ils avaient une vitesse de $0^{m},95$ par seconde et produisaient un effort de 53 kilogr.; le travail mécanique était de $50^{km},35$ par seconde.

3° Une charrette à un cheval, pesant avec son chargement 1,440 kilogr., a été employée pendant plusieurs jours à des charrois sur une route à bon empierrement; le cheval pesait 360 kilogr., il marchait avec une vitesse de $1^{m}.19$ par seconde et produisait un effort de 45 kilogr.; son travail mécanique était de $53^{km},55$.

4° Un cheval pesant 320 kilogr. a été employé à tourner une noria pendant tout un été; il marchait avec une vitesse de $1^{m},20$ en faisant un effort de 40 kilogr., et produisait un travail mécanique de 48^{km}.

Si nous appliquions la formule d'Euler à ces quatre expériences, nous trouverions[1] :

(1) *Voyez* ci-dessus, page 41.

	4/9 de la force statique.	1/3 de la vitesse normale.	Travail mécanique calculé. km.	Travail expérimental. km.	Excès du travail calculé.
1°. . .	142,0	0,416	59,07	45,00	+14,07
2°. . .	133,3	0,416	61,31	50,35	+10,96
3°. . .	160,0	0,425	68,00	53,55	+14,45
4°. . .	142,0	0,416	59,07	48,00	+11,07

La formule nous donne un travail mécanique supérieur à l'effet obtenu ; elle nous prescrit des vitesses minimum avec des efforts considérables ; nous voyons les différences rester à peu près les mêmes, soit que nous employions une vitesse plus grande avec un moindre effort, soit une vitesse plus petite avec un plus grand effort ; ce qui est très heureux, car il est des travaux qui exigent de la célérité. Ainsi, pour la noria, les godets les mieux faits laissent perdre une partie de l'eau, et plus le temps de leur ascension est long, plus cette perte est considérable ; pour les travaux peu rudes, comme ceux de l'ensemencement, on n'obtiendrait pas une charge suffisante pour le cheval avec un instrument léger, si on n'y suppléait par une plus grande vitesse. On voit donc que sans s'arrêter aux deux facteurs donnés par la formule d'Euler on peut compter sur les résultats que donne leur produit à quelques kilogramomètres près, et qu'ainsi on peut l'employer dans la pratique sans craindre de trop grandes erreurs. On aura donc approximativement le travail mécanique que l'on peut attendre du cheval en multipliant les quatre neuvièmes de son poids par le tiers de sa vitesse normale et en retranchant environ le cinquième du résultat ; et l'on aura le travail mécanique total de l'année en multipliant le chiffre obtenu par le nombre de journées utilement employées.

Section II. — *Emploi du cheval comme animal de bât.*

La forme des quadrupèdes, la structure de leurs extrémités qui ne permet pas de les faire agir séparément du reste du

corps, a indiqué trois moyens différents de s'en servir : 1° le meilleur et le plus énergique, c'est celui qui consiste à les faire tirer par les épaules et leur avant-train ; c'est celui que nous avons examiné dans l'article précédent ; 2° leur faire porter des fardeaux sur le dos ; 3° se servir de leur poids pour faire contre-poids à des fardeaux. Nous allons examiner ces deux derniers modes d'emploi.

Les chevaux de cavalerie chargés de leur cavalier, de son équipement et de ses armes, portent 100 kilogr. pendant sept à huit heures de temps, et font 40 kilomètres par jour. Ils peuvent continuer ainsi un long voyage sans se fatiguer. L'effort utile est celui de 4,000 kilogr. transportés à 1 kilomètre.

On cite des efforts prodigieux faits par des chevaux de race orientale. M. Gamba[1] raconte que Feth-Ali-Scha étant à Téhéran, pressé de se rendre à Schyraz, fit le trajet, qui est de 384 kilomètres, dans l'espace de vingt-quatre heures, monté sur le même cheval, portant le poids du maître et de son équipage qui était de 90 kilogr. ; ce qui équivalait à 34,560 kilogr. transportés à la distance d'un kilomètre. Un animal ne fait pas deux fois dans sa vie des efforts pareils et il en reste toujours épuisé.

Les chevaux de bât ne font que des journées de 28 kilomètres avec une charge de 150 kilogr., environ la moitié de leur poids. Les muletiers ont compris qu'ils obtenaient un maximum de travail en réduisant la vitesse et augmentant la charge ; ils obtiennent ainsi un effort utile de 4,200 kilogr. transportés à un kilomètre dans la journée.

Nous avons vu que le cheval attelé à un véhicule avait transporté 1,440 kilogr. avec une vitesse de $1^m,19$ qui, en dix heures de travail, nous auraient donné 43 kilomètres de parcours. Mais en retranchant le poids de la voiture, il ne reste de poids utile que 940 kilogr., ce qui ne donnerait également

(1) *Voyage dans la Russie méridionale*, t. II, p. 309.

que 4,042 kilogr. transportés à la distance d'un kilomètre. Mais il est évident que l'animal s'use moins vite, qu'il fait usage de ses forces d'une manière plus commode, quand il est attelé à une charrette que quand il porte un poids considérable; aussi l'usage du bât est-il abandonné partout où l'on trouve des routes bien entretenues. La forme concave du dos du cheval, la flexibilité de ses ligaments, le rendent d'ailleurs bien moins propre que l'âne et le mulet à ce genre de service.

Section III. — *Cheval agissant par son propre poids.*

On peut employer le poids du cheval en le mettant dans l'intérieur d'une roue qu'il fait tourner en marchant. Mais la vivacité de cet animal, son impatience, font généralement préférer l'âne ou le bœuf pour cet emploi, qui est d'ailleurs fort rare. Dans cette action l'animal ne pèse jamais que par la moitié de son poids *environ* sur la roue; l'autre moitié, portant sur le train postérieur, appuie contre la partie de la roue qui est à son point le plus bas; son travail mécanique sera donc *à peu près* la moitié du poids multiplié par la vitesse; cette vitesse est peu considérable, au plus de $0^m,60$ par seconde. Ainsi un cheval de 320 kilogr. ferait un travail mécanique de $160 \times 0,60 = 96^{km}$; mais il n'élevérait ce poids qu'à peine à la moitié de la longueur de son pas, à cause du grand rayon que l'on est obligé de donner à la roue pour que l'animal ne s'y trouve pas gêné; on obtient donc seulement un travail mécanique de $160 \times 0,30 = 48^{km}$, comme pour le cheval tournant une noria.

Si l'on voulait employer le cheval pour servir de contrepoids dans une machine à bascule, le cheval, qui remonterait la pente, pourrait s'élever à $0^m,17$ par seconde; si la hauteur n'était pas considérable, la répétition de la manœuvre ferait perdre beaucoup de temps; mais s'il était question d'une hau-

teur considérable, 30 mètres par exemple, nous aurions pour la descente quatre à cinq secondes, pour remonter 176 secondes, total 180 secondes, qui procureraient un travail mécanique de 320 kilogr. à la hauteur de 30 mètres, ou 9,600 kilogrammètres, et par seconde $53^{km},33$. Ce résultat s'éloigne peu de ceux obtenus par les autres emplois de l'animal; mais il serait possible que l'effort utile fût plus considérable à cause de la simplicité de la machine qui occasionnerait peu de perte de force.

SECTION IV. — *Moyen de disposer du travail des animaux.*

Le prix du travail des animaux n'est pas influencé, comme celui du travail de l'homme, par des causes morales qui le font hausser ou baisser, selon une foule de circonstances qui en sont indépendantes. Il s'agit de produire, élever ou acheter l'animal, ou bien de louer ses services à son maître. N'est-il pas douloureux de penser que telles sont encore les conditions auxquelles on se procure le travail de l'esclave, homme ravalé par l'homme au rang de la brute?

Ce que coûte en définitive l'élève du cheval doit être approximativement représenté par son prix de vente, si l'on en juge par le peu d'extension que prend cette spéculation. Nous n'entrerons donc pas ici dans la discussion des prix de revient dont les éléments sont toujours si contestables, et nous prendrons pour point de départ le prix marchand des chevaux. Malheureusement pour l'agriculture, ce prix est beaucoup plus élevé en France que dans les pays environnants qui nous les fournissent en payant même un droit d'entrée élevé. L'extension des irrigations, qui amenera le bon marché des fourrages, est le moyen le plus efficace pour faire disparaître cette pesante charge.

En suivant de près les transactions qui ont lieu sur le mar-

ché aux chevaux destiné à pourvoir la classe agricole (nous mettons les chevaux de luxe en dehors de tous nos raisonnements), on s'aperçoit que ce que les acheteurs recherchent et paient, c'est la taille accompagnée d'un développement convenable du corps. Nous avons vu que cette taille était en effet, toutes choses égales d'ailleurs, un indice de la force. Nous nous sommes longtemps appliqué à chercher la proportion du prix à la taille dans les chevaux bien conformés, et de la série de nos observations nous avons formé une courbe dans laquelle les différentes tailles forment les abscisses, et le prix payé les ordonnées. Il en est résulté une parabole de deuxième degré représentée par la formule que nous allons indiquer. Nous appelons x le prix cherché, y la taille du cheval en millimètres. Nous sommes parti de la base qu'un cheval carrossier de la taille de $1^m,628$ avait une valeur de 1,200 fr. ou 4,444 kilogr. de blé dans un pays où le prix moyen du blé est de 27 fr. les 100 kilogr. Ainsi quand la valeur de ce type sera plus grande ou moindre, il faudra faire subir aux résultats obtenus une modification proportionnelle. Notre formule est la suivante :

$$x = 14014 - 21{,}785\, y + \frac{y^2}{117}$$

Soit un cheval de la taille de 1,500 ($1^m,50$) dont nous voulons connaître la valeur relative, nous aurons :

$$x = 14014 - 21{,}785 \times 1500 + \frac{2250000}{117} = 568 \text{ fr.}$$

Le prix du cheval de $1^m,50$ serait donc de 568 francs, comparé au type carrossier de $1^m,628$ de hauteur, valant 1,200 fr., mais en supposant que les autres conditions d'âge, de conformation, de santé fussent les mêmes. Or, c'est le plus souvent ces conditions qu'il s'agit d'apprécier pour fixer le prix réel d'un cheval. On voit donc que le prix relatif à la taille est loin de suffire ; mais pour suivre toutes les modifications qu'il

subit dans tous ces détails, il faudrait avoir classé un tel nombre de transactions que l'on ne peut espérer de les obtenir; d'ailleurs l'opinion influe aussi sur ces prix de vente : ainsi certaines robes sont préférées, certaines marques sont proscrites, etc.

En continuant à observer ce qui se passe sur les marchés, nous remarquons que, avant tout examen de détail, ce qui décide les cultivateurs à marchander un cheval, c'est la bonne proportion du poitrail qui, en effet, entraîne une multitude d'autres qualités, comme une respiration facile, une forte pesée sur le collier, un poids considérable. Nous voyons constamment que l'on n'accepte qu'avec une réduction proportionnelle de prix tout cheval dont le poitrail, pris d'une pointe de l'épaule à l'autre, n'a pas au moins les 0,27 de sa taille, et que l'hésitation ne cesse que quand il surpasse les 0,32.

Une autre qualité à laquelle les acheteurs semblent tenir beaucoup, c'est que la largeur de la croupe soit proportionnée à celle du poitrail, que le cheval ne soit pas pointu, conformé comme un mulet. Il faut pour cela qu'il y ait plus de largeur entre les pointes des hanches qu'entre les pointes des épaules, que le poitrail étant 100, la croupe ait 126 au moins de largeur. Enfin les acheteurs tiennent beaucoup à ce que le cheval ne soit pas trop haut sur jambes, et qu'ainsi la distance du sol à l'articulation du bras et de l'avant-bras n'excède pas les 0,88 de la taille de l'animal et soit au-dessous de cette quantité.

Le prix une fois déterminé, il faut connaître aussi la durée probable de l'animal, pour évaluer l'aliquote de ce prix qui représente son service annuel.

Les probabilités de vie du cheval doivent se rechercher dans différentes situations, au moyen des tables de mortalité aussi exactes que les registres de l'état civil. Elles varient selon la race, l'âge et l'emploi de l'animal. Le général Carrelet, alors colonel de la garde municipale de Paris, nous a indiqué le

terme de dix ans pour la durée des chevaux normands, et celui de sept ans pour celle des chevaux allemands dans ce service. Ainsi une remonte de chevaux de cinq ans exigera un renouvellement d'un dixième pour la première, et d'un septième pour la seconde de ces races. Les premières années de la vie sont sujettes à de beaucoup plus grandes chances. Les chevaux des races du nord éprouvent une crise humorale que l'on appelle *gourme* et qui fait beaucoup de victimes. Les races des régions méridionales, à partir de celle des oliviers, y sont peu sujettes. La grande mortalité du jeune âge, dans les races du nord, est bien manifestée par celle de notre cavalerie, qui reçoit des chevaux de trois ans et demi à quatre ans. M. Daure accuse une mortalité d'un cheval sur trois pendant les six premiers mois de l'arrivée dans les régiments[1]. La cavalerie française a perdu 23, 9 p. 100 de 1839 à 1841. La gendarmerie n'éprouve qu'une mortalité de 9 p. 100, et la garde municipale de Paris de 6 p. 100. Nous avons déjà émis l'opinion, dans laquelle nous persistons, qu'il suffirait pour nos races françaises de renouveler par douzième les chevaux de notre agriculture, et que ce que l'on retirerait de la vente des vieux animaux, compenserait la perte que l'on pourrait faire par les morts imprévues[2]. Ce serait donc 8, 33 p. 100 du prix du cheval à imputer pour le renouvellement. Ce chiffre est intermédiaire entre ceux de la gendarmerie et de la garde municipale.

Section VI. — *Nourriture du cheval.*

La nature des aliments présentés à un animal varie selon les ressources de chaque pays et le prix de chaque denrée qui pourrait servir à la nutrition, mais il faut qu'il y trouve en

(1) *De l'industrie chevaline*, p. 208.
(2) *Mémoires*, t. I, p. 398.

quantité suffisante les éléments de la reproduction de tissus (éléments azotés) et ceux de la respiration (éléments carbonés). Il faut, de plus, que le volume de la nourriture soit tel que l'animal ait le temps de consommer sa ration, et, pour le cheval en particulier, ce temps est limité par la durée des repos entre les reprises du travail. C'est ce qui fait que dans les travaux pressés, où les intervalles du repos sont moins longs, on substitue l'avoine ou l'orge à une partie de la ration de foin, parce que ces graines contiennent une plus grande proportion de substances nutritives sous le même volume.

Nous avons vu plus haut que la ration d'entretien des animaux, telle qu'elle a été définie, pouvait être fixée à un soixantième de leur poids en bon foin ou son équivalent [1]. Il nous reste à trouver la ration qui représente le travail.

Les données de ce problème nous paraissent être la ration des chevaux de troupe qui font peu d'exercice, et qui, même dans leurs plus longs repos, s'entretiennent sans s'engraisser. Ces chevaux, d'un poids moyen de 400 kilogr. (chevaux de cavalerie de ligne), reçoivent l'équivalent de $10^k,42$ de foin qui contient $0^k,12$ d'azote, ou pour 100 kilogr. de poids $2^k,6$ de foin et $0^k,03$ d'azote.

Les chevaux de ferme de M. Boussingault, du poids moyen de 486 kilogr., reçoivent l'équivalent de 15 kilogr. de foin, ou $3^k,08$ de foin, et $0^k,035$ d'azote p. 100 de leur poids.

Leur ration d'entretien n'aurait été que de 6 kilogrammes. La différence de la ration d'entretien à la ration complète serait donc de 9 kilogr., représentant le travail fait par les animaux.

C'est aussi 3 kilogr. de foin que nous donnons à nos chevaux dans le midi par chaque 100 kilogr. de leur poids. Dans l'hi-

(1) Nous appelons *bon foin* celui qui contient 1,15 p. 100 d'azote. Certains foins en contiennent une plus grande quantité; on en trouve qui en contiennent 2 p 100 et plus. C'est en raison de leur richesse en azote que les rations doivent être calculées.

ver, quand ils ne travaillent pas, nos fermiers entretiennent avec 10 kilogr. de paille et 4 kilogr. de foin, ou $8^{k},31$ de foin, des animaux de 360 kilogr. pesant ; ce qui nous donne $2^{k},31$ et $0^{k},026$ d'azote pour 100 kilogrammes.

Nous avons vu que le travail mécanique de nos chevaux de ferme peut être évalué à 45^{km} par seconde ou $1,620,000^{km}$ par journée de dix heures ; mais sur 180 jours, de mars en septembre, ils n'ont travaillé que 142 jours, ce qui réduit ce travail à $1,278,000^{km}$ par jour moyen. Par conséquent 1000^{km} de travail seraient produits par

$$\frac{9^{k}}{1278} = 0^{k},00704 \text{ de foin.}$$

Ainsi, un cheval de 400 kilogr. de poids faisant $1,278,000^{km}$ par jour moyen, devra recevoir l'équivalent de :

Pour 400 de poids, ration d'entretien. .	$6^{k},66$
Pour 1278 milliers de km.	9 ,00
Total.	15 ,66

Mais cette nourriture peut être composée d'équivalents différents, qui, tout en fournissant aux animaux la même quantité d'aliments de nutrition, auraient des prix fort différents aussi. Ainsi, par exemple, la ration dont il vient d'être question et qui vaudrait $1^{f},046$ pourrait être représentée par $8^{k},76$ de froment, dont le prix (22 fr. les 100 kilogr.) serait de $1^{f},93$, ce qui donnerait pour 100 kilogr. du poids de l'animal $2^{k},19$ de froment valant $0^{f},48$. Pour mieux éclairer la question, nous allons évaluer au prix du marché actuel les différentes rations expérimentées par notre savant confrère M. Boussingault, en les réduisant à 100 kilogr. du poids de l'animal.

Les prix des denrées à Paris (décembre 1844) sont les suivants :

Foin.	$0^{f}070$ le kilogr.
Paille.	0,035
Avoine.	0,148
Seigle.	0,182
Pommes de terre.	0,0267

Ration ordinaire pour 100 kilogr. du poids de l'animal :

			Pour un cheval du poids de 500 kil.
Foin.	2k038	0f144	
Paille.	0,514	0,028	
Avoine.	0,678	0,100	
		0,272	1f360
1re EXPÉRIENCE.			
Foin	1k000	0f070	
Paille.	0,500	0,027	
Avoine	0,651	0,096	
Pommes de terre.	2,772	0,074	
		0f267	1f335
2e EXPÉRIENCE.			
Foin..	2k274	0f159	
Pommes de terre.	2,745	0,073	
		0f232	1f160
3e EXPÉRIENCE[1].			
Foin	0k984	0f069	
Paille.	0,984	0,054	
Avoine.	1,071	0,158	
		0f281	1f405
4e EXPÉRIENCE.			
Foin	0k984	0f069	
Paille.	0,492	0,027	
Avoine.	0,649	0,096	
Pommes de terre.	2,959	0,079	
		0f271	1f355

Ces résultats suffisent pour montrer les limites dans lesquelles peut varier le prix de la nourriture, en substituant les uns aux autres les équivalents présentant les mêmes éléments de nutrition, selon la hausse ou la baisse de la valeur de ces équivalents. M. Dailly, maître de poste à Paris, avait trouvé, pendant un temps, de l'avantage à nourrir ses chevaux avec du pain de seigle, parce que le prix relatif de ce grain était tombé au-

(1) La 2e expérience a été faite avec des topinambours dont on ne peut assigner la valeur ; elle consisterait à substituer en quantité égale le topinambour à la pomme de terre.

dessous du prix du foin et de l'avoine. On voit que cette nourriture, dans les circonstances où nous nous trouvons au moment où ceci est écrit, serait, si elle était convertie en froment, de $0^f,448$ pour chaque quintal du poids de l'animal, et que pour la pomme de terre, plus elle entre pour une forte part dans la ration et plus elle diminue sa valeur, au point de s'abaisser à 0,232. On peut donc, en suivant ces variations, obtenir des économies considérables; mais en considérant le prix relatif habituel des denrées en France, nous voyons que l'on peut regarder la ration ordinaire des chevaux de ferme de 400^k comme ayant la même valeur que $5^k,10$ de froment, au prix moyen du foin et du blé dans le nord, et celle de $3^k,9$ dans le midi; ou par quintal du poids de l'animal $1^k,275$ dans le nord et $0^k,975$ dans le midi. Nous prétendons qu'il soit possible de substituer ces quantités de froment à toute autre nourriture. Le blé ne possède pas des propriétés nutritives aussi différentes d'un pays à l'autre; notre but est seulement ici d'arriver à une unité commune pour pouvoir comparer le prix des différentes forces.

Le loyer des écuries les mieux construites ne peut pas s'évaluer à plus de 557^k de froment par cheval; les frais de garde et de pansage se confondent avec les frais de culture, mais ne prennent pas une heure par jour; c'est la onzième heure des valets de ferme qui ont travaillé dix heures dans les champs. Chaque homme pouvant soigner quatre chevaux, c'est $\frac{0^k,71}{4}$ de froment qui représente cette partie de son travail, et pour les 365 jours de l'année 64 kilogr. de froment. Les frais de vétérinaire et de ferrure se portent en moyenne à $54^k,6$ de froment.

L'usure et le renouvellement des harnais, voitures, outils, etc., varient beaucoup selon le plus ou moins de luxe que l'on y met et selon les soins que l'on y apporte. Dans la plupart des fermes on ne peut pas l'estimer à moins de 78^k de froment par cheval.

SECTION VII. — *Prix du travail du cheval.*

Le prix du travail du cheval se compose de termes constants et de termes variables, selon la taille, la race et la destination. Les termes constants sont le logement, les soins, la ferrure, l'usure des harnais ; les termes variables sont le prix d'achat, le renouvellement du capital et la nourriture. Le cheval donne, en échange, son travail et l'engrais qui résulte de la digestion de ses aliments. Pour nous faire une juste idée du prix de ce travail, examinons ce qui se passerait dans trois degrés de l'échelle sur des chevaux de la taille de $1^m,620$, $1^m,500$ et $1^m,230$.

CHEVAL DE $1^m,620$ DE TAILLE.

ÉLÉMENTS DE CALCUL.	
Poids du cheval, ...	500 k.
Vitesse au pas par seconde.. .	1m,620
Trav. méc. par seconde. . .	95km,9
Trav. méc. par jour	2762 tm [1].
Trav. méc. pour 262 jours de travail.	723644 tm.

Il est rare dans les fermes que le travail conserve cette intensité pendant toute l'année; ce chiffre est donc un maximum qui ne serait atteint qu'avec un ordre parfait dans la distribution des travaux.

	En blé.	En argent.
Prix d'achat du cheval.	4535 kil.	1200 fr.
Nourriture pour 500 kil. de poids.		
La ration d'entretien 1/60 du poids	8k33 de foin	
P. 2277 tm. à 0k,0037 de foin.	14,62	
Par 100 tm	22k,95 de foin,	

qui, au prix relatif du foin et du blé, en supposant les 100 kil. de blé à 28 fr. (22 fr. l'hectolitre) et les 100 kil. de foin à 6 fr., nous donneront pour équivalent de valeur (et non d'effet nutritif) 4k,92 de froment; pour 365 jours c'est 18370k. de foin valant 1796 kil. de blé.

Cette quantité de nourriture donnée en foin serait excessive ; aussi pour les chevaux de grande taille la plus grande partie est donnée en grains; nous avons observé que ceux qui étaient soumis à un travail aussi fort et aussi constant étaient rationnés de 13 kil. de foin et de 8 kil. d'avoine, ce qui revient bien à la ration indiquée ci-dessus. Cette observation faite une fois pour toutes, nous ne la reproduirons pas dans les autres comptes.

Quant aux engrais, nous évaluerons la quantité d'azote produit par la digestion du fourrage consommé. Cette quantité,

(1) Nous exprimerons le millier de kilogrammètres par ce signe : TM, tonneaumètre.

selon M. Boussingault[1], est pour le cheval les 0,83 de celui contenu dans le fourrage. Nous en établissons la valeur sur celle qui ressort du prix des engrais, en supposant que les 100k de fumier des auberges du midi se vendent 1f,30 et les 100k du fumier de ferme 0f,65; le prix de l'azote est alors de 1f,60 le kilogr. Voici maintenant le compte du cheval de 1m,620 de taille.

DOIT.

	Blé. kil.	Argent. fr.	
Intérêt à 5 p. 100 de son prix d'achat. .	216,65	60,00	640,64
Renouv. à 8,33 p. 100.	360,93	99,96	
Nourriture.	1796,00	184,92	
Ecurie de 557 kil. de blé à 8 p. 100. . . .	44,00	12,32	67,52
Soins	64,00	17,92	
Ferrure et vétérin. .	54,60	15,28	
Harnais et instrum. .	78,00	22,00	
	2614,18	712,40	

AVOIR.

	Blé. kil.	Argent. fr.
79,94 d'azote.	473,72	127,90
723644 tm. de travail. .	2140,46	584,50
	2614,12	712,40

	kil.	fr.
Les tonneaumètres coûtent.	0,000,29	de blé ou 0,00078
La journée moyenne (365 jours par an) coûte. . .	5,87	de blé ou 1,58
La journée de travail (262 jours par an) coûte. .	8,16	de blé ou 2,20

CHEVAL DE LA TAILLE DE 1m,500.

ÉLÉMENTS DU CALCUL.

Poids du cheval.	416 kil.
Vitesse par seconde au pas..	1m,249
Trav. méc. par seconde. . .	61k,6
Trav. méc. par jour.	1774 tm.
Trav. méc. par an (262 j.). .	464809 tm.

Prix d'achat du cheval. . . 568 fr.
Nourr. pour 416 k. de poids 6k93 de foin.
Pour 1273 tm. 9k,10
15,03

Et pour 365 jours 5486 kil. de foin rapportés au prix relatif du blé par 1175 k. de blé.

DOIT.

	Blé. kil.	Argent. fr.	
Intérêt à 5 p. 100 du prix d'achat. . . .	100,40	28,40	417,41
Renouv. à 8,33 p. 100.	167,26	47,31	
Nourriture	1175,00	317,25	
Logement.	44,00	12,32	67,60
Soins	64,00	17,92	
Ferrure et vétérin. .	54,60	15,28	
Harnais et instrum. .	78,00	22,00	
	1682,60	460,48	

AVOIR.

	Blé. kil.	Argent fr.
47,8 d'azote contenus dans la digestion produite par la nourrit.	283,00	76,48
Solde, pour 473463 tm. de travail	1399,60	384,00
	1682,60	460,48

	kil.	fr.
Les tonneaumètres coûtent.	0,0029	de blé ou 0,00078
La journée moyenne (365 jours par an) coûte. . .	2,83	de blé ou 1,03
La journée de travail (262 jours par an) coûte. .	3,93	de blé ou 1,44

(1) *Economie rurale*, t. II, p. 355

CHEVAL CORSE DE LA TAILLE DE $1^{m},230$.

ÉLÉMENTS DU CALCUL.

Poids du cheval.		279 kil.
Vitesse du cheval au pas. . .		1m.025
Trav. méc.	par seconde. . .	80k,45
	par jour.	877 tm.
	pour 262 jours.	225047 tm.

Prix d'achat. . . . 149 fr.
Nourrit de 279 k. de poids. 4k65 de foin.
Pour 616 tm.. 4,44

9,09

Et pour 365 jours 2418 kil. de foin représentant, au prix relatif du blé, 5171 kil. de blé.

DOIT.

	Blé. kil.	Argent. fr.	
Prix d'achat, intérêt à 5 p. 100.	26,60	7,45	264,08
Renouv. à 8,33 p. 100.	44,40	12,43	
Nourriture.	517,00	139,50	
Ecurie.	44,00	12,32	67,60
Soins.	64,00	17,92	
Ferrure et vétérinaire	54,60	15,28	
Harnais et voitures. .	78,00	22,00	
	828,60	206,99	

AVOIR.

	Blé. kil.	Argent. fr.
Fumier pour 25k,4 d'azote contenus dans les digestions produites par 2418 kil. de foin.. . . .	150,40	40,60
Solde pour 225047 tm. de travail.	668,20	186,35
	818,60	226,99

	kil.	fr.
Les tonneaumètres coûtent.	0,0030 de blé	ou 0,0008
La journée moyenne (365 jours par an) coûte. . .	1,83 de blé	ou 0,49
La journée de travail (262 jours par an) coûte.. .	2,55 de blé	ou 0,69

Dans les grandes tailles, les éléments constants du calcul affectent peu le résultat, mais ils en forment une partie de plus en plus considérable à mesure que la taille s'abaisse et renchérissent le travail.

Nous venons de voir que les chevaux produisent les 1,000 kilogrammètres par environ $0^{f},0008$. Le travail d'un ouvrier qui fait $7^{km},5$ par seconde et $216,000^{km}$ par jour au prix moyen de 1 fr. 61 c. ou de $0^{f},0074$ par TM^{m}, ce travail est donc 10 fois plus coûteux que celui du cheval. C'est que l'homme n'est pas fait pour produire de la force; c'est de l'adresse et de l'intelligence qu'il faut lui demander.

Il y a des pays où la nourriture de l'animal est gratuite, comme dans les steppes; mais il met tant de temps à se la procurer qu'il est rarement disponible et qu'il a ordinairement peu de forces. D'autres fois, la nourriture est abondante dans de riches pâturages qui sont aussi gratuits; mais c'est dans des

pays peu peuplés, éloignés des communications et où les prix de transport grèvent les produits, quelquefois autant que le ferait une nourriture payée. Dans ces pays d'ailleurs on s'occupe plus à produire de la chair, de la laine et des peaux que du travail agricole.

CHAPITRE VII.

Du mulet et de l'âne.

Nous avons souvent comparé la force du mulet à celle des chevaux de même taille. Elle est beaucoup plus grande que celle du cheval quand il s'agit de porter des fardeaux. Le cheval transporte dans la journée le tiers de son poids environ à 46 kilom. de distance, et la moitié à ladistance de 28 kilom.; le mulet et l'âne bien entretenus portent un quart en sus de cette quantité, ou 0,64 de leur poids. La conformation convexe de leur épine dorsale permet à ces animaux de supporter de grands fardeaux comme sur une espèce de voûte, tandis que le dos concave du cheval fléchirait sous la même charge.

Quant au tirage, le mulet n'est pas susceptible de ces vigoureux efforts du cheval, de ces efforts qui surmontent un obstacle, retirent une voiture d'un mauvais pas, rompent une racine qui se met en travers d'une charrue, de ces efforts qui ne durent qu'un moment, mais qui demandent une grande énergie. L'allure du mulet est plus égale, plus constante, et si elle est moins vive que celle du cheval, elle peut se prolonger plus longtemps. La force moyenne de tirage est la même proportionnellement à la masse, mais on remarque dans les essais dynamométriques que les extrêmes sont moins éloignés de la moyenne. Le mulet n'exige pas une nourriture aussi choisie que le cheval. Il semble que ses organes digestifs, comme ceux de l'âne, soient plus puissants et plus propres à dis-

soudre et à digérer les substances dont ils se nourrissent. Cette propriété se manifeste de deux manières. 1° Les convois des mulets de bât ont ordinairement à leur tête un cheval qui sert de conducteur, parce que, moins capricieux et plus hardi qu'eux, il passe les obstacles sans hésiter. Ce cheval, quoique mieux pansé, mieux nourri, recevant de l'avoine, dont les mulets goûtent rarement, ne tient pas à la fatigue, et on est obligé de le renouveler souvent pendant la durée d'un mulet. 2° Le fumier des mulets et des ânes est inférieur à celui des chevaux, même quand ils reçoivent la même nourriture; il contient une moins grande proportion d'azote.

Ils sont moins sujets aux maladies que les chevaux; leur durée, dans le travail des fermes, est plus longue; ainsi, au lieu de douze ans de durée moyenne des chevaux, on peut porter à quinze celle des mulets et des ânes. Nous en connaissons qui sont depuis vingt ans dans la même ferme et qui font encore bien leur ouvrage.

Enfin ils supportent mieux la chaleur que le cheval, et sont par conséquent plus aptes au travail dans les pays chauds. On sait que l'Espagne, les colonies du tropique et la France méridionale ont adopté presque exclusivement l'usage du mulet pour leurs travaux rustiques, et que les petits propriétaires, trop pauvres pour atteindre au prix du mulet, ont tous au moins un âne.

On ne se fait pas une idée de la sobriété à laquelle le mulet peut atteindre sans dépérir quand il ne travaille pas. Dans nombre de fermes on ne lui donne que de la paille pendant toute la morte saison. Aussi peut-on, sans exagération, porter à un tiers l'économie que procure le mulet sur sa nourriture, comparativement au cheval, soit relativement à sa quantité ou à sa qualité. Quant à l'âne, les chardons, les mauvaises herbes et un peu de paille, telle est la nourriture qu'on lui réserve. Nos paysans sarclent leurs cultures pour nourrir leur

âne, et c'est encore un avantage que procure cet animal.

Le sabot du mulet ayant moins de surface que celui du cheval pèse davantage sur chaque pas, tasse davantage la terre, s'enfonce davantage dans celle qui est molle et fangeuse. Ce sont des défauts qui le font écarter des pays naturellement humides, mais qui ne sont d'aucune considération dans les pays secs. La santé du mulet paraît souffrir aussi de ces climats humides, ce qui fixe les limites de son emploi à celles de la région du maïs. Il ne paraît déjà plus dans la région qui s'étend au delà de la ligne nord du maïs. Son usage, comme animal de bât, décroît chaque jour en France avec l'ouverture et le perfectionnement des voies de communication.

Le prix d'achat des mulets, et surtout des mules que l'on préfère parce qu'elles sont moins capricieuses et que, n'ayant pas subi l'opération de la castration, elles conservent mieux leur vigueur naturelle, est plus élevé que celui des chevaux rustiques de même taille d'un tiers en sus, et quelquefois davantage quand la taille s'élève. D'après ces données, nous pouvons comparer le prix de revient du travail du mulet à celui du cheval, en prenant pour type la taille de $1^{m},500$ qui est la plus commune pour les mulets des fermes du midi. Nous aurons donc, les termes constants restant les mêmes :

Prix d'achat, 757 fr.; nourriture, 10^{k} foin, représenté par $2^{k},14$ blé, ou, pour 365 jours, $3^{k}650$ foin et $781^{k},4$ froment.

DOIT.

	Blé.	Argent.
	kil.	fr.
Intérêt à 5 p. 100 du prix d'achat	135,00	37,85
Renouvellem. 6,6 p. 100.	178,40	49,96
Nourriture.	781,00	210,87
Termes constants.	244,60	67,60
	1539,00	366,28

AVOIR.

	Blé.	Argent.
	kil.	fr.
31,80 d'azote contenant le résidu de 4705 k. de foin à 0k,70 de l'azote du fourrage.	188,50	50,88
Solde pour 473463 tm. de travail.	1150,30	315,40
	1539,00	366,28

	kil.	
Les tonneaumètres coûtent	0,00245	en blé ou 0,00065
La journée moyenne (365 jours par an) coûte.	3,15	en blé ou 0,85
La journée de travail (262 jours par an) coûte.	4,39	en blé ou 1,18

On comprend maintenant que ce n'est pas seulement par caprice que les peuples du midi, surtout dans les lieux où manque l'irrigation et la fraîcheur des terres, ont adopté le mulet de préférence aux autres animaux pour la culture. Sa sobriété, sa santé, son insensibilité aux grandes chaleurs en font pour eux un besoin; la raison d'économie vient encore s'y joindre. Loin de chercher à contrarier cette tendance, le gouvernement doit la favoriser comme toutes les habitudes qui tiendront au bien-être des populations.

CHAPITRE IX.

Les bœufs.

La force musculaire et statique des quadrupèdes n'est supposée être égale qu'à leur poids; cela ne serait vrai que sur un terrain parfaitement dur, mais dès que par un puissant effort sur le terrain par la pointe de leurs pinces ils parviennent à s'y fixer, il faut ajouter à leur poids la résistance qu'offre le sol labouré par leurs pinces pour parvenir à les tirer en arrière, en supposant que l'animal tendrait ses muscles avec assez de force et de constance pour que l'effort continuât autant que l'effort en sens contraire de la résistance qu'il opposerait. Un animal mou ou impatient ne tarde pas à relâcher ses muscles, et il n'agit plus alors que par son poids; un animal courageux tend de plus en plus les ressorts de ses extrémités, prend de nouveaux points d'appui, rend sa pression de plus en plus oblique pour qu'elle pénètre davantage en terre, et c'est ainsi que, soit pour résister à un effort qui l'entraîne, soit pour vaincre une résistance qui lui est opposée, le caractère individuel de l'animal et celui de sa race et de son espèce doivent être pris en considération.

Le bœuf a de très grandes qualités comme animal de trait; d'abord il travaille d'une manière égale, continue, et est susceptible de prolonger ses efforts autant que dure la résistance; mais arrivé à ce maximum, on n'en obtiendrait pas cet effort suprême provenant d'un déploiement instantané et rapide de la force musculaire qui, imprimant une grande vitesse à la masse, produit une force vive qui surmonte l'obstacle et que l'on obtient du cheval; mais aussi, après ces déploiements excessifs d'énergie, le cheval s'arrête, se rebute, refuse de les renouveler, s'il n'a pas obtenu la victoire du premier coup ou s'il faut les répéter trop souvent. Le bœuf peut continuer longtemps les labeurs les plus fatigants, et retenir dans leur chute les corps auxquels il était attelé pendant un temps presque indéfini.

On trouve en différents pays des races de bêtes à cornes qui diffèrent beaucoup entre elles par la masse, la forme, l'activité et la démarche. Celle qui est la plus commune en France avance, sans être chargée, au petit pas par seconde, de $0^m,56$ de la taille du bœuf prise au garrot ou $0^m,84$ pour un bœuf de $1^m,5$, au pas allongé de 0,66 de la taille ou de 1 mètre.

On ne songe pas à obtenir de ces animaux des allures plus pressées.

Cette vitesse est environ les deux tiers de celle des chevaux. Le travail mécanique effectué est autre chose que cette vitesse, puisqu'il résulte de sa combinaison avec la force déployée. Sir John Sinclair prétend qu'en Angleterre les bœufs font les trois quarts du travail des chevaux. Mathieu de Dombasle dit que cette proportion est des quatre cinquièmes en Lorraine[1]; plus tard, ayant acquis plus d'expérience, il disait qu'il était essentiel de leur faire faire neuf heures de travail en deux attelées, de manière à obtenir d'eux les quatre cinquièmes du travail que peuvent exécuter des chevaux de taille analogue[2]. Il n'était

(1) *Annales de Roville*, t. I, p. 162.
(2) *Ibid.*, t. VII, p. 82.

plus question d'obtenir le même travail dans le même temps.

En comparant directement le travail obtenu des bœufs et des chevaux au mois de novembre, nous avons trouvé que ces derniers labouraient 33 ares de terrain tandis que les premiers n'en labouraient que 25, c'est-à-dire les trois quarts au lieu des quatre cinquièmes.

Quoique le bœuf emploie un temps assez long à ruminer, il peut travailler en un jour plus longtemps que le cheval : neuf à dix heures lors des travaux de défoncement, et dix à douze en automne, lors des travaux plus légers de semailles.

La lenteur même du bœuf, combinée avec sa force, le rend éminemment propre aux travaux durs et pénibles qui exigent une résistance constante et uniforme. Tels sont les labourages dans des terrains durcis ou les labours profonds, les charrois sur des pentes escarpées. Le cheval impatient s'y épuiserait en efforts pour surmonter un obstacle qui renaîtrait sans cesse ; les bœufs y emploient une force constante qui surmonte peu à peu les difficultés. En général, les bœufs réussissent dans les travaux très lents où il faut développer une grande force. Quand on a beaucoup de ces travaux à exécuter, on peut obtenir du bœuf une somme de travail mécanique égale à celle du cheval de même taille. Il labourera une surface beaucoup moindre, mais il soulèvera un cube de terre aussi grand. Il ne faut pas les employer habituellement dans des terrains fangeux où la lenteur augmente encore par la difficulté de retirer leurs jambes de la boue, ni dans les terrains pierreux où leurs ongles ne résistent pas aux fractures et où il devient nécessaire de les ferrer. Par la même raison, le bœuf reste sans usage sur les terrains gelés, d'autant plus que la petitesse des fers ne permet pas de leur attacher des crampons.

Ainsi les terrains argileux et glaiseux dans les temps de sécheresse, les terrains sablonneux et les limons dans tous les temps, les terrains pierreux et caillouteux presque jamais,

telles sont les indications des cas où les bœufs peuvent être judicieusement appliqués relativement à la qualité du sol. Dans les terrains argileux et glaiseux, les bœufs ont donc un plus grand nombre de jours de repos que n'auraient les chevaux et les mulets qui, quand la terre est trop humide pour les labours, peuvent au moins être employés au charroi. L'hiver les retient aussi souvent à l'étable pendant la gelée; c'est donc dans les terrains de sable, dans les pays granitiques ou secs, dans ceux qui sont montagneux, où l'eau s'écoule facilement, où les chemins, s'ils présentent des bourbiers, ne sont pas uniformément fangeux, où les grandes pentes nécessitent des charrois pour lesquels la rapidité est bien moins utile que la ténacité du tirage, que l'on se sert principalement de ces animaux pour la culture et pour les transports. Ailleurs on les associe aux chevaux, et ceux-ci sont chargés de presque tous les charrois. Thaër pense qu'il faut, dans le climat de l'Allemagne, faire la déduction d'un sixième des journées de chevaux pour avoir le nombre de celles des bœufs; ainsi le cheval y faisant 300 journées, le bœuf n'en fait que 250 [1]; M. Crud compte, en Suisse, 260 journées pour le cheval et 220 pour le bœuf. Il y a des pays au contraire où le nombre des journées possibles pour les bœufs est le même que pour les chevaux.

Le bœuf paraît souffrir beaucoup de la chaleur; s'il travaille sous l'atteinte d'un soleil brûlant, sa respiration devient pressée, sa bouche se remplit d'écume, et il tire la langue comme pour faciliter l'entrée de l'air dans ses poumons; et cependant c'est l'animal de trait des Arabes et des Indiens, qui croiraient déshonorer leurs chevaux en les attelant à la charrue. L'Italie entière est labourée par des bœufs, et nous avons vu dans notre midi, quand les attelages de mules, rentrant du travail par un soleil ardent, refusaient de manger pendant quelque temps et jusqu'à ce qu'elles fussent rafraîchies, les bœufs commencer

(1) *Principes d'agriculture*, § 166.

immédiatement leur repas et se maintenir en bon état malgré la fatigue ; à plus forte raison si l'on a soin de leur assurer du repos pendant les heures les plus chaudes de la journée et de leur donner des boissons abondantes qui préviennent le dessèchement des aliments dans le feuillet, source principale des attaques d'apoplexie dont ces animaux sont frappés dans cette saison. Nous ne pensons donc pas que le climat soit un obstacle à leur emploi ; nous croyons même que celui du nord les repousserait bien plus encore que celui du midi ; et, dans le fait, on voit disparaître le bœuf de travail à la limite de la région des vignes au nord, et on le trouve encore sous l'équateur en allant vers le midi.

La nature des fourrages a aussi une grande influence sur la préférence que l'on peut donner au bœuf comme animal de trait. Si l'on a des pâtures vertes, le parcours des bœufs les bonifie, tandis qu'elles dépérissent pâturées par le cheval. Le bœuf maintient ses forces avec la nourriture en vert ; le cheval qui travaille les perd, à moins que le pâturage ne soit très riche ; il faut à ce dernier du bon foin et de l'avoine pour supporter un travail fatiguant. Dans le temps des plus grands travaux, le bœuf passera la nuit sur des pâtures peu susceptibles d'être fauchées et reprendra sa tâche le lendemain ; le cheval ne saurait y trouver une subsistance suffisante à compenser la force dépensée dans le travail. Il y a donc une véritable économie dans la nourriture du bœuf quand on possède de semblables parcours. Si l'on est obligé de nourrir le bœuf des mêmes aliments que le cheval, il en consommera une quantité égale proportionnellement à sa force, et sa nourriture coûtera autant que la sienne.

Cet animal est aussi moins délicat que les autres sur la nature des fourrages. Sa force digestive lui permet d'assimiler les substances nutritives cachées dans les replis des tissus les plus durs : les roseaux, la paille, le foin le plus grossier peu-

vent entrer dans son régime, pourvu qu'il en ait à suffisance. Il ne choisit pas les parties de fourrage qui lui conviennent pour rebuter les autres, comme le cheval, qui fait toujours beaucoup de déchet.

Il ne suffit pas de la simple volonté d'un chef de culture pour substituer les bœufs aux chevaux dans son exploitation. La conduite de ces animaux exige une habitude qui ne s'acquiert pas sans apprentissage, et l'on a remarqué qu'un bouvier était bien plus tôt au fait de la conduite des chevaux qu'un charretier de celle des bœufs.

Le bœuf finit par communiquer à ses conducteurs quelque chose de son calme, de sa lenteur, de sa patience. Il faut aussi se garder de commencer par employer ces animaux aux charrois; au labourage leur allure se rapproche davantage de celle des autres bêtes de trait.

L'allure plus vive des chevaux, leurs élans, leurs inégalités finissent par influer sur le caractère de leurs conducteurs, et si on leur donne des bœufs à diriger, ils s'impatientent de leur lenteur, les maltraitent pour obtenir des efforts, les surmènent, les épuisent, s'en dégoûtent, et cherchent à les faire proscrire. Quand on veut importer les bœufs dans un pays où l'on travaille avec des chevaux et des mulets, il faut importer aussi le bouvier, ou au moins ne confier ces nouveaux attelages qu'à des hommes intelligents et intéressés à les faire réussir. Ceux-ci auront à changer entièrement de méthode avec des animaux qui n'obéissent qu'à la voix, à une espèce de langage convenu, que l'on n'entretient au travail que par le chant, et avec lesquels il faut éviter toutes ces excitations de coups de fouet, de rênes, qui font du travail des chevaux une espèce de lutte, tandis que la direction des bœufs consiste plutôt dans la récitation d'un monologue; heureux quand à ces difficultés matérielles ne se joint pas la répugnance morale, et si celui que l'on attache à leur service

ne se croit pas dégradé en dirigeant des animaux qu'il considère comme d'une nature moins noble!

Attelé à une voiture, le bœuf fait dans sa journée de huit heures 24 kilomètres; les irrégularités de la route ne ralentissent pas sensiblement sa marche; voilà ce qui fait son grand avantage dans les pays de montagnes. Sur la route la plus égale et la plus parfaite, on ne parvient guère à accélérer son allure.

Si nous cherchons maintenant le prix de revient du travail du bœuf, nous trouvons d'abord que dans un grand nombre de pays la valeur du kilogramme du poids d'un bœuf maigre est celle de 10 kilogr. de foin. L'augmentation de poids de 1 kilogr. pour l'animal à l'engrais paraît provenir de 10 kilogr. de foin. On se fait des idées fort exagérées de la valeur du fumier des bœufs en le jugeant d'après son volume. Les bœufs boivent beaucoup, consomment beaucoup de nourriture fraîche; leurs excréments contiennent beaucoup d'eau, mais ne retiennent cependant qu'une partie de l'azote contenu dans les aliments. D'après les expériences de M. Boussingault, cette partie, un peu plus considérable que celle que retiennent les excréments des chevaux, est de 0,86 de l'azote des aliments. Si on leur donne plus de litière, on a plus de paille dans le fumier, mais elle n'y entre que pour sa dose propre d'azote.

Le bœuf gagne de valeur s'il est bien entretenu jusqu'à l'âge où il est vendu pour l'engrais. Sa revente au moment où cette valeur est la plus considérable ne permet pas de lui attribuer des frais de renouvellement autres que ceux qui résultent des probabilités de mortalité dans une période de la vie où elles sont le plus favorables, et qu'on peut établir à environ 4 p. 100.

Ces observations préliminaires faites, voici le compte de revient du travail du bœuf; nous en avons contrôlé les détails avec le plus grand soin par les résultats obtenus par

MM. Crud, Thaër (§ 166, *note*), et ceux de M. Félix Villeroy[1] :

ÉLÉMENTS DU CALCUL.

Poids du bœuf.	416 kil.	Prix d'achat, le foin étant à 6 fr.	250 fr.
Vitesse par seconde au pas. .	0m,84	Nourr. rat. d'ent. p. 320 k.	6k93 de foin.
Trav. méc. par seconde. . .	41k,44	Pour trav. méc. de 891 tm.	6k,56
Trav. méc. par jour de 10 h.	1492 tm.		
Trav. méc. par an de 218 j.	325256 tm.		

Par jour . . .	13,49
Par an	49,24

Représ. au prix relatif du foin et du blé.
Par jour, par.. . . 5k,68 de from.
Et par an, par.. . 1345k

DOIT.

	Blé. kil.	Argent. fr.
Intérêt de la vente à 5 p. 100..	44,64	12,50
Renouvellem. à 4 p. 100.	35,72	10,00
Nourriture.	1343,00	362,61
Ecurie.	44,00	12,00
Harnais	39,00	11,00
Soins et vétérinaire. . . .	32,00	8,91
	1538,36	417,02

AVOIR.

	Blé. kil.	Argent. fr.
Azote de 4924 k. de foin; les $\frac{6}{100}$ de 51k. . . . . à 1 f. 66..	323,60	71,20
Solde pour 325256 tm. de travail.	1214,76	343,82
	1538.36	417,02

	kil.	fr.	
Les tonneaumètres de travail coûtent	0,0037	en blé ou	0,0010
dans le pays où le bœuf ne fait que 218 journées.			
La journée moyenne (365 jours par an) coûte . . .	5,53	en blé ou	0,89
La journée de travail (218 jours par an) coûte . .	6,56	en blé ou	1,50

La comparaison des comptes ci-dessus met hors de doute que si l'on n'attribue pas au bœuf, pendant une partie de l'année, une nourriture moins coûteuse que celle du cheval et du mulet, son travail sera plus cher, en supposant cependant qu'on ne puisse l'occuper que les cinq sixièmes des jours de travail des autres animaux. Il en est autrement quand on a à utiliser des pâtures, des foins grossiers, des pailles et des débris de végétaux ; alors le prix de la nourriture s'abaisse, et le travail revient à un prix inférieur à celui du cheval et du mulet. Aussi est-ce principalement dans les pays de montagnes où la nature de son tirage et sa lenteur elle-même sont des qualités, et où l'on trouve des côtes herbeuses et non susceptibles d'être fauchées ; dans ceux où l'orge et l'avoine ne peuvent être cultivées avantageusement et en grand ; où l'on compte, pour nourrir les

(1) *Manuel de l'éleveur de bêtes à cornes.*

animaux, sur les feuilles et les racines des arbres et sur une foule de menus débris peu appréciés par les chevaux ; dans ceux où l'élève des bêtes bovines met en circulation un nombre considérable de jeunes bœufs que l'on dresse au joug avant de les vendre ; dans ceux où la pauvreté des colons ne leur permet pas de consacrer un capital considérable au cheptel de leur exploitation ; dans ceux enfin où la douceur des hivers et la sécheresse du climat ne mettent aucune différence entre le nombre de leurs jours de travail et celui des autres animaux, que les bœufs peuvent s'établir en concurrence des mulets et des chevaux.

Ajoutons enfin que, quand les autres circonstances ne viennent pas décider cette préférence, la diminution d'un sixième dans le nombre des jours de travail suffit pour faire prononcer leur exclusion, d'autant plus que dans ces jours de loisir on n'obtiendrait pas un grand travail des bouviers eux-mêmes, et qu'ainsi il faudrait mettre au compte des bœufs au moins la moitié de la valeur de la journée de ces ouvriers. Le déploiement d'activité que les progrès de la civilisation étendent sans cesse en faisant rechercher par les fermiers l'occasion d'utiliser par des charrois extérieurs les journées qui ne peuvent être employées pour leurs travaux tend à resserrer de plus en plus la région où domine la culture par les bœufs. Ce mouvement, secondé par l'introduction des races bovines qui s'engraissent très jeunes, mais ne sont pas très propres au travail, tend, selon nous, à réduire encore la race des bœufs travailleurs.

Mais dans tous les pays il est une considération qui peut porter à préférer le bœuf au cheval, nonobstant les obstacles que nous venons de signaler ; c'est le cas où le travail de la ferme consisterait principalement en un travail fort et continu, où l'on aurait une grande étendue de terres tenaces à cultiver chaque année. Le bœuf convient parfaitement à une telle œuvre ; il ne donne la même somme de travail que le cheval

dans sa journée qu'à condition que sa lenteur sera compensée par la force qu'il déploiera ; que si, au contraire, on cultive des terres légères, cette lenteur, jointe à une force médiocre de tirage, causerait évidemment de la perte si on y appliquait des bœufs.

Il y a aussi le cas où, pendant une époque seulement de l'année, on doit exécuter des travaux pénibles. Si l'on a d'ailleurs des ressources de fourrage pour faire l'engraissement des bœufs, il sera profitable de s'en procurer pour ces travaux, et de les mettre à l'engrais après les avoir terminés. Cet avantage est d'autant plus grand si ces travaux extraordinaires ont lieu en automne, parce que l'engraissement peut alors se faire pendant l'hiver, saison où il profite beaucoup mieux. C'est ainsi que nous avons vu procéder des fermiers intelligents qui avaient à faire au mois de septembre de grands arrachages de garance, qui exigent des labours très profonds dans des terres qui ne sont pas encore ramollies.

CHAPITRE IX.

Les vaches.

Le premier qui a imaginé de se servir de ses vaches pour les travaux rustiques a-t-il bien mérité de la société qui se prépare avec sa nombreuse population de petits propriétaires ? C'est une question qu'il faut résoudre. L'invention n'est pourtant pas aussi récente qu'on pourrait le croire. Olivier de Serre proclamait déjà, il y a deux cents ans, l'importance de ce résultat. « Ayant des vaches de relais comme des chevaux de poste, disait-il, le coutre ne séjournera jamais ; et les maniant par tel ordre, avec douceur, on s'en servira sans grandes tares de

leurs portées et de leur laitage[1]. » Et cependant nous voyons encore de pauvres gens, possédant une ou plusieurs vaches, ne savoir pas user d'une force qui est mise presque gratuitement à leur disposition, et se croire obligés de tenir des animaux de trait qui leur coûtent cher en nourriture et en entretien, ou se condamner à faire avec leurs propres bras un travail qu'ils pourraient obtenir de leurs animaux de rente.

L'expérience a prononcé depuis longtemps. Quand on fait travailler une vache quatre à cinq heures par jour, la perte sur la quantité de lait n'est que d'un quart; un travail plus long entraîne une plus grande perte, mais quelques jours de repos rétablissent la sécrétion du lait dans son état ordinaire. Schmalz a même remarqué que quand on les nourrit à discrétion de trèfle vert, les vaches attelées consomment une plus grande quantité de ce fourrage que celles non attelées, sans qu'il y ait alors la moindre diminution dans le lait.

Selon M. Crud[2], la force de la vache est à celle du bœuf de même race comme 2 : 3; c'est à peu près le rapport de leur poids. Ses allures sont un peu plus vives; mais, en les supposant les mêmes, nous aurions pour le travail de la vache de la race analysée plus haut :

$$\frac{1492^{tm} \times 2}{3} = 995^{tm};$$

ou, pour une demi-journée, 497^{tm}. Ce travail consomme une partie de la nourriture donnée à la vache qui, à $7^{gr},37$ par TM, nous donne $3^{k},66$ de foin, représentant $3^{lit},66$ de lait, lequel, au prix moyen de $0^{f},17$, auquel il revient en Suisse, fait $0^{f},62$. Or les 497^{tm} de travail valent, au prix qu'on les obtient des chevaux, $0^{f},40$; des mulets, $0^{f},32$; des bœufs, $0^{f},52$, c'est-à-dire une valeur moindre que celle du lait perdu par le

(1) Liv. II, chap. 2.
(2) Thaër, § 160, note du traducteur.

travail. Il est bien évident que dans le voisinage des villes, où le prix du lait est plus élevé que dans les grandes exploitations de fromageries, il ne peut être question d'employer les vaches au labour quand on peut vendre le lait $0^f,20$ et $0_f,25$ le litre; le travail serait trop chèrement payé.

Mais dans les situations où le lait n'a pour ainsi dire aucune valeur, où celui de quelques vaches servant à la nourriture de la famille est quelquefois gaspillé, l'on trouvera dans le travail des vaches le moyen de tirer un produit réel du superflu de la consommation. C'est aux petits propriétaires ainsi placés que l'on peut recommander d'y avoir recours. Il peut arriver aussi que dans les grandes fermes on ait plus d'avantage à employer pour les travaux pressés les vaches laitières aux labours et aux charrois que de louer des bêtes de trait pour s'en faire aider; un simple calcul comparatif du prix auquel on obtiendrait le travail et de celui du lait que l'on devrait perdre permettra d'apprécier cette convenance.

Mais nous ne croirons pas que l'on puisse jamais adopter le travail des vaches dans les grandes fermes à l'exclusion de celui des autres bêtes de trait, et nous sommes en cela d'accord avec M. F. Villeroy, qui est une autorité en cette matière. « Celui qui emploie dix bœufs, dit-il, devra avoir trente vaches. Si, pour fournir aux travaux extraordinaires, on veut encore en augmenter le nombre, on conçoit facilement tout l'attirail, tout l'embarras et l'augmentation de risques qu'entraîne ce bétail nombreux et indiscipliné; car il ne faut pas croire que les vaches se gouvernent comme les bœufs : vieilles, elles sont souvent trop pesantes; jeunes, elles sont presque toujours indociles. Les attelle-t-on avec des colliers, on ne peut les maîtriser; les met-on au joug, il faut que chacune conserve à droite et à gauche la place à laquelle elle est habituée, et qu'elles soient d'égale force. Aussi, quoique de notables avantages ressortent des calculs sur le papier (nous venons de faire voir que ces avan-

tages n'existent pas dans le plus grand nombre de cas), ils sont tout à fait annulés par la perte de temps, la nécessité d'un plus grand nombre d'hommes, et il reste encore à faire entrer en ligne de compte la considération importante des risques. Je parle de ceci d'après ma propre expérience. J'attelle bien encore quelquefois mes vaches, mais seulement pour conduire le fourrage vert, et encore peut-on engraisser une paire de bœufs en leur faisant faire ce léger travail [1].»

La base de tous les calculs qui ont été faits sur la substitution du travail des vaches à celui des bœufs consiste toujours dans la supposition que l'on possède une quantité de fourrage triple de celui nécessaire pour nourrir les animaux de trait, que la diminution du lait est compensée par le travail, c'est-à-dire que le lait est à bas prix en comparaison de la valeur du fourrage. D'après ce que nous avons dit plus haut, cette dernière condition ne serait remplie que si on ne pouvait pas retirer du lait un prix tel que $3^{lit}.,66$ de lait n'aient pas une valeur plus grande que le tiers de la journée du bœuf. Nous remarquerons cependant que les exploitations suisses où cette substitution a eu lieu se trouvent avoir très peu de travaux de labourage par le fait même de la grande quantité de fourrage qu'elles doivent posséder, et l'on conçoit très bien que des animaux de trait y seraient si souvent oisifs et les journées de travail seraient alors si chères, qu'il devient dans ce cas très avantageux d'y substituer les vaches laitières.

(1) *Manuel de l'éleveur de bêtes à cornes*, p. 242.

DEUXIÈME PARTIE.

LES INSTRUMENTS ET LES MACHINES

Ce n'est pas à nos lecteurs qu'il faut apprendre que les machines ne produisent pas la force, qu'elles ne font que la recevoir et la transmettre à l'outil, après en avoir détruit une partie; que c'est celle qui en détruit le moins et en transmet le plus qui doit être préférée. Ils savent bien qu'en pressant sur le bras d'un levier quatre fois plus long que l'autre bras qui porte un poids quatre fois plus grand que la force employé à le soulever, celle-ci a parcouru quatre fois le chemin que l'on fait parcourir à la résistance. Dans cette simple opération, la force n'est pas même reproduite en totalité, une partie se perd à presser le point d'appui contre la terre où, par défaut d'élasticité, il s'enfonce d'une certaine quantité; une autre partie à faire changer d'état à la terre ou au point d'appui lui-même; de plus, les fibres du levier n'étant pas parfaitement élastiques ont aussi absorbé une partie de la force employée à le plier sans qu'il ait pu reprendre ensuite sa première forme. Ces effets se reproduisent dans toutes les machines. L'effort multiplié par la vitesse nous donne la force agissante; nous avons ici à un des bouts du levier 1 d'effort $\times$ 4 de vitesse $=$ à l'autre bout 4 de force $\times$ 1 de vitesse, moins la quantité x perdue par le défaut d'élasticité de la terre, du point d'appui et du levier.

Nos lecteurs ont aussi appris, en étudiant la mécanique générale, les autres causes de perte de force dans les ma-

BIBLIOTHÈQUE PUBLIQUE MONTBÉLIARD

chines, telles que les frottements des parties qui transmettent le mouvement, les essieux, les roues dentées, etc.; les changements de direction de la force, son action oblique sur l'outil qui en annule une partie; la raideur des cordes, etc. Ces études préliminaires nous dispenseront de nous y arrêter; nous n'entrerons pas non plus dans le détail des constructions qui concernent l'artiste fabricant d'instruments bien plus que celui qui doit s'en servir; nous devons nous borner dans ce traité à donner aux agriculteurs les règles nécessaires pour discerner les instruments les plus appropriés à leurs travaux, les moyens de distinguer leurs défauts et de calculer leurs résultats. L'application de ces principes nous fera apprécier ceux qui méritent d'être adoptés, car les avantages se traduiront en chiffres; ils nous éloigneront souvent d'instruments très vantés, mais qui, en définitive, produisent un surcroît d'effets trop léger pour être mis en comparaison avec le prix élevé de leur construction compliquée et les embarras que donnent toujours les apprentissages; ils nous conduiront à préférer ceux qui, ayant une solidité proportionnée au travail qu'ils doivent exécuter, l'effectueront le plus complétement, le plus parfaitement, le plus économiquement. Pour remplir le but que nous nous proposions, il importait bien plus d'examiner à fond un instrument ou une machine de chaque espèce que de jeter un coup d'œil rapide sur un grand nombre; nous cherchons à établir des principes bien plus qu'à faire l'énumération et la critique de l'immense arsenal des inventions et des modifications de toute espèce dont l'agriculture se trouve aujourd'hui encombrée et qui, sans l'aide d'une saine doctrine, ne peut produire que le doute et l'hésitation dans l'esprit des praticiens. Nous comprenons l'utilité d'une telle revue, mais elle nous écarterait de la route que nous nous sommes tracée.

Les instruments d'agriculture peuvent se diviser en cinq

classes principales, d'après leur usages : 1° ceux qui ont pour but de modifier la ténacité de la terre en la pénétrant, la retournant, l'ameublissant, que l'on nomme *instruments de culture;* 2° ceux qui ont pour but de distribuer les semences des plantes dans le sein de la terre; ce sont les *semoirs*; 3° ceux qui complètent l'œuvre de la nature dans la production des fruits, en aidant à la séparation mécanique des parties végétales hétérogènes, comme les fléaux, les rouleaux à dépiquer, les machines à battre; ce sont les *instruments de récolte;* 4° ceux qui sont destinés à transporter sur la terre de nouveaux éléments de fertilité ou à enlever ses produits, tels que les véhicules, divers chariots, charrettes, brouettes, etc.; ce sont les *instruments de transport;* 5° enfin ceux qui élèvent l'eau au niveau du sol pour pourvoir à son irrigation; ce sont les *machines hydrauliques.*

PREMIÈRE DIVISION.

INSTRUMENTS DE CULTURE.

Le cultivateur modifie la ténacité de la terre, 1° en la perçant verticalement; 2° en la coupant verticalement; 3° en la coupant horizontalement; 4° en la retournant sur elle-même après l'avoir détachée des parties de terre environnantes; 5° en la pressant ou la percutant pour la pulvériser. Ces différentes actions sont destinées à produire : 1° ou de simples trous comme le font les plantoirs; 2° ou des bandes de terre (tranches) qui restent en place après avoir été séparées de leurs voisines par une coupe verticale; c'est l'effet produit par les *coutres;* 3° ou des couches de terre séparées des couches inférieures par une action horizontale et restant

en place après cette action; c'est ce que produisent les ratissoires et les *socs;* 4° ou des bandes de terre séparées verticalement et horizontalement et restant en place; c'est cet effet que l'on attend des charrues sous-sol ou charrues-taupes. Dans tous ces cas, la portion de terre qui a subi l'action des instruments reste à la place qu'elle occupait précédemment. Viennent maintenant les actions qui déplacent la terre. 5° La terre est écartée par une action continue, de manière à s'amonceler sur le côté et à laisser ouverte une raie; c'est ainsi qu'agissent les anciens araires et les buttoirs; 6° la terre est retournée par une action continue, celle de dessous est rapportée au dessus; c'est l'office des versoirs vrais; 7° la terre est coupée verticalement, horizontalement et retournée par une action continue qui réunit en une seule l'opération exécutée partiellement par les coutres, les socs, les versoirs (les charrues); 8° la terre est déplacée par une action discontinue en prismes détachés qui prennent le nom de mottes (bêches, pioches, etc.); 9° ces mottes, ces bandes, ces tranches sont pulvérisées par une action continue qui promène sur la surface du champ des corps pesants, tels que des cylindres; 10° elles sont pulvérisées par des chocs répétés de masses ou de maillets. Ce sont ces actions diverses et les instruments qui servent à les opérer que nous avons à examiner successivement.

CHAPITRE Ier.

Instruments perforants.

Les instruments perforants sont employés pour faire dans la terre un trou destiné généralement à recevoir les racines des plantes que l'on veut y transplanter ou les graines que l'on

veut y semer. Le plantoir (*fig.* 1) des jardiniers n'est qu'une

fig. 1.

cheville pointue, recourbée au sommet ou surmontée d'une traverse, de manière à ce que la main puisse aisément la saisir et que le poignet puisse, sans se blesser, exercer une pression. Quelquefois le plantoir a deux branches élevées (*fig.* 2) et réunies par une traverse sur laquelle on appuie le pied pour l'enfoncer. Quand on veut se servir du plantoir pour planter le blé dans la grande culture, on garnit de pointes un cadre en bois (*fig.*3,) on le pose à terre à la place où l'on veut produire les trous, on frappe avec le pied sur la partie supérieure, et on le retire ensuite au moyen de deux anses dont il est pourvu.

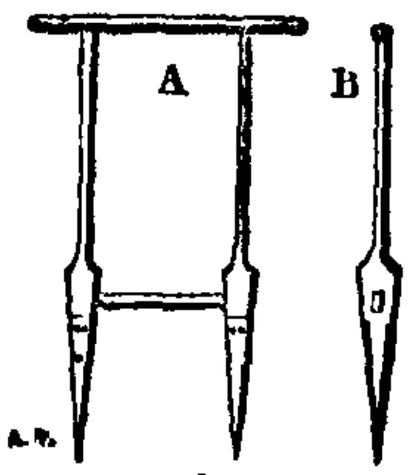


fig. 2.

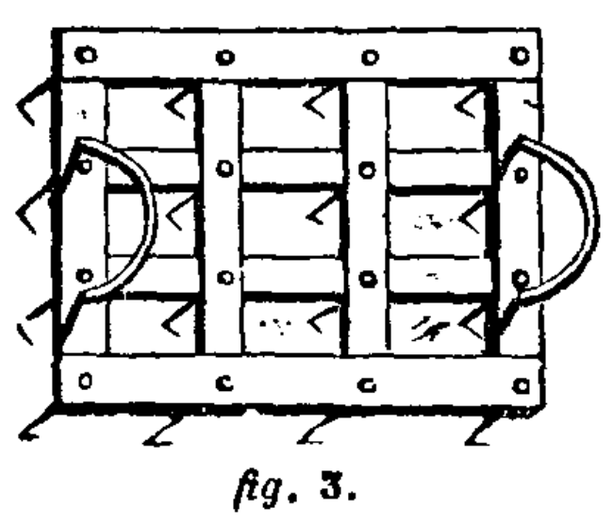


fig. 3.

On s'est servi aussi, pour obtenir cet effet, d'un rouleau garni de pointes; mais on conçoit qu'animé de deux mouvements, un mouvement circulaire et un mouvement de translation, il produit une égratignure au lieu d'une cavité nettement formée.

M. A. de Gasparin, comprenant l'utilité dont pouvait être un semblable instrument tant pour le semis que pour la transplantation, a fait construire un rouleau garni de pyramides à base rectangulaire, fixées sur le rouleau par des vis dont la tête forme le sommet des pyramides. Elles sont combinées de manière que les faces des pyramides fassent un angle de 45 degrés avec la base. Ainsi, veut-il produire des enfoncements de $0^m,11$, la base de ses pyramides a $0^m,20$ de longueur sur $0^m,12$ de largeur. Si la terre est bien préparée et que l'on fasse mouvoir lentement le rouleau, les reliefs du rouleau restent imprimés sur la terre. Les graines que l'on sème à la volée tombent alors au fond du creux et peuvent

être recouvertes par un hersage en travers. On peut aussi se servir de ces creux pour y déposer les plantes que l'on veut planter en ligne. Le rouleau est tiré au moyen d'un brancard : (*fig.* 4) pyramide séparée; (*fig.* 6) rouleau avec son brancard B.

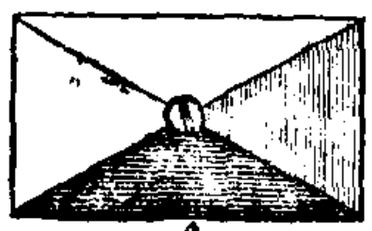


fig. 4.

La sonde (*fig.* 5) peut aussi être mise au

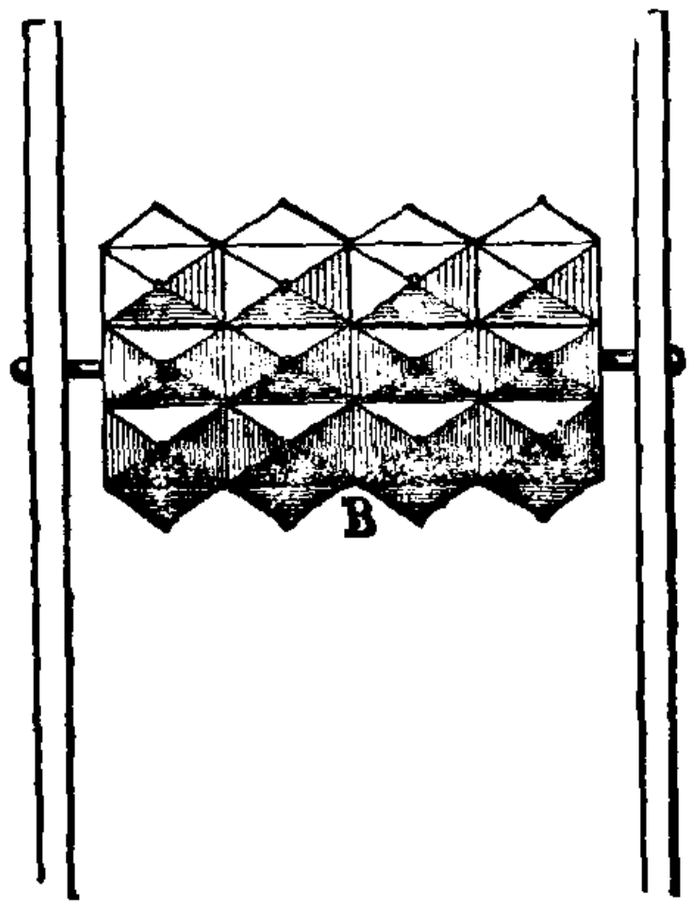


fig. 5.

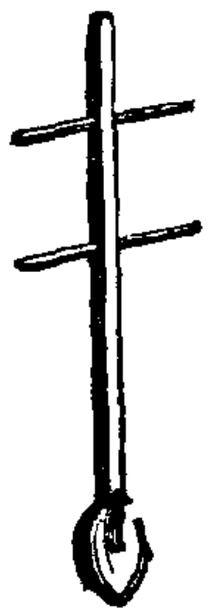


fig. 6.

nombre des instruments perforants dont on se sert en agriculture; elle est employée pour connaître la nature des couches inférieures du sol. Une tige de fer de 1 à 2 mètres de longueur, armée d'une cuiller aciérée à sa partie inférieure, percée de plusieurs ouvertures au travers desquelles on peut passer une barre de fer sur laquelle on agit en tournant, suffit pour l'examen agricole des couches inférieures du terrain. Mais s'il est question de chercher des sources profondes, il faut employer les instruments de sondage qui ont été fort perfectionnés de nos jours; nous sortirions de notre sujet en les décrivant.

L'aiguille ou fleuret de mineur est un cylindre allongé de fer aciéré par le bout, terminé en forme de ciseau à taillant très émoussé, et qui sert à pratiquer dans les roches que l'on veut enlever d'un champ des cavités que l'on charge de poudre. Pour opérer, on tient le fleuret d'une main et on l'enfonce

dans la roche en tournant peu à peu et en frappant sur sa tête avec un maillet de fer. On emploie d'abord un fleuret court, on le remplace ensuite par un plus long, et bientôt le poids seul du fleuret que l'on soulève et que l'on laisse retomber suffit pour user la pierre, sans employer la pression du maillet.

CHAPITRE II.

Instruments destinés à couper la terre en bandes verticales : coutres, râteaux, herses, peignes, scarificateurs.

L'outil élémentaire des instruments destinés à ouvrir verticalement la terre par un travail continu est le coutre (*culter*), ou couteau en fer droit ou plus ou moins recourbé (*fig.* 7, 8, 9)

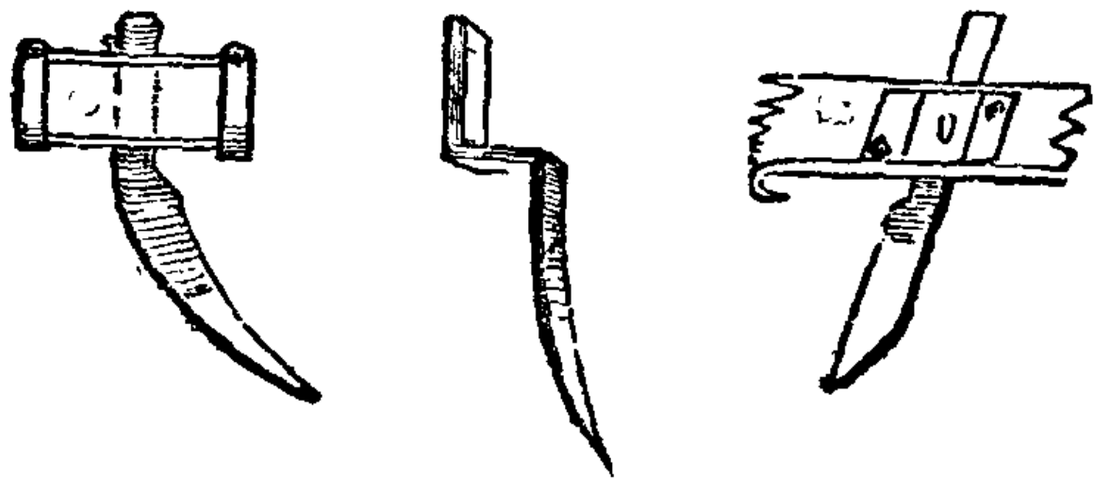


fig. 7. *fig.* 8. *fig.* 9.

présentant sa tranche en avant. On monte cet outil sur des bâtis plus ou moins forts, selon l'entrure qu'on veut lui donner. Il prend le nom de dent quand il n'a que de faibles proportions, comme dans les râteaux. Mais avant d'examiner toutes ces dispositions variées, il faut nous assurer de la résistance qu'il doit rencontrer en terre, pour pouvoir apprécier ensuite la force qui doit servir à le mouvoir.

Section Ire. — *Résistance opposée à l'action au coutre.*

Un coutre a été adapté au milieu de la longueur d'une

pièce de bois de telle sorte qu'au moyen d'une vis de rappel, on pût le faire pénétrer plus ou moins profondément en terre; cette pièce représentant l'age des charrues (*fig.* 10) était portée sur deux essieux ayant chacun deux roues qui maintenaient l'age en marche, dans une position parallèle au terrain. Le coutre pouvait s'allonger à volonté

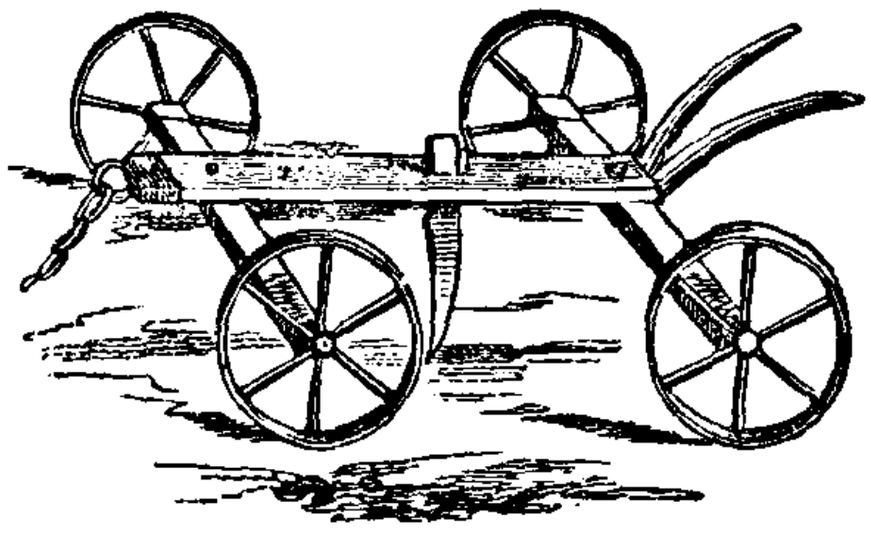


fig. 10.

au-dessous du plan sur lequel avançaient les roues, et prendre par conséquent l'entrure que l'on voulait lui donner. Ce véhicule pesant 21 kilogr. exige une force de tirage de $0^k,75$ pour être mis en mouvement quand le coutre ne pénètre pas en terre.

Pour déterminer le travail mécanique du coutre, on place l'instrument ainsi disposé sur le terrain; on creuse la terre au-dessous du coutre, d'une profondeur égale à l'entrure qu'on veut lui donner, puis on l'allonge de toute cette longueur. On attache un dynamomètre entre l'age et le palonnier; on met le cheval en mouvement, en ayant soin de déterminer sa vitesse moyenne. Le travail mécanique est le produit de cette vitesse par seconde multipliée par l'effort moyen indiqué par le dynamomètre.

Il fallait aussi déterminer pour chaque expérience la ténacité variable du terrain; ce que nous avons fait au moyen de la bèche dynamométrique, dont on a répété les épreuves plusieurs fois sur la longueur du terrain en en prenant la moyenne [1]. Nous rappelons ici qu'elle tombe de 1 mètre de hauteur, qu'elle pèse $2^k,75$, et qu'elle a $0^m,150$ de largeur [2]. Nous allons expo-

(1) Tome I, page 147 de la deuxième édition
(2) Poncelet, *Introduction à la Mécanique industrielle*, § 121 et 166.

ser ici les résultats de six expériences faites sur divers états de terrain et sur une longueur de 1000 mètres au moins.

Etat des terres.	Enfoncement de la bêche dynamométrique.	Longueur du coutre.	Effort sur le dynamomètre.	Vitesse.	Travail mécanique total.	Reste pour le trav. du coutre en retranchant ok,75 nécessaire pour faire avancer le véhic.
	mill.	mill.	kil.	mèt.	km.	kil.
1° Propre à la culture	59	150	42	1,1	46,2	45,45
2° *Idem*.	59	75	17	1,2	20,4	19,65
3° Un peu trop sèche	30	150	107	0,85	90,95	90,20
4° *Idem*.	30	75	47	1,00	47,00	46,25
5° Sèche et tassée. .	22	150	156	0,80	124,80	124,05
6° *Idem*.	22	75	63,5	0,95	60,32	59,57

Nous tirerons de ce tableau les conclusions suivantes :

1° Quand le coutre a une longueur double, il exige un peu plus du double de tirage; ce qui provient sans doute de ce que le fond de la terre est toujours plus tassé que la surface ;

2° Que si l'on compare le travail de la bêche dynamométrique à celui du coutre, on a pour 1 mètre de longueur de travail :

PREMIÈRE EXPÉRIENCE.

Bêche dynamométrique. — Coutre.

$\frac{2_k,75}{0^m,059} = 46,6$ km. Travail du coutre de 150 mill. : 45,45 km.

DEUXIÈME EXPÉRIENCE.

$\frac{2,75}{0,059} = 46,6$ Travail du coutre de 75 mill. : 19,65 km., et pour 150 mill. : 39,30

TROISIÈME EXPÉRIENCE.

$\frac{2,75}{0,030} = 90,8$ Travail du coutre de 150 mill. : 90,20

QUATRIÈME EXPÉRIENCE.

$\frac{2,75}{0,030} = 90,8$ Travail du coutre de 75 mill. : 46,25 km., et pour 150 mill. : 92,50

CINQUIÈME EXPÉRIENCE.

$\frac{2,75}{0,022} = 120,5$ Travail du coutre de 150 mill. : 124,05

SIXIÈME EXPÉRIENCE.

$\frac{2,75}{0,022} = 120,5$ Travail du coutre de 75 mill. : 59,57 km., et pour 150 mill. : 119,14

Ces chiffres sont aussi concordants qu'il est permis de l'espérer dans des expériences qui ont lieu sur une surface étendue de terrain présentant nécessairement des différences de ténacité, quelque soin que l'on ait pris pour le choisir aussi homogène que possible.

Ainsi, appelant t la ténacité de la terre exprimée par la profondeur en mètres dont la bèche dynamométrique s'est enfoncée en terre ; p la pesanteur de cette bèche ; l sa longneur ; c la longueur du coutre ; r la résistance qu'il doit éprouver en terre, nous aurons :

$$r = \frac{p}{t} \times c : l = \frac{pc}{tl}$$

ainsi, le coutre ayant $0^m,200$ de longueur et la terre $0^m,40$ de ténacité, la bèche dynamométrique rentrant dans la proportion et les poids indiqués plus haut, nous avons :

$$r = \frac{2,75 \times 0,20}{0,040 \times 0,150} = 91^k,66$$

pour un mètre de longueur de travail.

SECTION II. — *Instruments divers construits au moyen du coutre.*

Le coutre isolé ou les coutres réunis en plus ou moins grand nombre sur un seul montant doivent être plus ou moins forts, plus ou moins longs relativement à la résistance qu'ils ont à vaincre et à l'*entrure* qu'on veut leur donner en terre. S'il ne s'agit que d'effleurer légèrement le sol pour rompre la faible adhérence de sa surface, on se sert de râteaux à la main ou de herses ; faut-il donner cette culture à des plantes très serrées et à racines pivotantes, comme la luzerne, par exemple, de manière à pénétrer entre les plantes et extirper tous les végétaux adventices moins fortement enracinés qui s'y sont mêlés ? on multiplie les dents ou coutres, et l'on a un *peigne ;* est-il

question de remuer profondément le sol? le nombre de coutres est moindre, mais ils sont plus forts et plus allongés, et l'on a les scarificateurs et les griffons; enfin, le coutre isolé fait aussi partie de la construction de la charrue où nous le verrons figurer.

§ I. — Râteaux et herses.

Nous ne nous étendrons pas sur les râteaux, quoiqu'ils servent à tant d'usages; une pièce de bois traversée par des coutres légers en fer ou en bois, et portant sur son milieu un long manche, tel est le râteau au moyen duquel on peut gratter légèrement la terre pour rompre l'adhérence qui, après un semis de plantes délicates, a été produite par la pluie suivie de la sécheresse. On se sert aussi de cet instrument pour réunir en tas les pailles, les fourrages, etc., dispersés sur le sol. Dans ces derniers cas, on emploie souvent un large râteau auquel on attelle un cheval. Il n'y a rien à ajouter sur la construction de ces instruments qui n'exigent qu'un effort léger et que les cultivateurs proportionnent toujours à la force dont ils veulent se servir.

La herse destinée à donner à la terre un labour léger, mais plus souvent à briser l'adhérence des mottes de terre soulevées par d'autres travaux, à aplanir et ameublir le terrain, est construite avec plus de solidité et doit être tirée par des animaux. On n'a pas disposé ses dents sur un seul rang comme dans le râteau, parce que, loin de vouloir ramasser par son moyen tous les débris végétaux qui se trouvent sur le sol, on craint au contraire leur accumulation, qui engorgerait l'instrument, le soulèverait et empêcherait les dents d'agir isolément. Or, la herse agissant par un mouvement continu, on ne peut pas la dégager de ces herbes encombrantes, comme le râteau jardinier que l'homme pousse à son gré en avant et en arrière.

On a donc séparé les dents de la herse, mais comme on voulait cependant agir sur toute la surface du terrain, on les a placées sur plusieurs rangs, de sorte que les dents de chaque rang répondent à l'intervalle des dents du rang qui les précède. Pour y parvenir, on construit un bâtis en bois, de forme triangulaire, rectangulaire ou parallélogramme. 1° La herse triangulaire (*fig.* 11), formée de plusieurs pièces de bois bien assemblées, porte 18 coutres (plus ou moins), espacés de $0^m,25$. Elle a donc alors $2^m,50$ de côté; on peut lui donner un plus grand nombre de dents, en ajoutant une traverse; mais ces traverses doivent être écartées l'une de l'autre d'au moins $0^m,50$ pour faciliter le débourrement des dents.

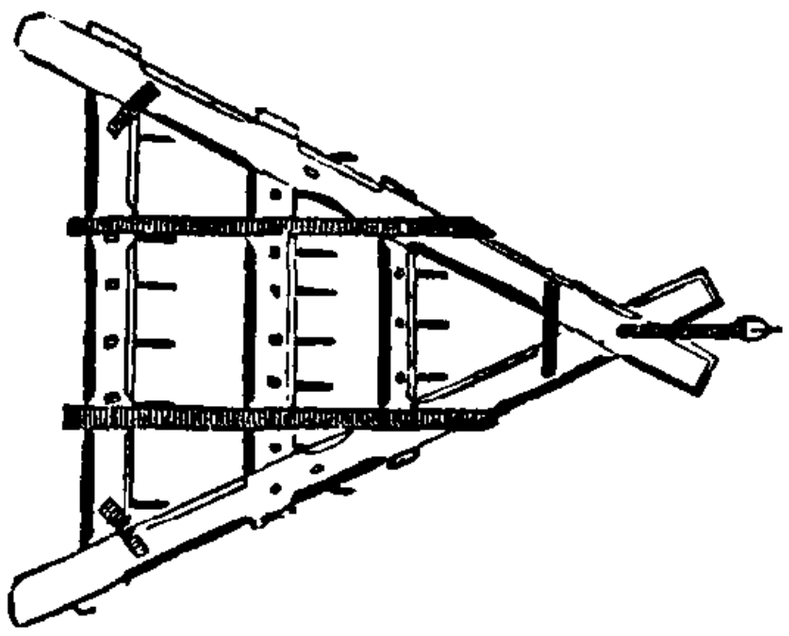


fig. 11.

2° La herse quadrangulaire (*fig.* 12) ne diffère de la précédente que par sa forme et le plus grand nombre de ses coutres qui exigent un tirage plus fort; si on donne à chacun de ses côtés la même dimension qu'à ceux de la herse triangulaire, elle porte 26 coutres, 6 au 1er et au 3^{e} rang, 7 au 2^{e} et au 4^{e}. On la rend aussi parallélogrammique en allongeant et mettant les coutres sur trois rangs, 13 et 14 dents à chaque rang, ce qui porte le nombre des dents à 41.

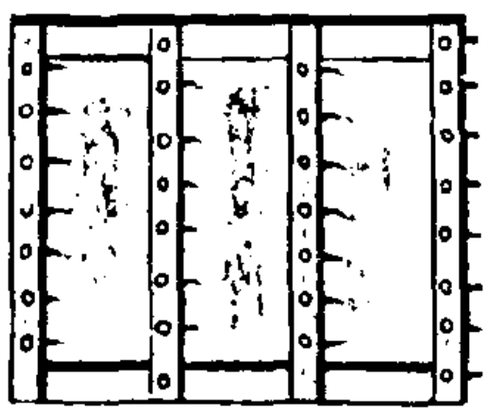


fig. 12.

3° La herse à forme de parallélogramme obliquangle (*fig.* 13), inventée par M. Valcour, qui a tant travaillé à perfectionner les instruments d'agriculture, est, sans contredit, celle qui fait le travail le plus parfait. Mathieu de

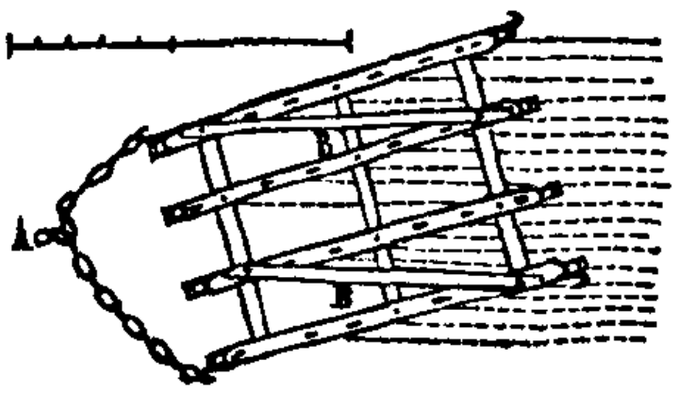


fig. 13

Dombasle lui donnait 3^{m},95 de longueur sur 2^{m},50 de large, et la garnissait de 24 coutres. On attelle les chevaux à un point de la chaîne A plus rapproché d'un côté que de l'autre, de manière à ce que les traverses *bb* se meuvent sur des lignes parallèles aux sillons; le tranchant des coutres doit faire face à cette direction. Cette herse est très énergique, mais sa marche est assez irrégulière. Elle embrasse d'ailleurs 3 mètres de terrain. On peut aussi la doubler, comme on le voit (*fig.* 14).

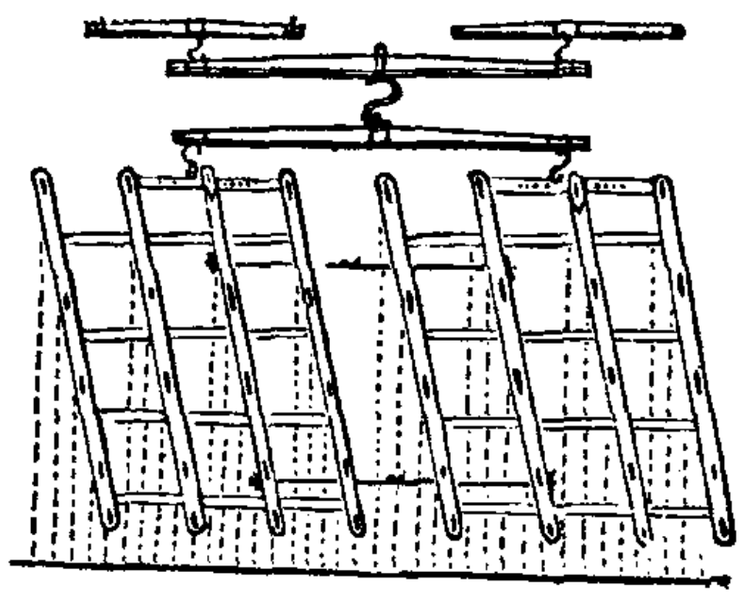


fig. 14.

4° Les labours à billons ou planches nécessitent l'emploi de herses concaves qui puissent s'adapter à leur surface. Aussi emploie-t-on, dans les pays où l'usage des billons est introduit, des herses courbes formées de deux ou trois pièces de bois pareilles et garnies de dents (*fig.* 15). Quelquefois ces herses ont la forme d'une courbe double, embrassant deux billons, de manière à ce que les animaux marchent dans le sillon intermédiaire. M. Malingié, considérant que le profil du billon change nécessairement par l'effet du tassement, compose les siennes de trois compartiments parallèles, mobiles, juxta-posés, tenant l'un à l'autre par des chaînons et couvrant ensemble la largeur d'une planche (2. mètres dans sa contrée, Loir-et-Cher). Ces trois fragments de herses qui n'en font qu'une se plient ainsi, par l'indépendance de leurs mouvements, à la forme plus ou moins concave de la planche.

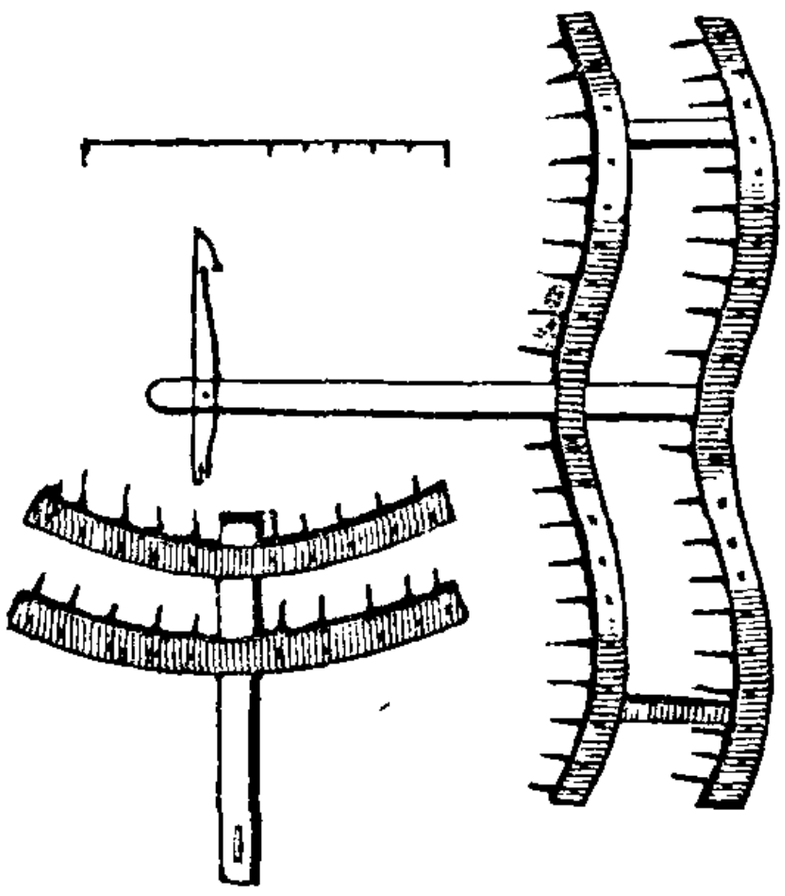


fig. 15.

Une chaînette portant un palonnier de deux mètres de largeur réunit les deux extrémités, et aux extrémités du palonnier sont attachés deux autres petits palonniers où sont attelés les chevaux qui marchent ainsi dans les sillons latéraux [1] (*fig.* 16).

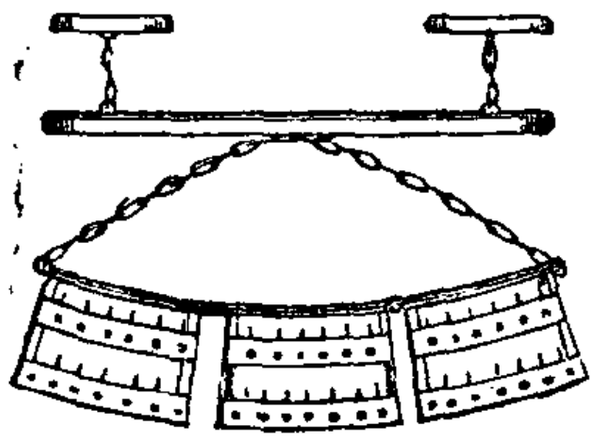


fig. 16.

La herse pénètre en terre par son propre poids; il en résulte que son entrure varie selon l'état du sol, qu'elle entre profondément quand il est meuble et frais, et qu'au contraire elle l'effleure à peine quand il est dur et sec. On remédie à ce dernier défaut en chargeant la herse de poids considérables; on remédie au premier en la garnissant d'épines à sa face supérieure, en la retournant ensuite et la faisant travailler les dents en l'air. Le travail de la herse est toujours assez léger, à raison même de la pénétration imparfaite des dents. Une herse de quarante dents, traînée par un seul cheval, ne doit pas donner plus de 45 kilogr. de tirage, ou un peu plus de 1 kilogr. par dent, ce qui suppose que dans les terrains meubles elle ne pénètre pas plus de $0^{m},02$ en terre, d'après les calculs que nous avons établis ci-dessus.

Les dents des herses sont maintenues sur le cadre au moyen d'un rivet, ou mieux encore, d'une vis à écrou.

§ II. — Les peignes.

Les peignes sont des herses composées, d'un effet beaucoup plus énergique que les herses ordinaires, parce qu'elles sont construites de façon qu'on peut régler et forcer l'entrure des petits coutres ou dents. L'emploi le plus ordinaire des peignes consiste à nettoyer les prairies naturelles de mousse et les

(1) *Exploitation de la Charmoise,* p. 8.

prairies artificielles d'herbes adventices moins bien enracinées qu'elles et qui finiraient par s'emparer du terrain.

Le plus connu de tous est le peigne Machon (*fig.* 17). Il est

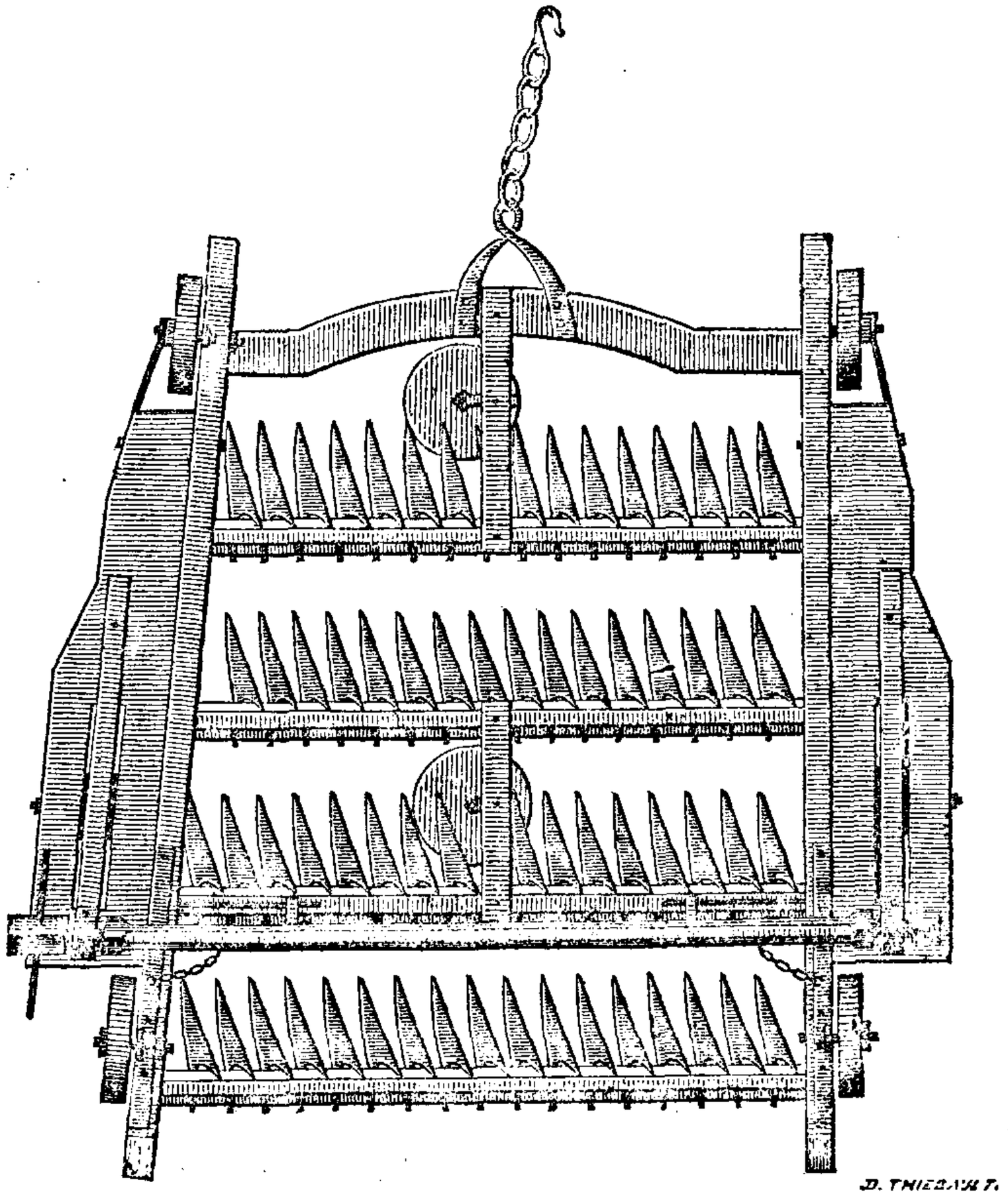


fig. 17.

formé d'un châssis en bois de 1^{m},30 de côté, garni de 53 coutres de 0^{m},216 de longueur et de 0^{m},006 d'épaisseur, implantés à 0^{m},080 l'un de l'autre. Les traverses sont espacées entre elles de 0^{m},270. Ce châssis est porté sur six petites roues de 0^{m},32 de diamètre, qui montent et descendent à volonté sur leur axe, de manière à pouvoir élever ou abaisser le cadre et donner plus ou moins d'entrure aux coutres qui peuvent

pointer en terre depuis 0m,002 jusqu'à 0m,135. Par le moyen d'un tour on soulève le peigne sur son cadre pour pouvoir enlever les herbes qui ne tardent pas à l'engorger. En travaillant à 0m,05 de profondeur, on a enlevé, sur 20 ares d'une luzerne de sept ans, un tombereau de mauvaises herbes, chiendent, agrotis stolonifère, polygonum aviculare, etc., qui l'étouffaient. Il faut deux chevaux pour tirer cet instrument qui ne convient pas aux terrains humides. Cet appareil, s'il n'est consacré qu'à un seul usage, est cher et peut être jusqu'à un certain point suppléé par des herses fortement chargées. Cependant si l'on avait beaucoup de prés sujets à la mousse et de grandes étendues de luzerne, il vaudrait la peine de se le procurer. Il était fort bien accueilli par les praticiens, mais le haut prix (400 fr.) qu'en demandait l'inventeur n'a pas permis qu'il s'étendît dans la culture. Aujourd'hui que le brevet d'invention est expiré, on pourrait le retirer de cet oubli.

§ III. — Scarificateurs, griffons.

Quand les coutres prennent de plus grandes dimensions et que par leur courbure, leur direction et le mode d'attelage, on cherche à les faire pénétrer dans le sol, au moins à la profondeur des labours légers et quelquefois jusqu'à 0m,20 de profondeur, les instruments dont le coutre forme l'outil élémentaire prennent le nom de *scarificateurs*. Ils ont été introduits dans le midi sous le nom de *griffons;* ailleurs, on les appelle herse roulante, herse mécanique.

Les coutres de ces instruments, auxquels on donne différentes formes, ont de 0m,50 à 0m,60 de longueur et sont forts à proportion, étant composés de barres de fer de 0m,02 à 0m,03 de côté, aciérées par le bout.

On a une multitude de scarificateurs différents. Le plus simple de tous consiste dans un bâtis triangulaire semblable à

celui de la herse, auquel on ajoute des mancherons et un age en avant pour y atteler les chevaux; il porte en avant de l'age une roue qui sert à en régler l'entrure (*fig.* 18). Si l'on veut un plus grand nombre de dents, on allonge le bâtis et on rend même les deux branches de tirage mobiles, de manière à leur donner un plus ou moins grand écartement, ainsi que l'a pratiqué M. Coke d'Holkam et, après lui, M. de Dombasle. Quelquefois on supprime la roue de devant et on règle l'entrure par le moyen des régulateurs, comme pour la charrue.

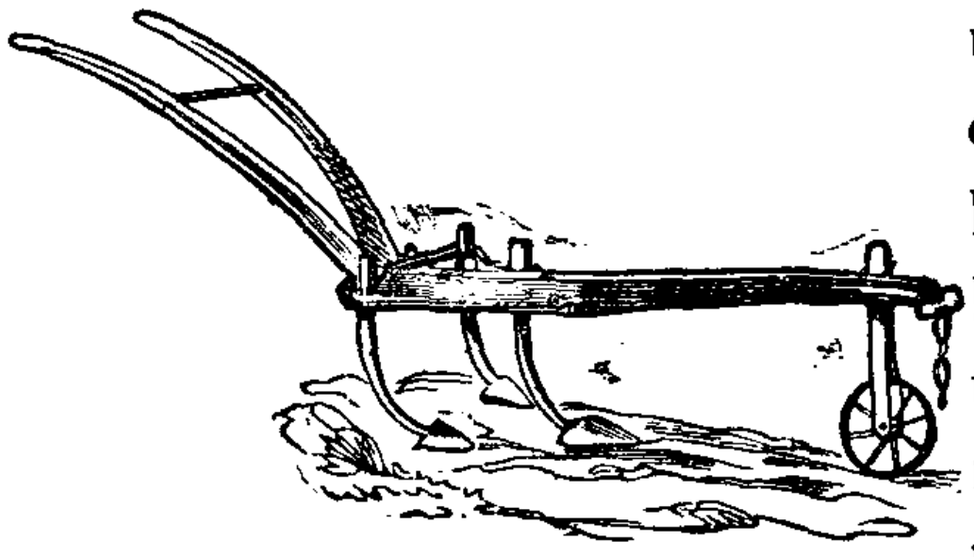


fig. 18.

En Angleterre, on a adopté des dispositions plus compliquées, mais aussi plus précises dans les résultats ; tels sont les scarificateurs de Biddle, très estimés des fermiers anglais, et qui règlent l'entrure au moyen de leviers qui relèvent ou abaissent le train de devant (*fig.* 19); et celui de lord Ducie

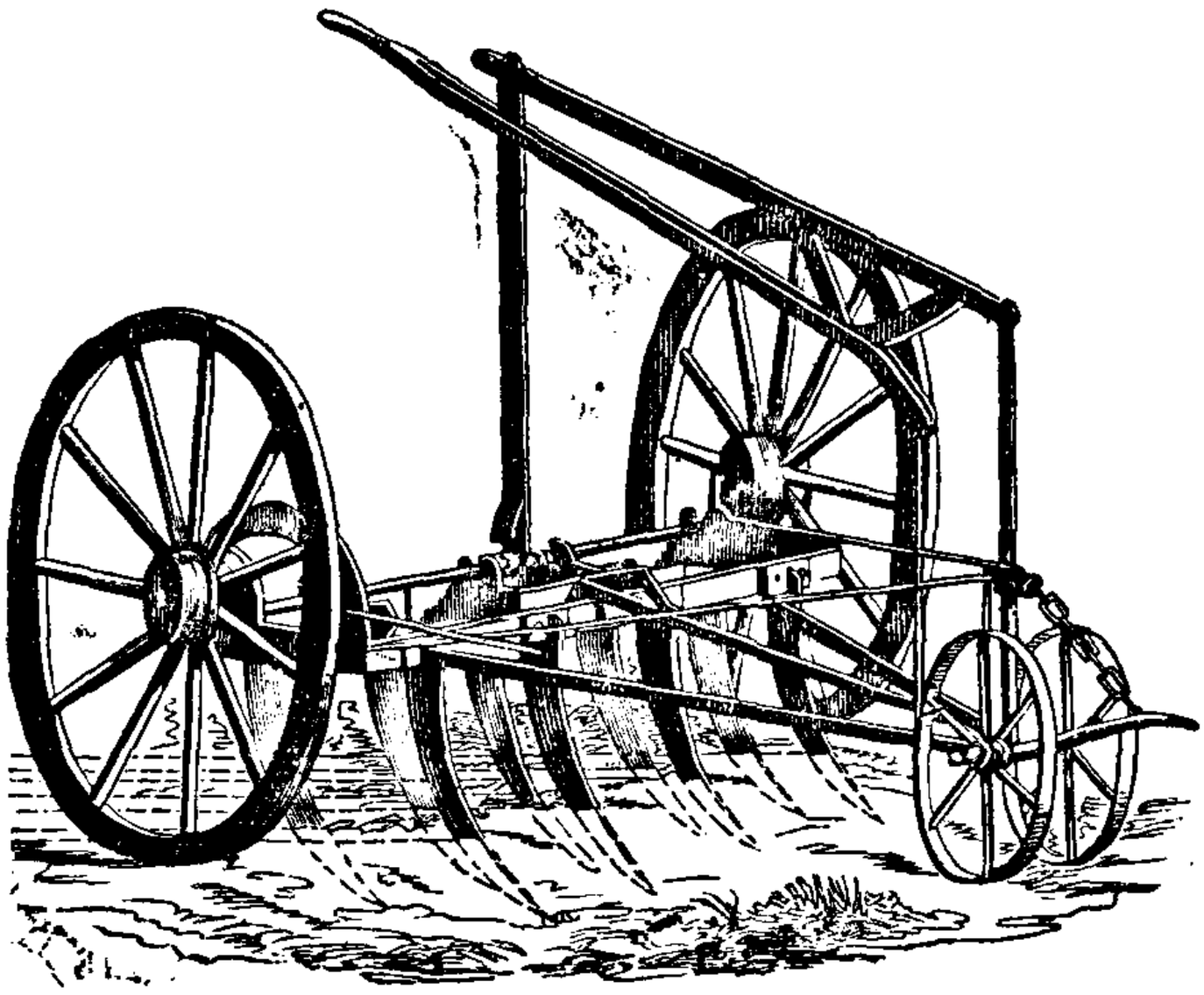


fig. 19.

(*fig.* 20), plus parfait, mais aussi plus compliqué, qui porte

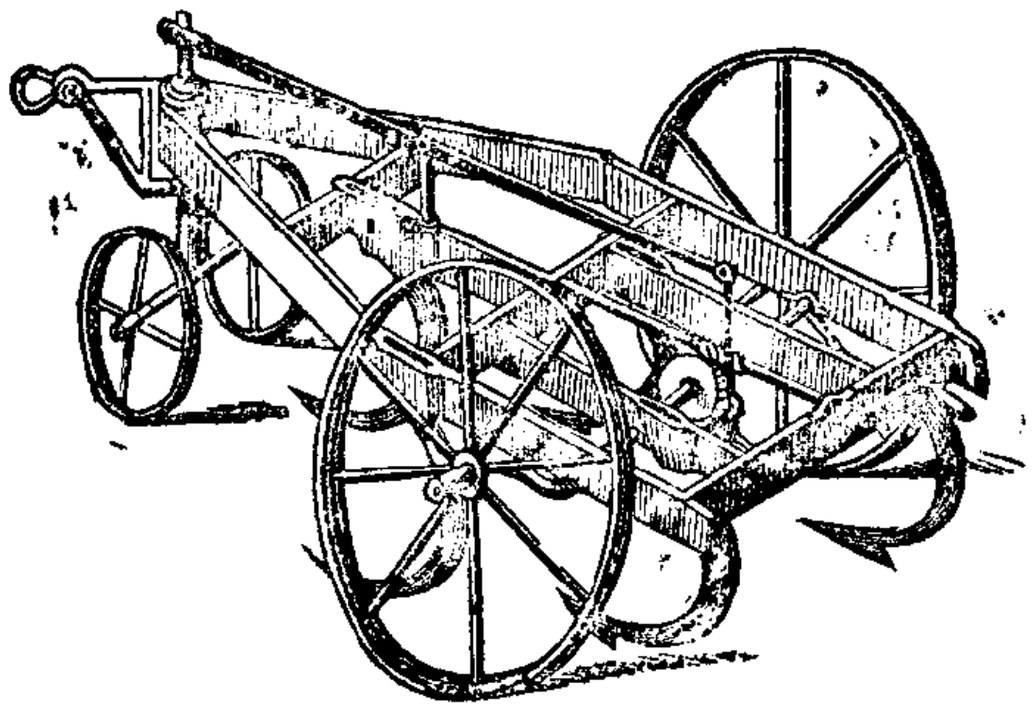


fig. 20.

les coutres sur un cadre en fer; on relève ou abaisse le train de devant pour régler l'entrure, et on monte tout le cadre pour retirer à la fois toutes les dents de terre. Le scarificateur Bataille est, comme les précédents, un instrument à avant-train, auquel il ne paratt manquer que des roues plus élevées pour avoir une meilleure ligne de tirage, ce que les constructeurs anglais ne perdent jamais de vue.

Les griffons du midi sont de l'espèce la plus simple; c'est une herse renforcée qui fait avec économie les seconds labours et les labours de semaille. On faisait autrefois la première opération avec des araires attelés de deux chevaux et conduits par un homme, et la seconde au moyen de légers araires traînés par un cheval et conduits par un homme. Aujourd'hui on fait une œuvre tout aussi parfaite avec un griffon à 3 socs, conduit par 2 chevaux et un homme; pour un griffon à 5 à 7 socs, il faut 4 chevaux; enfin on attelle 6 chevaux à un griffon à 9 socs, qui scarifie la terre déjà labourée jusqu'à $0^m,20$ de profondeur. Ainsi l'on a :

	POUR LES GRIFFONS.			POUR LES ARAIRES.					
				SEMAILLES.			SECONDES CULTURES.		
	Hommes.	Chevaux.	Total.	Hommes.	Chevaux.	Total.	Hommes.	Chevaux.	Total.
A 3 socs.	1	2	3	3	3	6	3	6	9
A 7 socs.	2	4	6	7	7	14	7	14	21
A 9 socs.	2	6	8	9	9	18	9	18	27

Si nous calculons la résistance pour les terres de la ténacité de $0^m,060$, en travaillant à la profondeur de $0^m,200$, nous aurons par coutre 61 kilogr. pour 9 coutres 549 kilogr., et par cheval 91 kilogrammes pour un mètre de longueur de travail.

Dans les terres très légères, nous avons vu un scarificateur à 9 socs, pénétrant à $0^m,108$ et qui était mené par 2 fortes mules.

Dans les terres de la ténacité de $0^m,070$, en travaillant à la profondeur de $0^m,108$, nous avons par coutre $28^k,3$; pour les 9 coutres $254^k,7$, et par cheval $42^k,4$ pour un mètre de longueur de travail.

L'emploi du scarificateur est surtout utile pour rompre l'adhérence de la terre immédiatement après la moisson. Les labours se font avec beaucoup de facilité sur des sols très compactes et que l'on n'aurait pas pu ouvrir de longtemps sans cette précaution, si on les fait précéder par une œuvre au scarificateur qui pénètre seulement de $0^m,030$ à $0^m,040$. Nous ne saurions trop recommander cette précaution aux cultivateurs soigneux, qui ne sont pas trop avides de la jouissance du pâturage des herbes adventices après la moisson et qui ne lui sacrifient pas la netteté de leurs récoltes futures.

CHAPITRE III.

Instruments destinés à couper la terre en tranches horizontales.

SOCS.

L'outil élémentaire des instruments destinés à couper la terre en tranches par un mouvement continu est un couteau

disposé horizontalement dans un sens perpendiculaire à la marche de l'instrument ou oblique à cette marche (*fig.* 21 à 23).

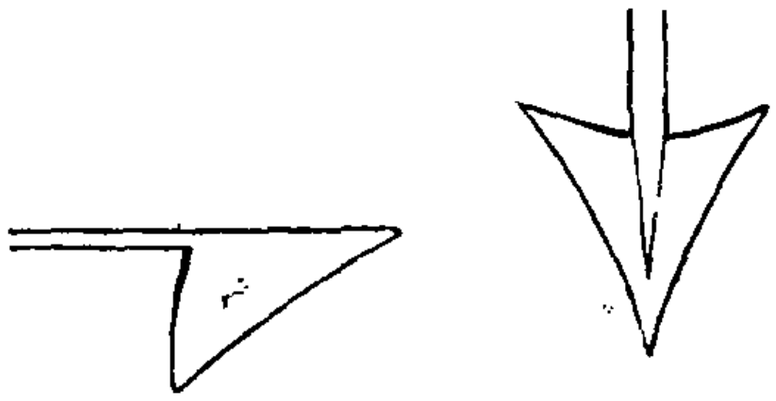


fig. 21.

fig. 22.

fig. 23.

Les ratissoires des jardiniers qui se poussent à la main, les ratissoires à cheval (*shims* des Anglais), formées d'un soc droit

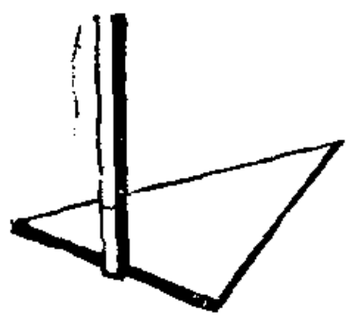


fig. 24.

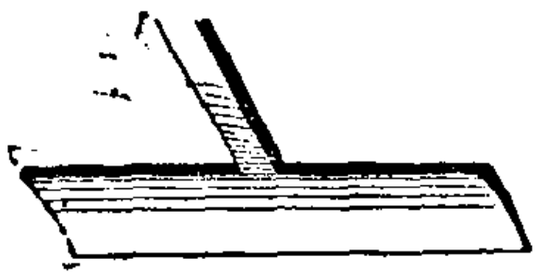


fig. 25.

ou oblique (*fig.* 24 et 25), les extirpateurs qui sont composés de la réunion de plusieurs socs, sont tous des instruments qui résultent de cet élément, qui entre aussi dans la construction de la charrue.

SECTION Ire. — *Résistance apportée à l'action des socs.*

Nous avions d'abord employé pour ces expériences la même monture qui nous avait servi pour les coutres isolés; mais la résistance augmente d'une telle manière que les socs portés sur une tige unique n'ont pas tardé à être gauchis et quelquefois à avoir la tige brisée. Il a fallu pour les socs droits (ratissoires) faire l'expérience avec une ratissoire à cheval, et pour les socs obliques avec un araire dépouillé de son versoir et précédé d'un coutre qui ouvrait le chemin à la partie de la charrue qui suit le soc.

§ Ier. — Expériences sur le soc droit (perpendiculaire à la résistance).

Commençons par le soc droit (ratissoire à cheval) (*fig.* 26).

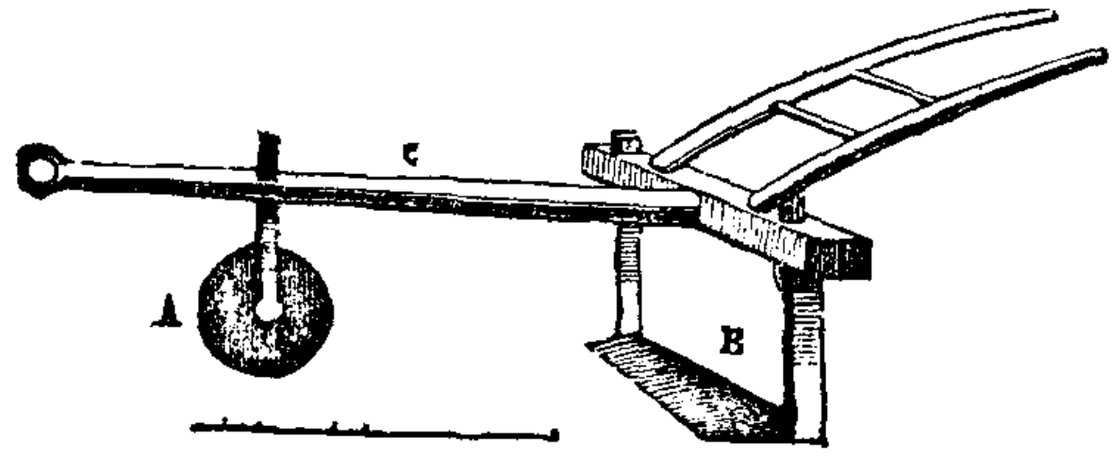


fig. 26.

Pour avoir la résistance éprouvée par le soc, il fallait commencer par éliminer de la résistance totale celle produite par les deux montants que l'on avait rendus coupants en avant en forme de coutres; mais leur épaisseur ne permettant pas de les comparer à la bêche dynamométrique, nous avons opéré directement, en garnissant seulement la monture de la ratissoire de deux tiges ou montants dépourvus du soc intermédiaire et exactement pareils de dimension à ceux qui plus tard devaient porter le soc, et en les essayant par un procédé absolument semblable à celui employé pour les coutres. Ainsi nos montants à coutres avaient une longueur de $0^m,190$, qui est celle qu'ils ont au-dessus de la lame du soc.

	Ténacité de la terre d'après la bêche.	Force de tirage pour les deux coutres.	Vitesse.	Travail mécanique.
1°. . .	59	132^k8	0,82	$108^{km}9$
2°. . .	30	320	0,75	240,0
3°. . .	22	822?	0,64?	526,0?

La résistance devient si forte avec cette dernière ténacité, que les fers plient et se gauchissent quand ils ne cassent pas. Nous avons donc dû renoncer à faire travailler la ratissoire dans un sol si fortement durci.

Maintenant, substituant le soc de 0m,250 de longueur avec ses deux montures aux deux montants isolés, voici les effets obtenus :

	Ténacité de la terre.	Ténacité à 200 millim. de profondeur.	Effort.	Vitesse.	TRAVAIL Mécanique total.	Moins la résistance des coutres.	Par soc de 150.	D'après la formule.
1°.	59	51	280	0,79	221k2	112,3	67km	54km
2°.	30	24	742	0,68	505,6	184,6	110,7	115

Ces expériences, continuées sur une assez grande longueur de terrain pour annuler les petites anomalies, sont difficiles à cause de la grande force de tirage qu'elles exigent et des accidents qui arrivent quand les instruments ne sont pas très solides, dès que l'on travaille dans des terres très dures ; cependant elles ne peuvent pas mener à des résultats plus satisfaisants, si on compare ceux de la formule à ceux de l'expérience. Au reste les terres ne se labourent ordinairement que dans le premier de ces états.

§ II. — Expériences sur les socs obliques.

Ces expériences ont été faites avec un montant, un soc et un coutre de la charrue de Dombasle, et sur les mêmes terres que les précédentes. La base du soc qui représente par conséquent la longueur de la partie coupante a 0m,280 ; la partie du coutre agissante a 0m,190, l'expérience ayant été faite à 0m,200 de profondeur comme la précédente.

	Ténacité de la terre.	Ténacité du fonds.	Effort total.	Vitesse.	TRAVAIL Mécanique total.	Moins le travail d'un coutre.	Pour un soc de 150.
1°. .	59	51	140k0	1m10	154	108km	53km
2°. .	30	24	451,0	0,82	362	202	108

Le soc oblique emploie donc un peu moins de tirage que le soc droit dans les rapports suivants :

Soc droit.	Soc oblique.
54	53
115	108

On sait, en général, l'avantage qui résulte pour les instruments tranchants de leur action oblique. Cette observation a conduit à donner aux sabres une assez forte courbure, et à s'en servir en sciant plutôt qu'en frappant. Elle a été depuis longtemps appliquée aux instruments d'agriculture. Il semble qu'un système de résistances cède plus facilement quand elles sont ébranlées les unes après les autres que quand elles le sont toutes à la fois. Le soc oblique n'est, à bien dire, qu'un plan rectangulaire coupant par sa diagonale, au lieu de couper par un de ses côtés. Mais il n'en reste pas moins évident que dans la pratique on peut toujours calculer au moyen de la formule indiquée ci-dessus et arriver au résultat, à une dizaine de kilogrammes près. On ne peut pas se promettre des résultats plus approchés dans des opérations qui présentent tant d'irrégularité, et ce degré de précision suffit parfaitement pour ce que l'on veut en faire, c'est-à-dire pour calculer la force que l'on doit appliquer approximativement à tel ou tel instrument pour accomplir les travaux que l'on a en vue.

SECTION II. — *Instruments divers construits au moyen des socs.*

Quand les socs sont montés isolément de tout autre outil, ils prennent le nom de ratissoires (*shims*) (*fig.* 26); si le soc est droit, c'est-à-dire s'il coupe le sol parallèlement à l'action de sa marche; si son taillant est oblique à la résistance, il prend le nom d'extirpateur.

On se servait autrefois, en Angleterre, de la ratissoire à cheval pour déchaumer les champs, et aussi pour couper très près de la surface du sol les mauvaises herbes qui poussent entre les lignes des plantes, avant que l'on eût perfectionné les extirpateurs. Mais il suffit de voir les résultats des expériences que nous venons de rapporter et l'énorme résistance

que les deux montants, faisant fonction de coutre, opposent à la marche de l'instrument, pour s'apercevoir que si l'on peut en faire usage pour les cultures superficielles où ces montants entrent peu en terre, il faut y renoncer absolument quand on veut pénétrer un peu profondément; car à $0^m,20$, par exemple, la résistance des montants devient plus grande que celle de la lame coupante du soc.

Au lieu d'employer un soc très large, comme celui de la ratissoire, et qui exigerait, pour être maintenu, des montants très épais et très forts, on comprit que la solidité de l'instrument exigeait que l'on multipliât le nombre des socs, en ne donnant à chacun d'eux qu'un montant qui pourrait être bien moins matériel. On disposait d'ailleurs les socs en quinconce, de manière à ce qu'une large surface pût être embrassée par eux. Leurs dispositions ont été très variées. Les socs ont la forme d'un triangle équilatéral ou isocèle, présentant deux tranchants. Ils sont assemblés sur un bâtis composé de deux traverses portant les socs et réunis par des pièces latérales, ou sur un bâtis triangulaire en bois ou en fonte où les socs sont fixés aux côtés latéraux du triangle. Les montants sont ou droits ou courbes. Ils sont fixés solidement sur le bâtis au moyen d'écrous. Le plus simple de tous les extirpateurs est celui de Roville, représenté (*fig.* 27). Son bâtis est peu compliqué, peut être exécuté partout, et il a toute la solidité convenable. Il porte cinq socs; mais si la terre est forte, on peut toujours enlever deux socs latéraux.

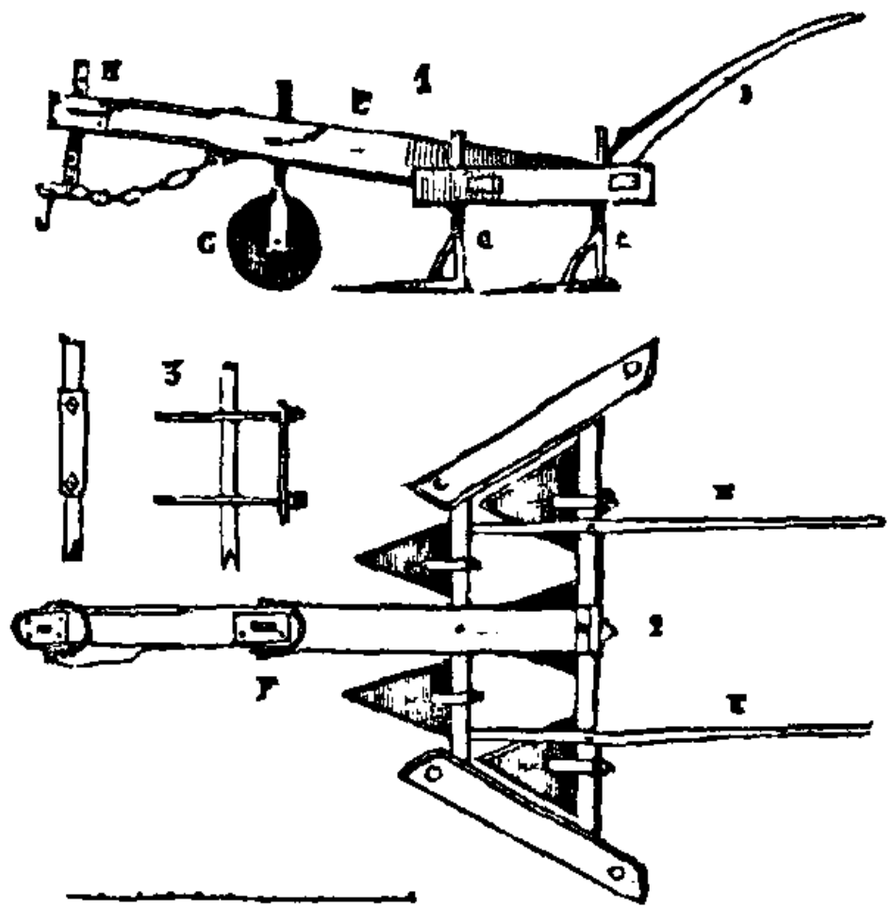


fig. 27. — Extirpateur de Roville.

Nous présentons ci-dessous les formes diverses que l'on a données à ces instruments :

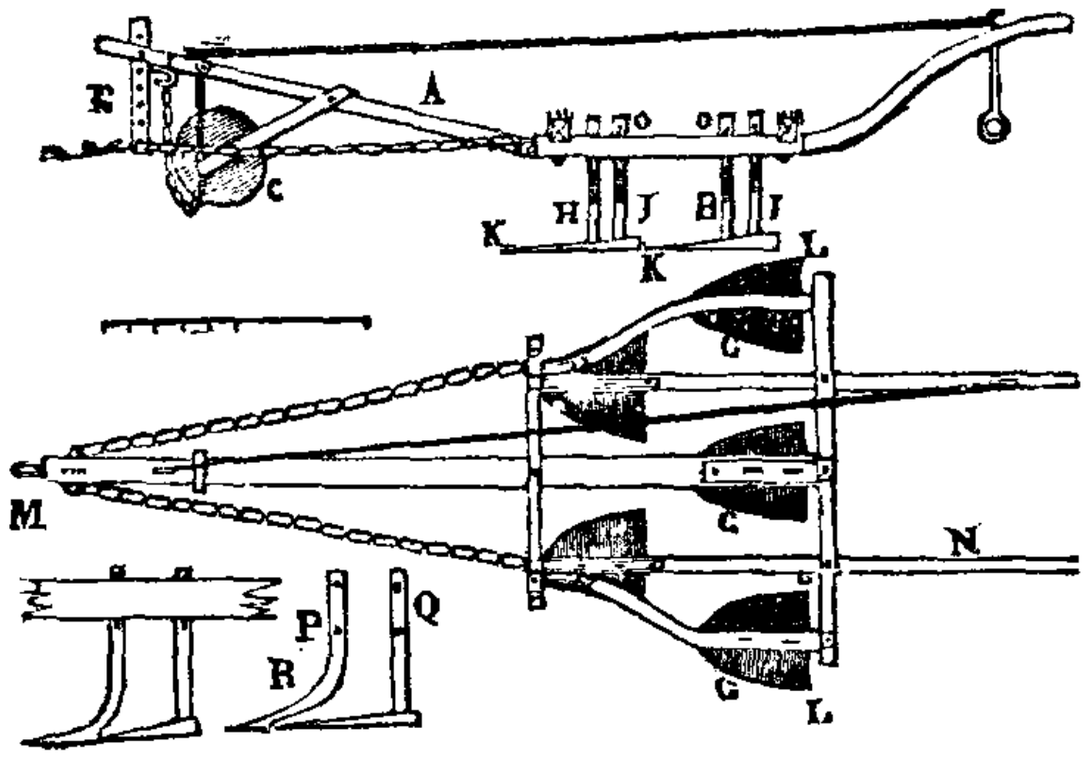


fig. 28. — Extirpateur de Grignon.

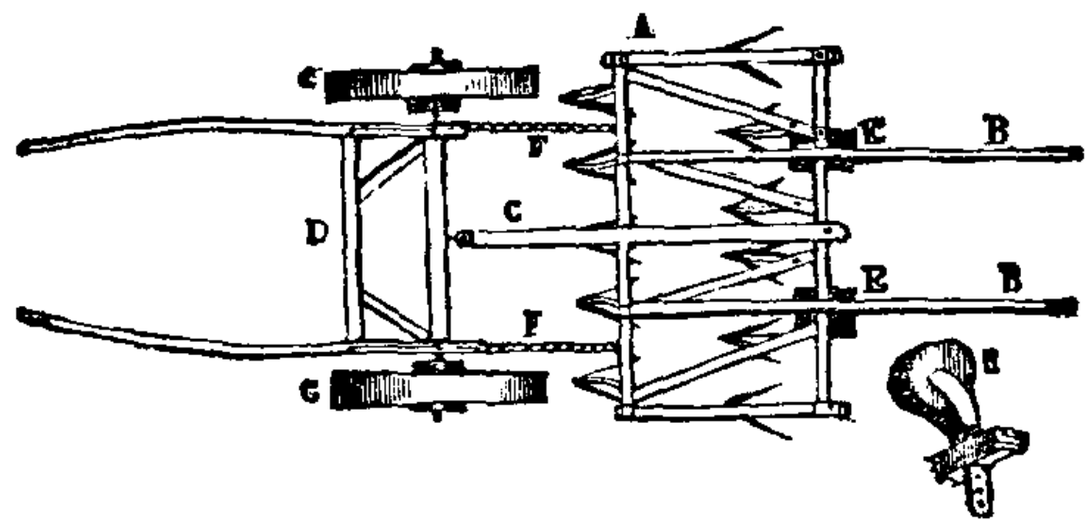


fig. 29. — Extirpateur Hayvard.

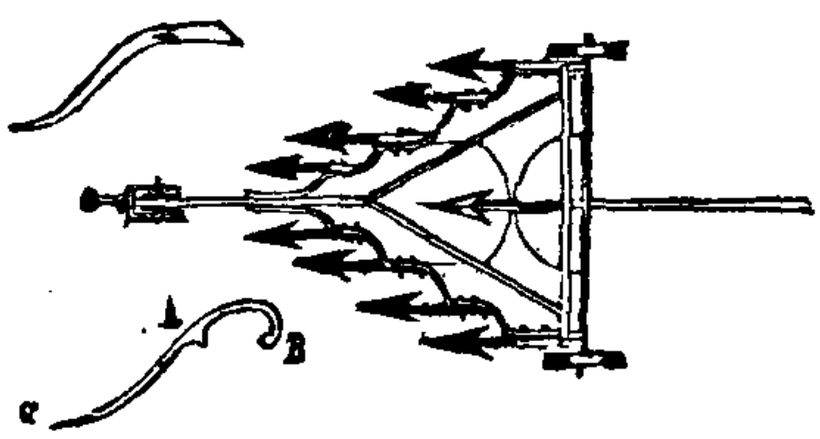


fig. 31.

fig. 30. — Extirpateur Wilkie.

L'usage de l'extirpateur doit se borner à détruire les herbes qui couvrent la terre après les labours et à maintenir nette la surface du sol, à briser les mottes profondes produites par les travaux antérieurs et à mélanger les particules du terrain. On

ne doit pas prétendre à le substituer à la charrue; ses traces seraient bientôt effacées par le tassement du sol que l'on ne change pas de place, et l'instrument ne résisterait pas à un effort aussi considérable que celui qui serait nécessaire pour une telle opération. Mais si nous calculons d'après les expériences citées, la force nécessaire à un extirpateur qui ne pénètre qu'à $0^m,3$ dans un terrain déjà préparé et dont la ténacité éprouvée par la bêche dynamométrique sera de 60 kilogr. nous trouvons:

Pour les cinq montants s'enfonçant de $0^m,03$. . . .	45^k
Pour les cinq socs ayant ensemble 1 mètre de largeur de base.	300
Pour 1 mètre.	345

Si l'instrument marche seulement avec la vitesse de $0^m,80$, le travail ne sera que de 266^k par seconde, ce qui exigerait un attelage de 5 chevaux.

Mais on se sert rarement d'extirpateurs de cette dimension; on leur donne un moindre nombre de socs, et à ceux-ci une moins grande largeur, et on les destine ordinairement à travailler entre les lignes des plantes; alors on pratique une charnière à l'angle antérieur du bâtis pour resserrer ou élargir l'espace occupé par l'instrument. Ces extirpateurs ainsi réduits prennent le nom de *houes à cheval*. C'est sur ce principe que sont conçus ceux de Grignou et de Roville. Ces instruments ne possèdent que 3 socs, l'un en avant fixé à l'age, et deux à l'extérmité postérieure des côtés. Deux arcs en fer, partant de l'age, traversent les côtés qui, quand ils tournent sur leur pivot, sont maintenus sur la même ligne horizontale par la rigidité de ces arcs de cercle. Les trois socs peuvent être de simples socs droits, si les cultures se font habituellement dans des terres molles; mais pour peu que les terres soient dures, il est préférable de donner aux socs la forme triangulaire. Quand

l'angle est moyennement ouvert, ils occupent toute la largeur du labour, sans empiéter les uns sur les autres; mais si l'angle est plus ouvert, il y a des espaces qui ne sont pas atteints, et s'il l'est moins, il y en a qui sont labourés deux fois. Quelques dents de herse sont placées sur les côtés du bâtis pour rompre l'adhérence de la terre et se mettent en avant des socs. Quand un tel instrument doit travailler dans une terre de la ténacité de 0 ,060, nous avons :

Pour les trois coutres	27k
Pour les trois socs.	183
Par mètre.	210
Ou avec une vitesse de 0m,80 par seconde.	168k

ce qui s'obtient à l'aide de trois chevaux.

Mais dans ce cas comme dans le précédent, si l'on travaille dans des terres fort ameublies, la ténacité descend à 130 kilog., et alors nous avons :

Pour les trois coutres.	18k9
Pour les trois socs.	84,0
	102,9
Ou avec une vitesse de 0m,80 par seconde.	82k52

ce qui s'obtient d'un bon cheval.

On a beaucoup travaillé sur cet instrument; chacun a donné son nom à son extirpateur ou à sa houe à cheval; en lisant cette nomenclature, on serait tenté de croire que le nombre des instruments d'agriculture est infini; mais quelle que soit la disposition qu'on leur donne, ils doivent tous se juger par les principes suivants :

1° Ne pas multiplier les socs, mais plutôt leur donner toute la largeur dont ils sont susceptibles, car avec le nombre des socs on multiplie aussi celui des montants qui accroissent la résistance, et de plus, quand ils sont trop rapprochés, ils

retiennent les herbes et engorgent l'instrument. C'est l'erreur commise par le major Beatson, qui réunissait sept socs en deux rangs sur une largeur de $0^m,76$, c'est-à-dire espacés à $10^c,9$. L'expérience a prouvé que pour que l'extirpateur ne s'engorgeât pas, les socs devaient être espacés de $0^m,60$ à $0^m,70$; que par conséquent, en les disposant sur deux rangs, ils devaient avoir $0^m,60$ à $0^m,70$ de base, ceux du second rang étant placés vis-à-vis de l'intervalle de ceux du premier.

2° Les montants doivent avoir la force nécessaire pour résister non-seulement au tirage ordinaire, mais à un tirage un peu excédant qui résulterait de la rencontre d'une pierre ou d'une racine. Nous portons cette résistance au double pour pouvoir résister aux chocs.

On règle l'entrure de l'instrument, comme celle du scarificateur, par un régulateur placé à l'age, à moins que l'on ne se serve aussi pour l'extirpateur du cadre de lord Ducie, proposé pour le scarificateur qui pourrait être à l'usage des deux instruments, et dont l'entrure est réglée par des vis de rappel.

CHAPITRE IV.

Instruments destinés a retourner la terre sur elle-même par bandes.

'ERSOIRS, BUTTOIRS, CULTIVATEURS.

L'observation des effets que produit l'atmosphère sur la terre est très ancienne. On ne tarda pas à s'apercevoir que les couches profondes, ramenées à la surface, ne devenaient fertiles qu'après avoir été exposées quelque temps à l'action de l'air. Les effets si marqués de la bêche qui retourne la terre en

l'ameublissant, comparés à ceux des sillonneurs imparfaits (araires antiques), ne pouvaient laisser aucun doute à cet égard; on chercha donc bientôt à imiter cette culture par une action continue et à l'aide des animaux. De plus, l'horticulture, qui est toujours à l'avant-garde de l'agriculture dans l'invention des procédés, enseigna qu'un grand nombre de plantes veulent être buttées pour réussir parfaitement, que la terre doit être entassée à leurs pieds; ce que les jardiniers faisaient au moyen de leur houe, les agriculteurs le firent à l'aide de leurs versoirs[1].

En effet, le versoir est l'outil élémentaire de tous les instruments qui ont pour but de retourner sur elle-même une tranche de terre.

L'action qui représenterait ce renversement serait celle d'une ligne CD placée en terre à la profondeur de la couche que l'on voudrait soulever, et qui, horizontale d'abord, tournerait sur le point C en avançant vers C', et se relèverait successivement de manière à être verticale en arrivant à C'. Dans ces différentes positions de la ligne, CD tracerait dans l'espace une surface courbe qui n'est autre que celle assignée au versoir. C'est une surface héliçoïde; car l'hélice est engendrée par une droite tournant sur un point qui se meut en ligne droite.

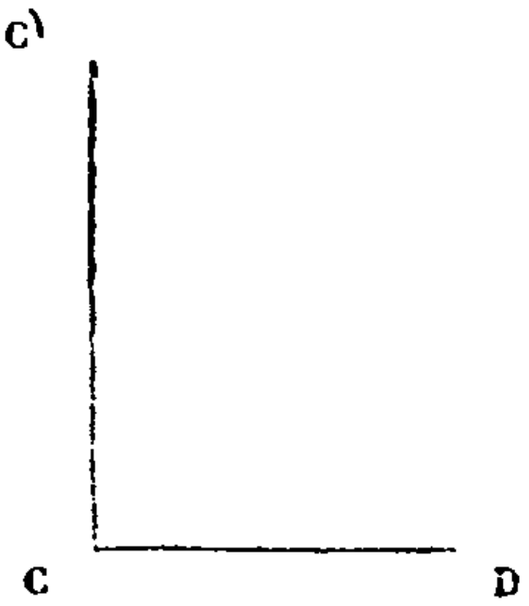


fig. 32.

Si le mouvement circulaire de la droite CD est plus rapide que le mouvement de translation du point C, elle parvient plus tôt à la verticale, et par conséquent l'hélice est raccourcie;

(1) *Voir* sur la théorie des versoirs un excellent travail de M. L. Ridolfi, fils du célèbre professeur de Pise, inséré dans le tome XIX du *Giornale agrario di Toscana*. Ceux qui désirent approfondir la théorie de cet instrument pourront y avoir recours. Nous le recevons au moment de mettre sous presse.

elle est allongée, au contraire, si le mouvement circulaire de CD est égal ou plus lent que celui du point D. Nous avions communiqué depuis longtemps cette analyse à un grand nombre de personnes ; nous avions montré qu'elle renfermait toute la théorie du versoir. M. Lambreschini a eu le mérite de publier le premier des considérations analogues [1], et c'est à lui qu'appartient la priorité. Mathieu de Dombasle avait aussi entrevu cette vérité, mais il avait laissé sans la définir, et probablement sans la connaître, la courbe qui résultait du mouvement élémentaire qu'il pressentait [2].

En examinant un versoir de M. Perronier, M. Coriolis exprimait parfaitement à l'Académie des sciences l'état de la question et la préférence que mérite la courbe hélicoïde, qui n'est que le résultat graphique du mouvement lui-même qu'il faut faire opérer à la terre.

« Si la question à résoudre, disait-il, est de relever le prisme coupé par le soc, en le forçant à s'incliner de manière à le retourner complétement, il y a deux résistances : l'une provenant de la torsion que l'on fait subir à la tranche de terre, l'autre le frottement. La seconde ne varie pas sensiblement ; la première doit être la plus petite possible, et elle conduit à adopter la forme hélicoïde. C'est ce que Lambreschini avait dit en 1832. L'avantage que présente l'hélice, dans ce cas, résulte de ce que la tranche de terre s'étant modelée sur cette forme, elle continue à monter sans se tordre de nouveau et sans changer la position respective des parties, ce qui n'arrive pas lorsqu'elle glisse sur une surface gauche [3]. »

Pendant longtemps, et maintenant encore dans les pays arriérés, le versoir n'est autre chose qu'un plan oblique ne

(1) *Giornale agrario di Toscana*, t. VI, p. 37 et suiv.
(2) *Mémoires de la Société centrale d'agriculture*, 1320, 1re partie, page 377.
(3) *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 1837, t. V, p. 894.

renversant pas complétement la tranche. On était plus avancé dans le Brabant, et la charrue belge avait un versoir courbe, mais dont le tracé était un pur résultat du tâtonnement. Aussi, dans ce pays comme dans le nôtre l'adresse de l'ouvrier entrait pour beaucoup dans la construction du versoir ; il y avait et il y a encore des ateliers où l'on fait de bonnes charrues, d'autres où l'on n'atteint pas à la même perfection. Ces incertitudes caractérisent un art qui n'est pas éclairé par la science, qui marche au hasard et sans règle.

Jefferson, le célèbre président des Etats-Unis, dans un des intervalles que lui laissaient les affaires publiques, s'appliqua à rechercher rationnellement la courbe des versoirs. Il supposait que la terre reçue par le coin ABCD marchait horizontalement dans la direction CB, montait à mesure que ce coin avançait, mais qu'en même temps elle était rejetée en dehors par le coin ACDE, placé verticalement. Le principe du versoir était donc pour lui la pyramide creuse GABD. Mais il était trop évident que la base GAB de la tranche ne pouvait pas se réduire en se comprimant progressivement, de manière à devenir un point mathématique en D ; elle s'échappait successivement par le bord BD, par un effet de pression. En partant de ce principe des deux coins, Jefferson proposait de former le versoir d'une surface gauche engendrée par une droite qui se meut en s'appuyant sur deux droites directrices. M. Hachette montra que la surface de ce versoir était la paraboloïde hyperbolique[1]. Nous indiquerons plus loin la méthode employée par M. de Valcourt pour la tracer.

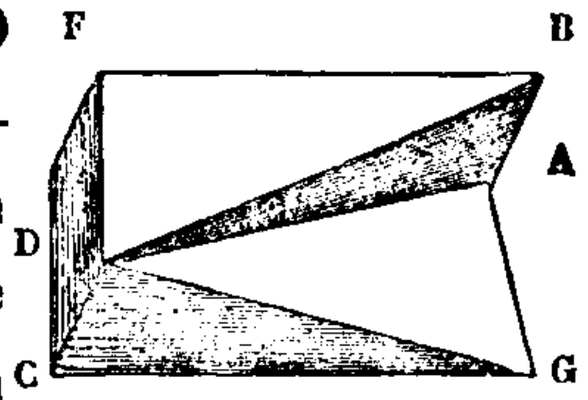


fig. 33.

(1) *Bulletin de la Société philomatique.*

Section Ire. — *Tracé du versoir hèliçoïde.*

Le versoir se compose d'un demi-tour de spire de l'hélice, dans lequel la courbe directrice, partant de l'horizontale, va finir à la verticale, en faisant faire ainsi à la bande de terre qui le suit un quart de révolution. La largeur du versoir doit être égale à la profondeur du labour ; sa longueur influe sur l'inclinaison de la directrice, qui sera d'autant plus grande que le versoir sera plus long.

Pour déterminer cette inclinaison, il faut chercher quelle est celle du plan incliné, où la force horizontale agissant sur un corps le fait monter avec un minimum d'effort. En supposant le coefficient du frottement égal à 0,611 pour le fer frottant sur la terre, comme nous le donnent les expériences que nous citerons plus loin, nous trouvons que l'inclinaison de la directrice doit être d'environ 31°. Pour trouver la longueur du versoir, nous avons donc un triangle rectangle dont un des côtés BC est la profondeur du labour, et l'angle A de 31°. Faisant BC = 1, nous avons: sin. 31° : 1 :: sin. 59 : x = 1,66. Dans la pratique, on donne souvent plus de longueur au versoir, et on la porte jusqu'à 2 et 2,3 fois celle de la profondeur du labour. C'est ce que l'on voit, par exemple, dans la charrue de Provence. En général, quand on laboure des terres fortes où la résistance des bandes à la torsion est plus considérable, où l'inégalité de résistance de la terre donne lieu à des *à-coups* dans le tirage, on allonge le versoir pour donner plus de stabilité à la charrue, en raison du poids plus considérable qu'il supporte. Mais on conçoit que l'on rencontre bientôt la limite à cet allongement dans cette augmentation de poids et dans l'excès de frottement qui en résulte.

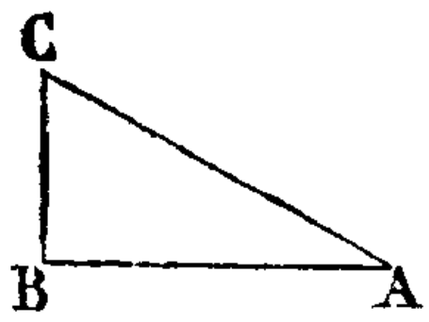


fig. 54.

Pour décrire la surface courbe héliçoïde, on prend un cy-

lindre de bois dont le diamètre représente le double de la profondeur du labour, et sa longueur celle que l'on veut donner au versoir.

Soit ABCD ce cylindre; on développe sa surface sur un plan représenté par le rectangle CDEF; on divise les côtés du rectangle en deux parties égales par la ligne GH, et l'on mène les deux diagonales GE, HD. On replie ensuite le rectangle sur le cylindre, les diagonales représentent la courbe spirale cherchée [1]. Si l'on a eu soin de tracer ces diagonales avec de la sanguine et de mouiller le cylindre avant l'application, le tracé de la spirale y restera imprimé. Ce moyen est beaucoup meilleur que celui indiqué par Lambreschini qui trace les spirales un peu au hasard.

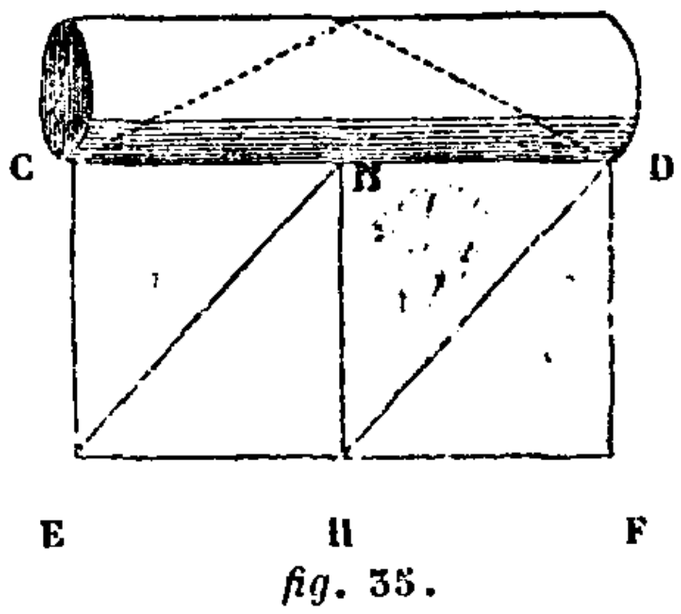


fig. 35.

Maintenant on coupe le cylindre en deux par une surface passant par les deux extrémités de la spirale tracée, on aura le demi-cylindre OBCDA. Si ensuite on mène des lignes droites

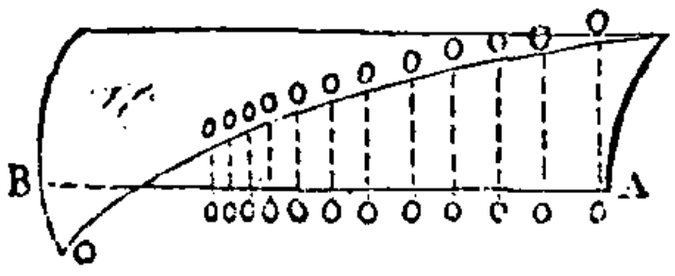


fig. 36.

fig. 37.

o,*o*, de chacun des points très rapprochés de la spire, sur le diamètre AB, on aura une surface courbe *a*,*o*,*b*,*o*, qui sera la surface héliçoïde cherchée. Il suffit donc, pour l'obtenir, que l'ouvrier détache successivement du bois de la masse du cylindre en suivant ces lignes droites, pour avoir cette surface en creux, et on s'assure que c'est bien la surface cherchée en

(1) Poinsot, *Statistique*, § 205

posant successivement une règle sur les points *o,o,o,o* de la spire et sur les points correspondants dans la direction verticale o′,*o′*,*o′*,*o′* du diamètre. Ces deux séries de points doivent toujours être en ligne droite.

Mais il est facile de reconnaître que la surface héliçoïde telle que nous venons de la construire ne ferait décrire à la bande de terre qu'un quart de révolution, et il arriverait qu'après le passage de l'instrument, une partie de la bande, n'étant plus soutenue, retomberait dans le sillon. C'est un défaut commun à un grand nombre de versoirs et auquel on obvie généralement dans la construction en terminant l'hélice par un appendice qui se projette en dehors de la verticale. Cet expédient est très bon quand on laboure des terres fortes dont les bandes ne se désagrégent pas complétement par le mouvement de torsion qu'elles subissent en s'appliquant contre la surface du versoir ; alors, en effet, il suffit d'une impulsion donnée à leur sommet arrivé à la verticale pour les pousser en dehors et les faire tomber sur le côté ; mais le moyen est insuffisant pour les terres légères et meubles, et il arrive trop souvent que le sillon est mal vidé.

C'est à M. L. Ridolfi que nous devons l'analyse des conditions à remplir pour que le versoir complète son œuvre en imprimant à la bande entière le mouvement qui doit lui faire accomplir sa demi-révolution[1]. Il en résulte que la partie postérieure de l'oreille qui succède à l'hélice est engendrée par le mouvement d'une droite d'une longueur égale à la largeur de la bande, le long de la droite génératrice de l'hélice qui représente les diverses positions que la bande *dabc* devra prendre pour passer de sa première

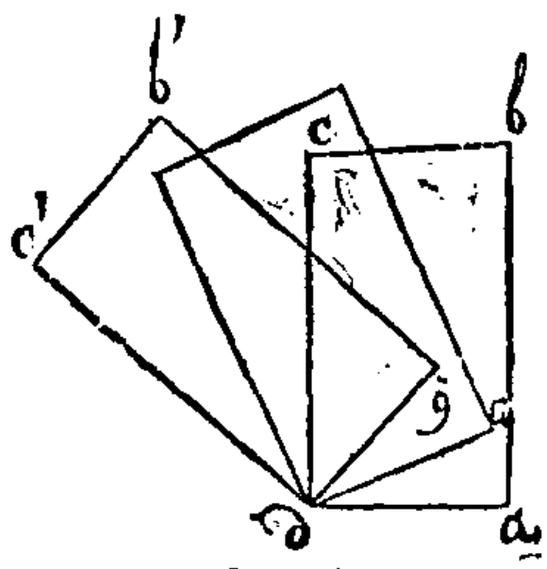


fig. 38.

(1) *Voir* le Mémoire cité plus haut.

position à celle indiquée par *d'a'b'c'*, où elle culbute nécessairement. Pour que le renversement ait lieu, il faut que le centre de gravité *c* de la bande ABED soit porté en C' au delà de la verticale AD. Or la valeur de l'angle C'AC dépend de la position de C, et par conséquent de la proportion qui existe entre AB et AD, c'est-à-dire entre la largeur et la profondeur du labour. Soit leur rapport égal à 4 : 3 ; prenant AD pour rayon, la tangente sera DE = AB ; nous aurons donc AB : R :: AD : tang. x, ou 4 : 1 :: 3 : tang. $x = 36°,52'$. Si donc nous élevons en arrière de la courbe héliçoïde du versoir une ligne sur le prolongement de sa base et inclinée de 30° environ sur le sol, et que nous unissions cette ligne avec la fin de la courbe du versoir par une surface gauche, nous aurons le tracé du prolongement. Ce prolongement ne nous paraît pas devoir excéder $0^m,1$ de longueur, par conséquent c'est à cette distance de l'extrémité postérieure de la base du versoir que la ligne devra être tracée. On aura ainsi le tracé en creux complet du versoir et de son prolongement.

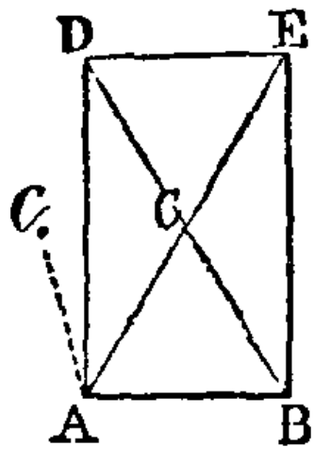


fig. 39.

Il est facile, dès lors, soit de prendre sur ce modèle un moule pour faire fondre le versoir, soit de s'en servir comme de mandrin pour diriger le forgeron qui le construira en fer battu.

SECTION II. — *Tracé du versoir paraboloïde.*

M. Olivier, ayant à rendre compte du versoir de M. Valcourt, indiqua une méthode mécanique pour le tracer. Supposez deux V réunis par une charnière de manière que l'un des V restant fixe, on puisse faire prendre à l'autre toutes les inclinaisons possibles. Si le V mobile se place dans le même plan que le V immobile, il représente un losange ; s'il se courbe sur

lui, il représente un angle. Si sur les côtés parallèles du losange *ab,dc* et *ad,bc* (*fig.* 40), on passe des fils de soie dans des trous percés dans la longueur des côtés, de manière à ce qu'ils restent fixés au côté *dc*, par exemple, et puissent s'allonger en glissant dans les trous du côté *ab*, ces fils figureront la génératrice du paraboloïde quand on fera tourner le V sur sa charnière [1].

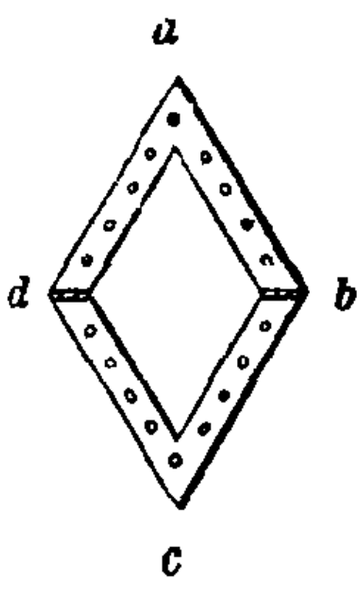


fig. 40.

C'est sur ce même principe que M. de Valcourt décrit son versoir. Il établit d'abord sous l'age la pièce de bois *bd*, que l'on nomme *gendarme*, à laquelle vient s'attacher le versoir en avant (*fig.* 41). Cette pièce de bois est un arc de cercle décrit avec un rayon égal à l'élévation de l'age au-dessus du sol, ou autrement la hauteur que l'on veut donner au versoir.

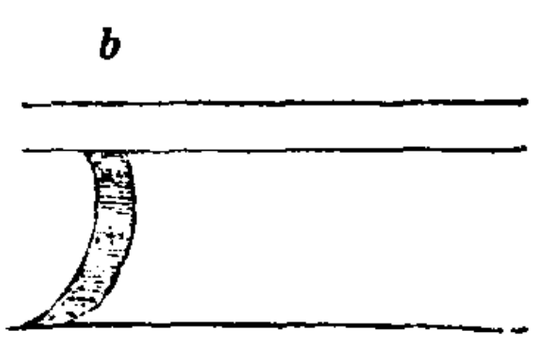


fig. 41.

Prenant alors, avec un compas, une longueur égale aux deux tiers de cette élévation, il la porte deux fois perpendiculairement sur le sol, à l'extrémité postérieure de l'age de F en C, et il forme les deux rectangles FGBE et BEDA [2]; il place alors une règle CD qui, de l'extrémité du gendarme C, forme la diagonale du second rectangle. Cette règle indique la base du versoir. Il place ensuite une autre règle qui, de l'angle A du rectangle, vient aboutir à la partie de l'age qui se trouve au-dessus de l'angle F du premier rectangle. On a ainsi deux règles qui se croisent obliquement et qui sont les deux directrices de la

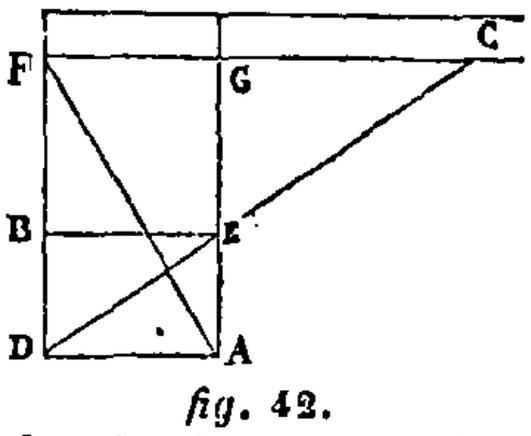


fig. 42.

(1) *Bulletin de la Société philomatique*, 1832, p. 184.

(2) Dans le cas où la largeur du labour est égale à deux fois sa profondeur, car la distance *fd* doit représenter la largeur du labour. On doit donc dire généralement que l'on porte de *f* en *d* une largeur égale à la largeur du labour.

courbe. Établissez alors d'autres règles horizontales qui partent de la règle CD pour s'appuyer aux différentes hauteurs sur la règle FA, et ces règles traceront la paraboloïde; il ne s'agira plus que de garnir leur intervalle de plâtre pour avoir le modèle du versoir.

Section III. — *Résistance du versoir occasionnée par le poids de la tranche de terre.*

Pour avoir le poids supporté par le versoir, il faut multiplier le poids du corps qu'il soulève par le cosinus de l'angle moyen d'inclinaison du plan qui, d'après notre construction, est de 31° environ; ainsi, supposons que le versoir ait $0^m,40$ de longueur, qu'il ouvre une raie de $0,^m25$ de largeur sur une profondeur de $0,^m20$, le cube de terre soulevée sera de $0,^m20000$ cubes. Si le mètre cube pèse 1200 kil., ce volume pèsera 24 kil., et nous aurons donc :

Log. de 24.	1,38021
Log. cos. de 31. .	9,93307
	11,31328

qui, diminué de 10, est le logarithme de $20^k,57$, poids qui charge la surface du versoir.

Le versoir paraboloïde fait l'effet d'un coin poussant latéralement la tranche de terre qu'il a atteinte. Or, dans le coin, la puissance est à la résistance dans le rapport des deux faces de coin où elles sont appliquées. Ainsi, dans la construction de M. de Valcourt, nous avons pour la largeur du versoir en arrière $FD = 2$, pour la distance de l'origine du versoir à sa partie postérieure $FC = 3$; donc l'hypothénuse DC qui représente la longueur du versoir est $\sqrt{4 + 9} = 3,614$. Nous aurons donc, pour exprimer la puissance nécessaire, à vaincre la résistance

$$P = \frac{2 + R}{3,614}$$

Si nous adoptons les mêmes dimensions que pour le versoir héliçoïde, nous avons

$$P = \frac{2 \times 24}{3,614} = 13^{k},5,$$

c'est-à-dire une résistance de $3^{k},47$ moins forte que pour ce dernier. Il est donc vrai de dire que le versoir paraboloïde exige moins de force de tirage que le versoir héliçoïde, mais dans une petite proportion comparativement à la force totale employée aux charrues.

Ce petit avantage n'est obtenu que parce que le versoir paraboloïde ne résout pas le problème qui avait été posé. En effet, nous avons vu qu'il ne s'agit pas seulement de déplacer une tranche de terre de droite à gauche, mais de *relever le prisme coupé par le soc en le forçant à s'incliner de manière à lui faire décrire un quart de révolution*, ainsi que l'avait si bien précisé Coriolis.

Section IV. — *Résistance occasionnée par les frottements.*

La résistance opposée par le frottement au mouvement de deux corps glissant l'un sur l'autre à la manière d'un traîneau poussé sur la surface de la terre est produite, on le sait, par l'emboîtement des aspérités des deux surfaces en contact, qui exige une force pour refouler les molécules saillants logés dans les pores l'une de l'autre.

Une série de belles expériences de M. A. Morin a prouvé 1° que le frottement était proportionnel à la pression ; 2° qu'il était indépendant de l'étendue des surfaces en contact ; 3° qu'il était indépendant de la vitesse du mouvement [1]. Pour chaque nature de surfaces frottantes, la résistance occasionnée par le frottement varie, puisque l'état de la surface varie aussi. Il y

(1) *Expériences sur le frottement,* par A. Morin.

a un plus grand nombre d'aspérités sur une planche dégrossie que sur celle qui est rabotée, et sur un disque de fonte brute que sur un disque de fer poli. Ces corps éprouvent moins de résistance en frottant sur un marbre poli que sur la terre hérissée de mottes, etc. Il faut donc chercher pour chaque état de surfaces le coefficient qui, multipliant le poids, doit indiquer la résistance. Les corps que nous employons pour la culture sont le bois et le fer. Voici les épreuves que nous avons faites au moyen d'une surface de bois et une autre de fer poli sur une terre labourée, mais dans un état moyen de tassement :

POIDS.	FORCE EMPLOYÉE.		COEFFICIENTS.	
	Fer.	Bois.	Fer.	Bois.
88^{k}	47,2	50	0,537	0,568
150	95,6	100	0,637	0,666
218	143,7	148	0,659	0,678
	Moyenne.		0,611	0,637

On peut remarquer que le coefficient augmente avec le poids, parce que les expériences de M. Morin sont faites sur des corps durs sans viscosité, ayant une élasticité suffisante pour reprendre leur premier état après la pression, tandis qu'ici la terre cède, mais s'attache au corps par une cohésion adhésive. Cet auteur avait trouvé $0^{m},48$ pour coefficient de deux surfaces de chêne glissant l'une sur l'autre, $0^{m},64$ pour le chêne debout sur calcaire dur, et de $0^{m},42$ du fer forgé sur ce même calcaire. Nous trouvons beaucoup moins de différence entre l'action du fer poli et celle du chêne uni.

SECTION V. — *Résistance occasionnée par le changement de figure du prisme de terre.*

En parcourant la surface du versoir, la bande de terre qui avait été coupée en forme de parallélipipède rectangle par le centre et par le soc est obligée de se mouler sur la surface

courbe qu'elle présente ; il y a donc un changement de forme, une désagrégation plus ou moins considérable de ses parties qui amène une résistance. Elle est la plus petite possible dans le versoir héliçoïde, d'abord parce que l'hélice est la courbe la plus courte que l'on puisse tracer sur un cylindre entre deux points donnés, ensuite parce que toutes les inclinaisons qu'elle présente à la surface inférieure de la bande étant égales, celle-ci parcourt l'héliçoïde avec le minimum de changement de figure.

Il en est autrement du versoir paraboloïde. D'abord sa directrice est nécessairement plus longue que celle de l'héliçoïde ; ensuite sa courbure diffère beaucoup plus du plan, et à mesure qu'elle est soulevée, la bande rencontre sans cesse de bas en haut de nouvelles inclinaisons ; il y a donc une plus grande résistance. Il est vrai que la bande étant tordue plus irrégulièrement, il en résulte une plus grande désagrégation des parties. Ainsi, si on laboure un gazon avec ce versoir héliçoïde, la bande retournée se trouve entière avec toute la terre qui est adhérente aux racines ; elle est beaucoup plus tourmentée par le versoir paraboloïde. Il y a des cultivateurs qui se félicitent de ce résultat comme ameublissant mieux le sol, mais il faut observer que l'émiettement n'est jamais que partiel, et bien loin d'être assez complet pour épargner les nouvelles façons que l'on est obligé de donner dans l'un et dans l'autre cas pour amener la terre à l'état d'ameublissement. Quoi qu'il en soit, rien n'a été fait jusqu'ici pour déterminer la partie du travail mécanique qui se rapporte à ce genre de résistance, et dans nos expériences on la trouvera confondue avec les autres.

Section VI. — *Les buttoirs.*

Un buttoir est un instrument composé de deux versoirs montés sur un age. Dans ceux de ces instruments qui sont le

plus soignés, les versoirs peuvent s'écarter postérieurement pour ouvrir un sillon plus large, soit en tournant sur une charnière placée à leur point de réunion, soit sur une charnière placée à l'origine de chacun d'eux. On place quelquefois un soc et même un coutre en avant du versoir; l'instrument devient une véritable charrue à deux versoirs. Tel est le buttoir de M. Mathieu de

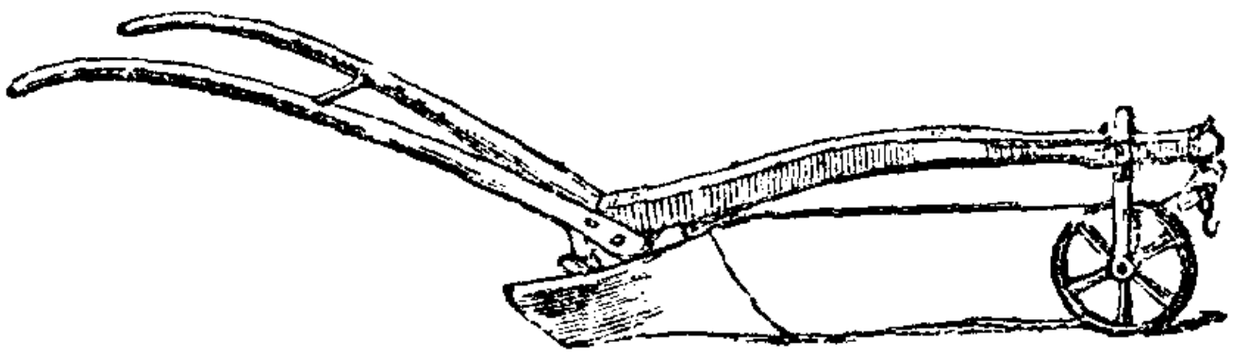


fig. 43.

Dombasle[1] (*fig.* 43), tel est aussi celui de M. Rozé[2] (*fig.* 44).

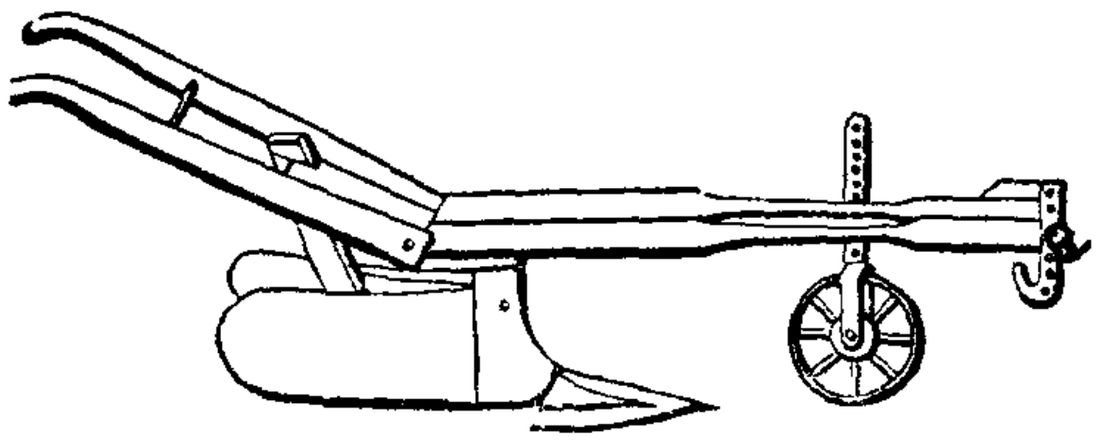


fig. 44.

Mais comme le buttoir est destiné à passer dans les intervalles des plantes disposées en lignes, intervalles constamment ameublis par des houes à cheval ou des scarificateurs, il peut être composé seulement des deux versoirs, précédés d'une roue qui sert à assurer la marche, comme dans le buttoir Rozé.

Ramené à cette simplicité, le buttoir est d'un usage continuel dans les pays où la culture des plantes à butter (le maïs, la pomme de terre) est très étendue; il économise beaucoup de travail et de temps.

I. Un buttoir du poids de 30 kil., dont les versoirs héliçoïdes avaient $0^m,50$ de longueur, a été mis en mouvement dans une terre labourée de $0^m,110$ de ténacité, pour y tracer un

(1) *Roville*, t. VII, f. 3. *Maison rustique*, f. 250.

sillon et rejeter les deux tranches qui en provenaient sur les côtés; le sillon avait $0^m,20$ de profondeur et $0^m,35$ de largeur. Les formules que nous avons adoptées nous donnent les chiffres suivants :

1° Charge de chaque versoir, une tranche de terre des dimensions suivantes : $50 \times 17,5 \times 20 = 17,500^{cc}$ de terre pesant $1,100^k$ le mètre cube, ou, pour chaque versoir, $13^k,62$; pour les deux versoirs	27^k24
2° Frottement, $13,62 \times 0,61$; pour chaque versoir, 8,31; pour les deux versoirs.	16,32
3° — de l'appareil chargé de la terre, $57,24 \times 0,61$.	34,90
	78,76

La machine, mise en mouvement par un cheval marchant à la vitesse de $0^m,92$ par seconde, exigeait un effort de 82 kil. ou $75^{km},4$ par mètre.

II. Nous avons alors rapproché les deux versoirs de manière à ne plus former qu'un sillon de $0^m,20$ de largeur ; nous avons eu alors :

1° Charge de chaque versoir : $50 \times 10 \times 20 = 10,000_c$ du poids de 11 kilogr. qui, multipliés par le cosinus de 31°, nous donnent $7^k,78$; pour les deux versoirs.	15^k56
2° Frottement, 4,74.	9,18
3° — sur le sol par le poids de l'instrument, $45,56 \times 0,61$.	27,79
	52,83

La machine mise en mouvement, marchant avec la vitesse de $1^m,10$ par seconde, exigeait un effort de 50 kil., ce qui nous a donné $55^{km},1$ par mètre.

III. Enfin nous avons cru devoir faire varier la profondeur du sillon ; nous l'avons réduite à $0_m,16$.

1° Le cube de terre était pour chaque versoir de $50 \times 10 \times 16 = 8000^c$ et la pesanteur $8^k.8$, qui, multipliés par le cosinus de 31°, donnent $6^k,23$; pour les deux versoirs.	12^k46
2° Frottement, 3,80.	7,60
3° — de l'instrument	25,90
	45,96

La machine mise en mouvement marchait avec la vitesse

de $1^{m},20$ par seconde, et exigeait un effort de 35^{k}, qui nous donnent 41^{km} par mètre au lieu de 46. Il semble que la rapidité de la machine diminue les frottements sur le sol.

Le chiffre élevé de la résistance de l'outil chargé en comparaison de celle de l'ouvrage fait par l'outil non chargé nous indique assez qu'il faut alléger autant que possible la monture de cet instrument; le moyen d'y parvenir est de le faire en fer forgé, qui a beaucoup de ténacité pour de petites dimensions. On se procure ainsi des buttoirs de 20 kil. On voit qu'à $0^{m}16$ de profondeur le travail du buttoir peut être fait commodément par un petit cheval.

CHAPITRE V.

Instruments qui coupent la terre verticalement, horizontalement, et qui la retournent par une action continue (Charrue).

Section I^re^. — *Disposition relative des outils.*

L'araire de Virgile, comme celle du sud de l'Italie, de l'Afrique et de la Provence, n'est encore qu'un soc pointu avec deux oreilles en orme de coin qui repoussent la terre sur les côtés. Mais enfin, et l'on ne saurait en fixer l'époque précise, on comprit que pour parvenir à une culture parfaite il fallait réunir ensemble tous les effets des outils élémentaires : couper verticalement la terre, comme le faisait le coutre, la séparer des couches inférieures par une section horizontale, comme le faisait le soc, enfin la retourner au moyen du versoir ; et l'on eut enfin la charrue, instrument par excellence de l'agriculture. La théorie de la charrue, sur laquelle on a tant écrit et tant raisonné, n'est ainsi que la réunion de la théorie de tous ces instruments. Il ne s'agit plus pour nous, après tout ce qui

précède, que de combiner l'action du coutre, du soc et du versoir de manière à ce qu'ils ne se contrarient pas ; puis de les soumettre à l'action d'une force agissant dans la meilleure direction possible.

Nous faisons précéder les autres parties de la charrue par le coutre, parce que son action est complétement indépendante des deux autres. Si le soc agissait le premier, sa monture aurait à faire l'action du coutre lui-même, puisque dans son mouvement de progression en avant il rencontrerait la couche de terre qui lui ferait obstacle. Le soc marche ensuite, pour que le versoir n'ait qu'à soulever et non à arracher la bande de terre qu'il soulève ; enfin le versoir marche à la suite du soc. Tel est en effet l'arrangement adopté pour combiner ensemble l'action des différentes pièces de la charrue.

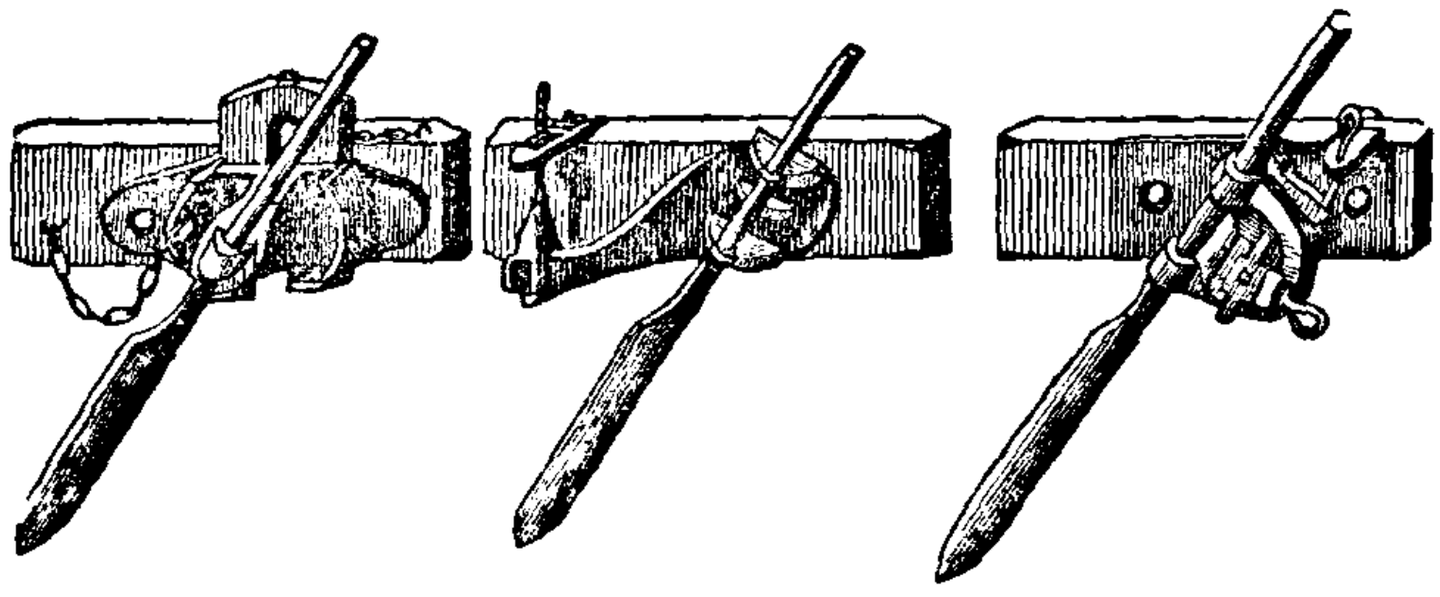


fig. 45.

Le coutre doit avoir à peu près une longueur égale à la profondeur que l'on veut donner au labour, pour qu'il puisse détacher de sa voisine la bande de terre à enlever. M. Mathieu de Dombasle voudrait qu'il ne pénétrât pas au delà de la moitié de la profondeur du labour [1] ; mais il y a alors, de la part du versoir, une action d'arrachement de la bande qui exige plus de force que celle d'une simple section, surtout quand le terrain est herbeux et compacte. Dans les terrains légers et sablonneux, le coutre devient inutile, puisque les particules de terre

(1) *Annales de Roville*, tome IV, p. 413.

ont peu d'adhérence entre elles et que le versoir les enlève facilement. Dans les terrains pierreux il est nuisible, parce qu'il trouve sur son chemin des obstacles qui l'arrêtent ou le brisent; mais, hors ces deux cas, on doit faire précéder l'action du soc par celle du coutre, et lui donner une longueur telle qu'il aille à peu près joindre la pointe du soc.

Le coutre doit avoir son fil dans la direction de la marche de l'instrument et non pas oblique, comme on le place quelquefois quand sa position sur la monture ne permet pas de lui faire atteindre la direction de la pointe du soc; il vaut beaucoup mieux, pour remédier à ce défaut, se servir d'un coutre coudé, qui ramène le couteau sur la ligne directrice de la charrue, ou le placer au milieu de l'age.

fig. 46.

Le soc doit avoir la même largeur que la partie la plus avancée du bord inférieur du versoir, sans quoi le versoir trouverait encore une résistance latérale qu'il ne pourrait vaincre que par un arrachement ou une compression.

On adapte à la charrue un soc formé par un triangle rectangle coupant par son hypothénuse; cette partie du soc *abc* prend le nom d'aile du soc. La tige postérieure *bd*, qui a pour but de fixer le soc à la monture de la charrue, s'appelle la *souche* (*fig.* 47, 48, 49).

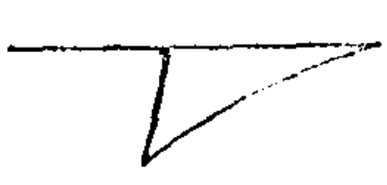


fig. 47.

fig. 48.

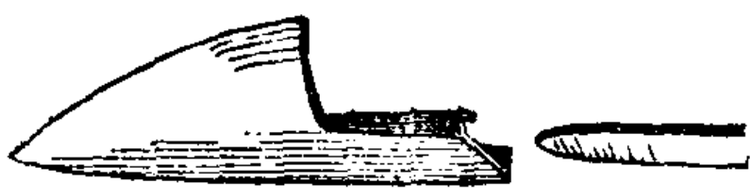


fig. 49.

On comprend que la charrue traçant des sillons côte à côté, pour pouvoir toujours verser la terre dans le vide, son soc ne

doit avoir qu'un côté tranchant, et elle doit n'avoir qu'un seul versoir, du côté où se trouve le sillon qui précède celui que l'on ouvre. La bande A doit être versée dans le vide B (*fig.* 50), puis la bande D sera versée dans le vide qui avait été laissé par l'enlèvement de A, et ainsi de suite.

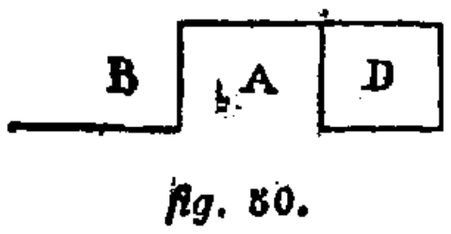


fig. 50.

Le versoir doit être une surface continue avec le tranchant du soc; son bord inférieur doit donc venir s'appliquer très près de ce tranchant. Si ce n'était l'usure plus rapide du soc et la nécessité de le changer ou de le travailler pour le regarnir d'acier, tandis que le versoir dure autant que la charrue, on pourrait fabriquer d'une seule pièce ces deux outils élémentaires.

Quelle doit être la proportion du versoir avec les autres pièces de la charrue? Les uns veulent que sa hauteur soit égale à la largeur du soc, ou pour mieux dire à celle du labour, puisque c'est la tranche ainsi coupée qui doit s'appliquer à sa surface et qu'il est chargé de renverser. Ceci est vrai pour le versoir héliçoïde; mais le versoir paraboloïde ne couchant pas la tranche de terre détachée sur sa surface, et se bornant à la culbuter par un mouvement de pression, doit avoir pour hauteur, non la largeur, mais la profondeur du labour, pour qu'aucune partie de la tranche ne se renverse en dedans par-dessus son bord.

SECTION II. — *Moyen d'attache des outils.*

La disposition relative des outils qui composent la charrue étant ainsi déterminée, il faut examiner les moyens par lesquels ils sont fixés solidement à la place marquée; en un mot, il faut décrire la monture qui forme le corps de la charrue.

Pour parvenir à ce but, on fait un assemblage solide de

quatre pièces de bois (*fig.* 51 et 52) : la première *ab* se nomme l'age; elle se prolonge en avant pour recevoir les palonniers où sont attelés les chevaux; elle est souvent traversée par le coutre. Les deux pièces *ac*, *df* sont appelées les *étançons;* l'étançon antérieur prend aussi le nom de *gendarme;* il sert d'appui à la partie antérieure du versoir; les étançons lient l'age avec la quatrième pièce inférieure *cf* que l'on appelle le *sep* et à laquelle on assujettit la souche du soc par des anneaux, par des brides, des coins, ou en l'emboîtant dans la souche par le moyen de sa construction évidée en arrière. Le versoir est maintenu en arrière à la distance nécessaire de l'age par un *arc-boutant,* partant de l'age ou de l'étançon postérieur.

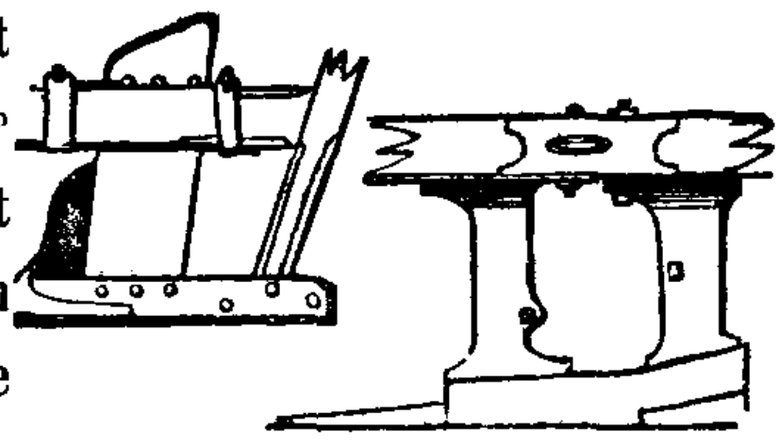


fig. 51. *fig.* 52.

fig. 53.

Ces dispositions générales, qui font comprendre le bâtis ordinaire de la charrue, peuvent être modifiées d'un grand nombre de manières que nous indiquerons plus tard, après avoir complété la description de la charrue.

Section III. — *Application de la force à la charrue.*

La charrue présente ainsi trois résistances différentes : l'une placée sur le milieu de la base du soc, la seconde sur le milieu du tranchant du coutre, la troisième au centre de gravité de la tranche de terre qui monte le long du versoir. La ligne de tirage doit être le prolongement de la résultante des résistances.

Supposons que le soc, large de $0^m,280$, occasionne une résistance de 256 kil., que le coutre en occasionne une de 137, et le versoir une autre de 19 kil.; on observe que la ligne directrice de la résistance du soc passe par le milieu de sa base

par *ab*, que celle du coutre passe par le bord extérieur du soc; enfin, que celle du versoir, qui a la même largeur que le soc, passe aussi par le entre du soc; nous aurons donc, pour les résistances passant par ce dernier point, $256 + 19 = 275$, et pour celles passant par le bord extérieur du soc, 137. Dans ce cas, la résultante passera par les $\frac{137}{275}$ de $0^m,140$ qui séparent les deux résultantes de la résistance, ou à $69^{mill},8$ du bord extérieur du soc, et non sur la directrice de l'age qui est aussi celle de ce bord. Mais ces résistances n'agissent pas sur le même plan horizontal.

fig. 54.

La ligne de résistance du coutre est au milieu de sa longueur, et si le labour a $0^m,16$ de profondeur, le centre de la résistance sera à $0^m,08$ au-dessus du soc. Le versoir héliçoïde ayant $0^m,28$ de hauteur, la résistance sera à $0^m,14$ au-dessus de l'horizontale passant par le plan du soc. Ainsi le point de la résistance sera, entre le soc et le coutre, les $\frac{137}{256}$ de 8 c. ou à $42^{mill},6$ au-dessus du milieu de la partie agissante du coutre, ou à $37^{mill},4$ au-dessus du plan du soc. Là se concentrera une résistance de $137 + 256 = 393$. Nous trouvons le point de la résistance entre la résistance du versoir 19^k et celle-ci; en prenant les $\frac{19}{393}$ de $102^{mill},6$ qui les séparent, nous avons $4^{mill},9$; ainsi le centre de gravité des résistances est placé à $37^{mill},4 + 4^{mill},9$ au-dessus du niveau du soc, ou à $42^{mill},3$; et comme nous l'avons trouvé à $69^{mill},8$ du bord extérieur du soc, c'est à ce point, situé à $42^{mill},3$ au-dessus du soc et à $69^{mill},8$ de son bord extérieur, que, dans une charrue ainsi conformée, devrait être attachée une force tirant horizontalement pour faire équilibre à la résistance de la charrue.

La position du centre de gravité des résistances changerait en faisant varier les termes du calcul; ainsi la dimension des éléments de la charrue, la profondeur et la largeur du labour, la ténacité de la terre, sa pesanteur étant changées, le centre de

gravité serait immédiatement transporté ou plus à droite ou plus à gauche, ou plus haut ou plus bas. Il y a plusieurs de ces termes qui restent fixes pendant l'exécution du même travail, mais la ténacité de la terre peut varier à chaque instant. Ainsi, bien que l'on puisse prendre des mesures assez précises pour attacher la force au centre de gravité moyen de l'instrument pendant le travail, on ne peut prévoir toutes les variations que la disposition des couches de terre, la présence de pierres ou de racines dans le sol amèneront dans la ténacité. Il y a donc aussi des moyens passagers, transitoires à employer pour maintenir la charrue dans sa direction quand ces obstacles se présentent. Nous allons examiner les uns et les autres.

SECTION IV. — *Moyens permanents de faire varier le point d'application de la force* (*régulateur*).

Une charrue vient de labourer un terrain qui se trouve précisément dans l'hypothèse que nous avons posée dans l'article précédent ; son soc éprouvait une résistance de 256 kil., son coutre de 137 kil., et son versoir une résistance de 19 kil. Nous avons vu que le point où se réunissaient les résultantes de ces diverses résistances se trouvait à $69^{mill},8$ du bord extérieur du soc, et à $42^{mill},3$ au-dessus du plan de ce même soc. La ténacité de la terre était alors de $0^{m},020$. Mais si cette ténacité tombe à $0^{m},040$, le soc n'oppose plus qu'une résistance de 111 kil., le coutre de 82, le versoir de 15. Le centre de gravité de ces résistances n'est plus le même, il n'est pas même proportionnel aux changements survenus dans la ténacité ; et si l'on refait le calcul dont nous avons indiqué le résultat plus haut, on trouvera que la ligne directrice des forces horizontales passe à $92^{mill},6$ du bord extérieur du soc, et les résistances verticales à $51^{mill},7$ au-dessus du plan du soc. Il faut donc déplacer la ligne de tirage, l'éloigner du bord extérieur du soc et en même temps l'élever au-dessus de son niveau ; sans cette précaution, la

charrue marche de travers, puisque ses résistances tendent toujours à contrarier l'effort de la puissance. Ainsi, pour la même charrue, un changement de ténacité de la terre change le point d'attache de la force ; une modification dans la profondeur ou la largeur du labour produirait le même effet.

Si l'age porte sur un avant-train à roues, on modifie la ligne de tirage en hauteur au moyen d'une simple cheville en fer qui retient la chaîne servant à rattacher l'avant-train à l'age de la charrue. (*fig.* 55). Cette cheville, plantée dans des trous placés plus en arrière ou plus en avant, tend à rapprocher ou à éloigner l'avant-train de la charrue, et par conséquent à augmenter ou à diminuer l'angle du tirage. On se sert aussi de différents moyens mécaniques (*fig.* 56, 57, 58) pour élever l'age, qui porte sur la

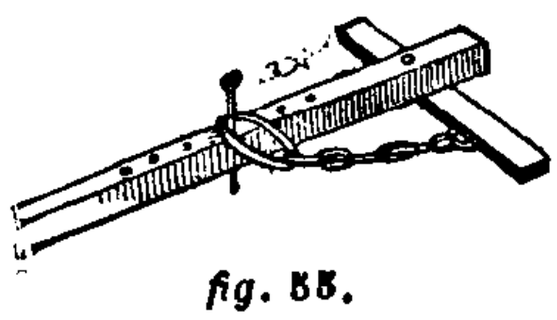


fig. 55.

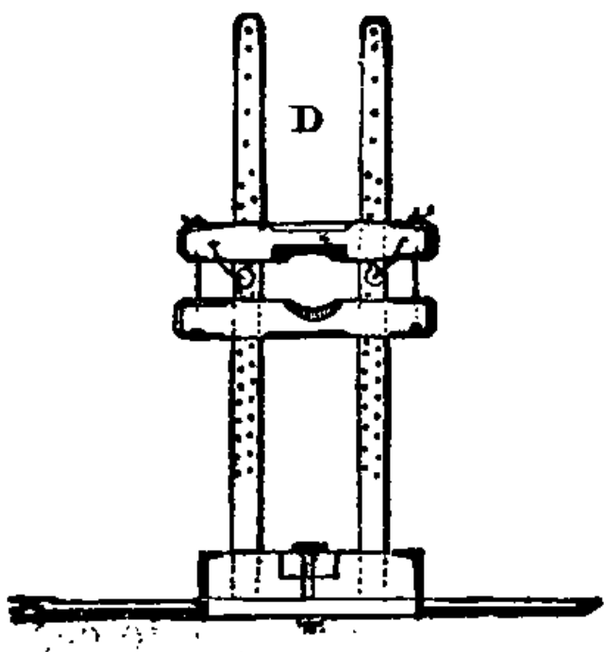


fig. 56.

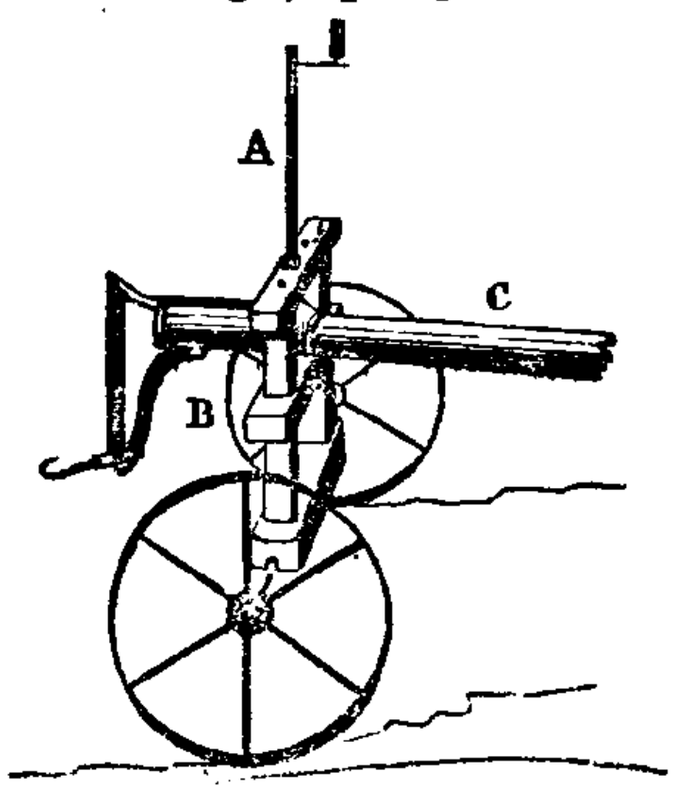


fig. 57.

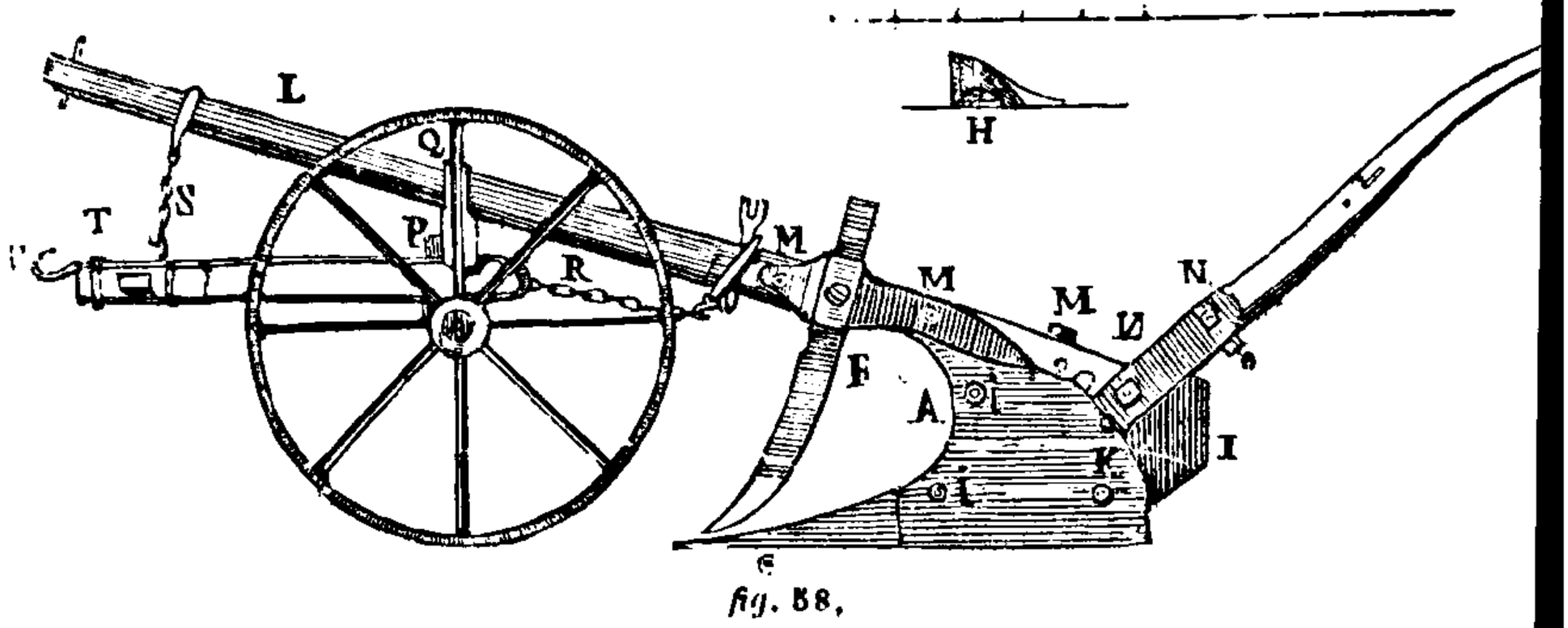


fig. 58.

pièce de l'avant-train que l'on nomme sellette; moyens mécaniques très variés et qu'il est très facile de concevoir d'après les figures ci-contre Le mode le plus solide et le moins compliqué est toujours celui que l'on doit adopter dans les instruments de travail agricole. Dans les charrues à avant-train, on s'est peu occupé de faire varier la direction latérale; les résistances que l'on éprouve dans ce sens ne sont pas très sensibles, étant contenues par la marche des roues; mais elles n'en existent pas moins et contribuent à des pertes de forces et à des irrégularités de labour qu'il serait facile de signaler. Cet inconvénient est inévitable, car le laboureur ne se sert de régulateur que quand la marche oblique de son instrument l'avertit du vice de sa ligne de tirage, et comme ici rien ne vient le mettre en garde, une disposition qui lui permettrait de faire mouvoir l'age sur la sellette à droite et à gauche et qui combattrait ce défaut lui serait inutile, parce que le défaut serait inaperçu par lui.

Pour les charrues sans avant-train, on a imaginé plusieurs espèces de régulateurs très simples pour modifier la ligne de tirage, soit latéralement, soit de haut en bas.

Le plus connu est celui représenté dans la figure ci-contre (*fig.* 59). La branche horizontale glisse à volonté dans une mortaise placée à l'extrémité de l'age pour faire varier ainsi la direction latérale de la ligne de tirage; la branche verticale CD porte une crémaillère qui l'élève ou l'abaisse, suivant que la chaine d'attache est passée dans une dent plus ou moins élevée.

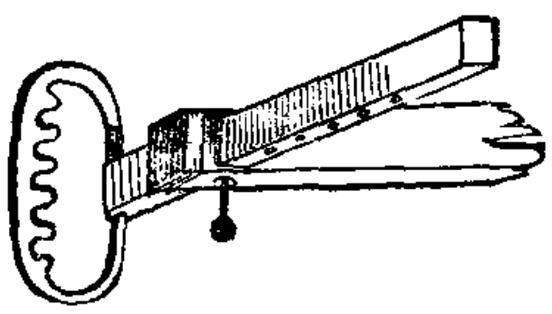


fig. 59.

Le régulateur le plus commun, qui consiste en un anneau fixé plus ou moins près de l'extrémité de l'age par une cheville en fer remplissant le même office si sa partie inférieure était taillée à crémaillère,

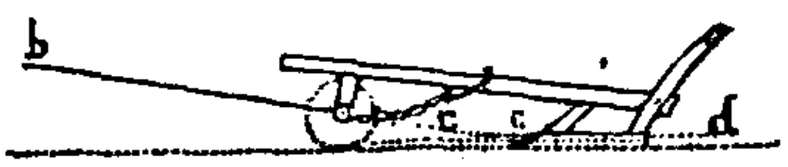


fig. 60.

donnerait l'écartement transversal, tandis que la position plus ou moins avancée de l'anneau donnerait l'écartement vertical,

Mais on peut aussi régler l'élévation du point d'attache au moyen d'une roue ou d'un sabot placé en avant de l'age, et pouvant s'élever ou s'abaisser au moyen d'un montant garni de trous que l'on fixe à l'age par une cheville en fer qui le traverse. Il suffit ensuite d'un régulateur à crémaillère latérale, comme on le voit (*fig.* 61), pour déterminer le point d'attache à droite ou à gauche.

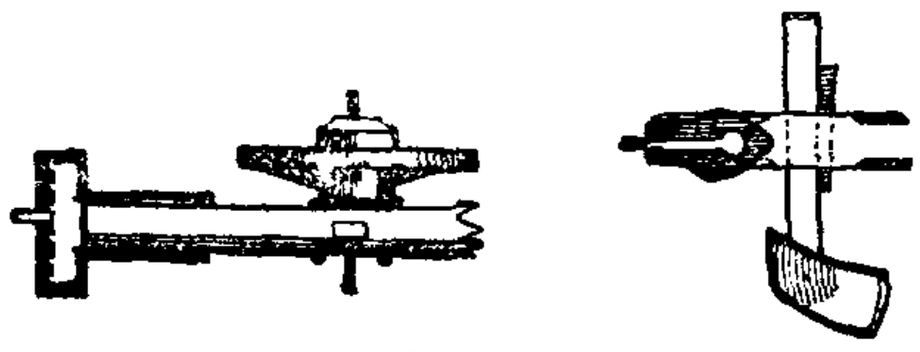


fig. 61.

Par ce moyen et par une foule d'autres que l'on peut aisément imaginer, le cultivateur ne tarde pas à reconnaître, après avoir fait quelques pas, les vices du tirage; il voit si sa charrue pique trop en terre, ce qui indique que le point d'attache est trop élevé, ou si la pointe du soc se relève et refuse de mordre, ce qui est le signe qu'il est trop bas; il s'aperçoit si sa charrue marche de travers et tend à faire des sillons plus larges que le soc, parce que l'oreille agit alors comme coin sur la terre non détachée, ou si, au contraire, elle marche de travers dans le sens opposé et tend aussi à faire des sillons plus larges et des tranches mal versées par le frottement de la pointe postérieure du sep, tandis que l'extrémité postérieure du versoir se dérobe. Dans les deux cas, le tirage augmente sensiblement.

C'est à tort que les cultivateurs veulent changer la largeur de leurs sillons au moyen de leurs régulateurs; ils n'y parviennent alors qu'en produisant l'un ou l'autre de ces effets pernicieux, et c'est cependant ce que recommandent presque tous les traités de culture. La largeur du sillon doit toujours être déterminée par la largeur du soc marchant dans une direc-

tion perpendiculaire à sa base. Quand on veut changer la largeur du sillon, il faut changer de soc et proportionner l'évasement du versoir à cette largeur. Toute autre manière d'opérer est fautive et entraîne un travail imparfait et une grande déperdition de force.

SECTION V. — *Moyens transitoires de faire varier les points d'application de la force (manches).*

Nous avons dit que dans son mouvement la charrue éprouvait des résistances variables de moment en moment, causées par les changements qui surviennent dans la ténacité du sol et aussi dans les obstacles que rencontrent le soc et le coutre, tels que les pierres et les racines qui se trouvent dans l'intérieur de la terre ; que ces résistances, qui se répartissent diversement sur les trois outils élémentaires, changent le centre des résistances, et par conséquent le point où doit se faire l'application de la force ; qu'ainsi la charrue la mieux réglée pour l'état moyen de la pièce de terre que l'on cultive et pour la profondeur que l'on veut donner au labour se trouve néanmoins incessamment dérangée par ces variations accidentelles. Il y avait deux moyens d'y pourvoir ; le premier et le plus simple, c'était d'appliquer à la charrue une force intelligente qui intervînt selon le besoin, pour corriger ce que sa marche avait de trop irrégulier ; le second consistait dans la multiplicité et la solidarité de plusieurs socs, de plusieurs versoirs, de plusieurs coutres, qui, marchant de concert et embrassant une certaine largeur, trouvant par conséquent des obstacles différents, se compensassent les uns les autres et se maintinssent dans une direction moyenne. C'est ce que l'on appelle les charrues polysocs. Nous allons examiner ces deux solutions. Commençons par celle qui consiste dans l'application de la force de l'homme à la charrue. Si l'on adapte derrière l'age

deux longs leviers en bois qui s'élèvent jusqu'à hauteur d'appui de l'homme, on lui donne le moyen de peser sur l'arrière du sep quand la pointe du soc tend à s'enfoncer, de soulever le sep quand le soc tend à sortir de terre, de le diriger à droite ou à gauche selon la tendance instantanée qu'il montre pour s'écarter dans une direction contraire. Ces leviers portent le nom de *manches* ou *mancherons* de la charrue. Les manches varient de longueur selon les différents pays; ils n'ont d'ordinaire que 2 mètres à partir du sep, et on leur en a donné jusqu'à 3 en les inclinant davantage. En qualité de levier, leur longueur augmente leur puissance; mais aussi les longs manches exigent de plus grands mouvements de la part de l'ouvrier et ne transmettent pas ses efforts avec la même promptitude que ceux qui sont plus courts.

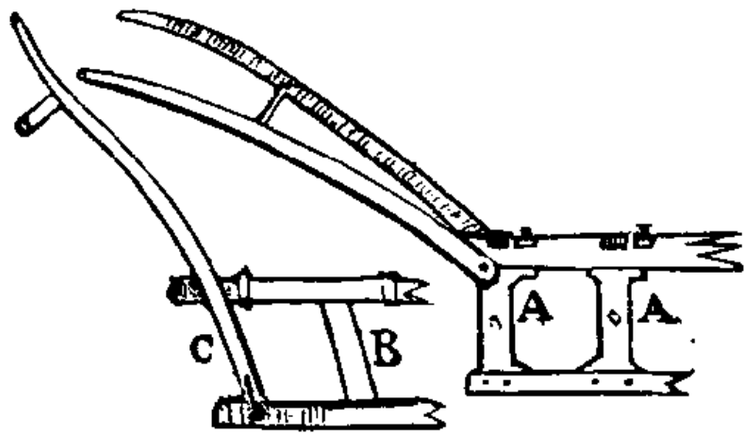


fig. 62.

On n'adapte souvent qu'un seul manche aux charrues légères, à celles qui sont destinées à cultiver des terrains ameublis dès longtemps et amenés à un état parfait d'homogénéité qui ne laisse pas prévoir de fréquentes déviations. Alors le laboureur, appuyant sa main gauche sur le manche, se sert de la droite pour tenir les rênes des chevaux. Mais le plus souvent les charrues ont deux manches; les rênes sont passées dans leur enfourchure, et il est rare que l'on ait à s'en servir beaucoup, les animaux employés aux labours étant ordinairement dociles, et leur route étant toute tracée par le sillon précédemment creusé.

Section VI. — *Direction de la force appliquée au centre des résistances.*

La question de la charrue serait ici terminée si l'on pouvait appliquer au centre de résistance ainsi déterminé une force

tirant parallèlement à l'horizon ; telle serait une corde tournant autour d'un treuil et attachée à ce centre que nous avons déterminé. Toute la charrue consisterait alors dans la réunion de trois outils et d'un anneau propre à recevoir l'extrémité de la corde (*fig.* 63). C'est sur ce principe qu'ont été construites les

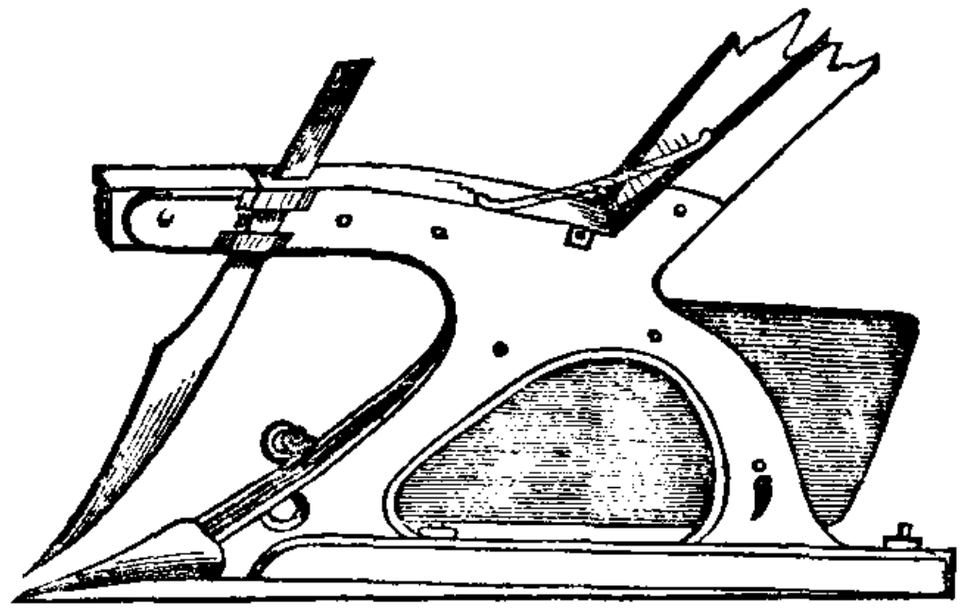


fig. 63.

charrues à treuil. Telle était celle de Bierley, qui avançait de 125 mètres par heure avec une force calculée de 699^{k} par seconde, ce qui résulterait de l'effort de 15 $\frac{1}{2}$ chevaux marchant à la vitesse d'un mètre. En ayant égard à la perte de force occasionnée par le treuil, la roideur des cordes, leur frottement sur le sol, etc., cette charrue emploierait une force équivalente à celle de 32 chevaux ; il y aurait la moitié de la force perdue. C'est toujours ce qu'il y a à craindre dans l'emploi de machines qui

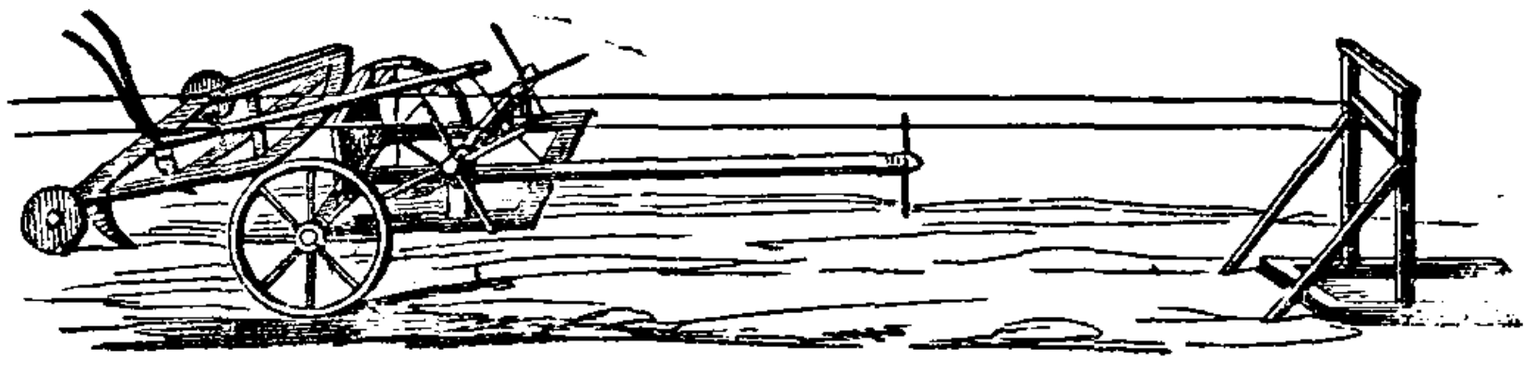
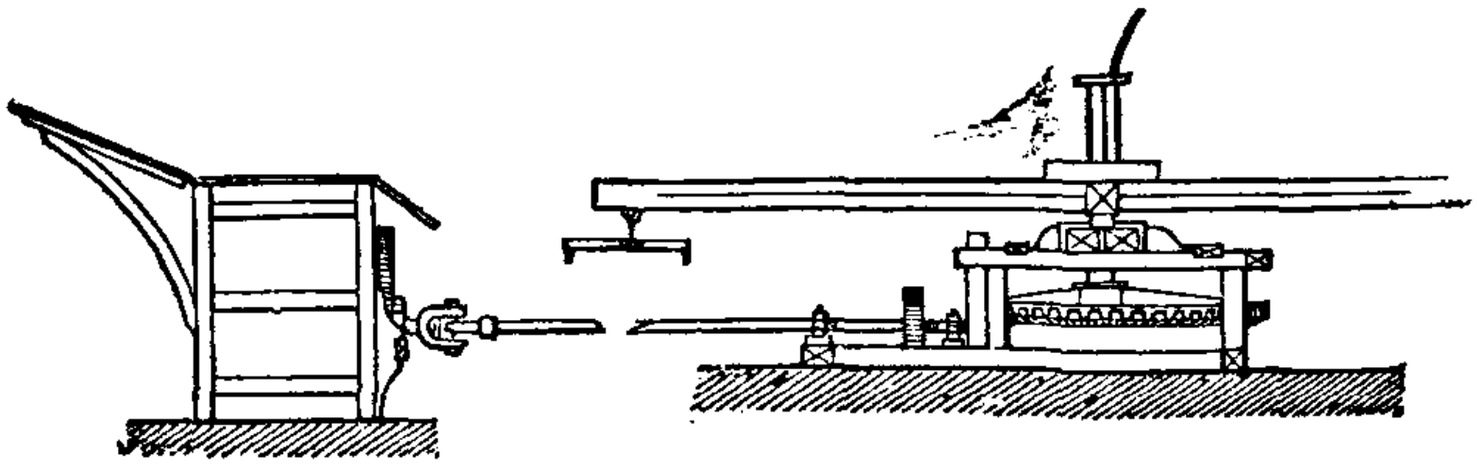


fig. 64.



servent d'intermédiaires éloignés entre la force et la résistance. Nous avons vu aussi des charrues à treuil employées à l'arrachement de la garance ; un âne ou un faible cheval ouvrait un sillon pour lequel il avait fallu employer 24 chevaux. La corde, en s'enroulant sur un tour, diminuait la force de tirage nécessaire, mais en augmentant en proportion le temps employé à faire l'ouvrage. On n'ouvrait en une heure qu'un sillon de 160 mètres de longueur, et, au bout de chaque sillon, il y avait beaucoup de temps perdu pour remettre la charrue en place, comme elle le devait être pour commencer un nouveau sillon. Il y avait à peu près moitié d'économie sur le travail fait à bras, mais il fallait près de 10 journées pour labourer 1 hectare, que les 24 chevaux auraient labouré en 12 heures avec à peu près la même dépense. En 1841 M. Georges fit fonctionner un treuil sur une charrue à la Dombasle; il traça, dit-on, en 18 minutes, trois sillons parallèles de 16 mètres de longueur, ayant $0^m,22$ de largeur et tout autant de profondeur ; six hommes manœuvraient le treuil en se relayant. Ce treuil avait $3^m,30$ de diamètre, et les hommes agissaient sur un levier qui, au point d'appui de leurs mains, avait $1^m,50$ de longueur. Si nous supposons que la terre eût une ténacité de $0^m,050$, la résistance de cette charrue devait être de 206 kilogr., qui est la force d'à peu près 4 chevaux ordinaires. Ces chevaux auraient labouré en 8 heures de travail l'étendue de 33 ares au moins[1]. La charrue en question n'avait pu les labourer qu'en 62 heures. Pour comparer le prix des deux travaux, il suffit de mettre en comparaison 32 heures d'un cheval et 372 heures d'un homme. Mais si, au lieu de 6 hommes, on eût employé 1 cheval, l'on voit encore que le mécanisme du treuil aurait occasionné une perte de moitié sur la force employée. Il est donc toujours désavantageux de se

(1) Laur, *Culture de la garance.*

servir de ces instruments intermédiaires, comme nous l'avons dit plus haut. Un tel mode de culture ne peut convenir qu'à de petits propriétaires isolés qui ne pourraient réunir, pour accomplir des opérations difficiles, les forces qui leur seraient nécessaires. Nous devons donc préférer avant tout l'application directe de la force au centre de la résistance.

Ce sont ordinairement des quadrupèdes qui sont employés pour tirer la charrue ; mais alors le point de départ de la force, le poitrail du cheval ou la nuque des bœufs, se trouvent placés au-dessus du point de la résistance. La direction de la force n'est donc pas horizontale et parallèle au chemin à faire parcourir à l'outil, qui est le fond du sillon : elle est oblique, et par conséquent il y a toujours décomposition de la force, dont une partie est employée à soulever la charrue. Ainsi supposons que la force nécessaire pour surmonter la résistance C (*fig.* 66) soit égale à 4 ; si la force, au lieu d'agir dans la direction CD, agit dans la direction AC faisant un angle de 15 degrés avec la ligne DC, nous trouverons, en construisant le parallélogramme des forces, qu'une partie de la force égale à AD est employée à soulever la charrue, tandis qu'une autre force égale à DC est employée à la faire avancer. Il faut donc faire DC = 4, et pour trouver la valeur de AC nous aurons :

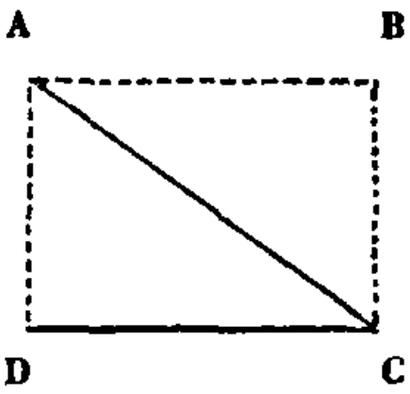


fig. 66.

$$AC = \frac{R \times DC}{cos.\ 15^o}$$

Et dans ce cas :

$$AC = \frac{R \times 4}{cos.\ 15^o} = 4{,}62.$$

Ce n'est donc plus seulement 4 de force, mais 4,62 qui doivent être appliqués au point C, sous l'angle de 30° pour surmonter la résistance de 4 dans la direction horizontale. C'est un septième de la force en sus. Le cheval, en outre, supporte sur

sa nuque un poids représenté par AD, que l'on obtient par cette formule :

$$AD = \frac{sin.\ C. \times EC}{sin.\ A}.$$

Dans le cas ci-dessus nous avons AD = 1,07. Le cheval supporte ainsi un poids vertical égal au quart de la force nécessaire au tirage.

Le plus grand mal n'est pas dans cette augmentation de force exigée du moteur, mais il vient de ce que la décomposition des forces se fait sur les épaules ou sur la nuque en y pesant. Dans le cas que nous venons de décrire, avec un septième de la force totale, le cheval devient à la fois un cheval de bât et un cheval de trait. Une force le sollicite dans le sens de la pesanteur, tandis qu'il doit progresser en avant. Plus l'angle de tirage est ouvert, plus il s'éloigne de l'horizontale et plus cet effet devient sensible. Il est toujours exprimé, comme nous l'avons vu, par le quotient de la force requise divisée par le cosinus de l'angle de tirage.

Nous avons supposé, dans ce que nous venons de dire, que la charrue continuait à se maintenir dans sa position horizontale; mais, étant composée de deux pièces inflexibles, le sep et l'age, réunies sous un angle, la force étant attachée à l'extrémité de l'age et la résistance à l'extrémité du sep, voici ce qui doit arriver : d'après les principes de la mécanique, la force se transmet en ligne droite à la résistance, et quand elle trouve un angle sur son chemin, elle imprime au système un mouvement de rotation tel que la rectilinéité soit rétablie. Si le système est inflexible et n'obéit pas au mouvement de rotation, la force se décompose en

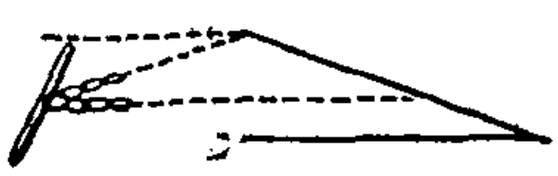


fig. 67.

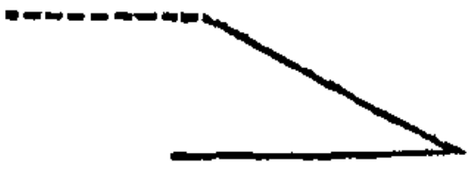


fig. 68.

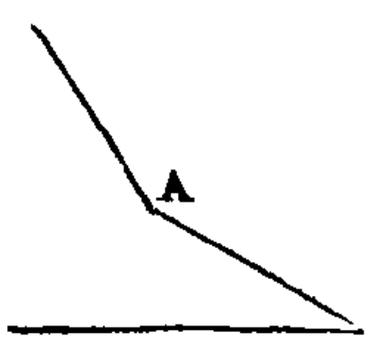


fig. 69.

arrière de l'angle. Ainsi, soit *ab* l'age, *cb* le sep, *f* le point

de départ de la force, *c* le centre de la résistance; si *f* tire sur le point *a* où elle est attachée sous un angle plus petit que l'angle *b*, elle tendra à faire tourner le système sur le point *c* et fera piquer la pointe du soc en terre; si l'angle est plus grand, et c'est ordinairement ce qui a lieu, la force fera tourner le système sur le point *b*, et tendra à faire sortir le soc de terre.

Il fallait remédier à ces inconvénients. Le premier moyen que l'on a employé a été l'application de la force de l'homme à l'extrémité des manches de la charrue, qui soulève la pointe du soc en pesant sur eux, ou les maintient en terre en les soulevant. Ces deux mouvements sont alternativement nécessaires à cause de la variation de ténacité et du déplacement continuel du centre des résistances. Ce moyen est très efficace, puisqu'il remédie instantanément à la succession d'accidents que manifeste la marche de la charrue, sans beaucoup augmenter la force de tirage nécessaire; mais aussi il est pénible, il rejette sur l'homme une partie de la fatigue dont il se croyait déchargé par l'invention de la charrue : aussi n'a-t-on pas tardé à recourir à d'autres moyens pour éviter cette intervention.

Voici comment on a raisonné : pour diminuer et même pour rendre inutile le travail de l'homme, il ne s'agit que de rendre impossible le mouvement de rotation de la charrue sur la pointe du soc ou sur le talon du sep, ainsi que les mouvements latéraux occasionnés par les changements de ténacité des terrains. Si nous attachons l'age à un avant-train porté sur des roues, assez résistant pour que les efforts qui tendraient à l'abaisser ne puissent pas le faire fléchir et pour que les mouvements latéraux soient impossibles, dès lors la charrue reste en terre dans sa position horizontale et dans la direction de la force, et l'homme n'est plus que le spectateur tranquille de sa marche, se bornant à diriger les chevaux en ligne droite. De plus, les chaînes d'attache passant par l'essieu se trouveront à peu près à la hauteur du poitrail du cheval, qui tirera presque horizontalement, et le

collier, n'étant plus sollicité en contre-bas, ne pèsera plus sur lui. C'est ainsi que l'on a passé de la charrue sans avant-train, improprement appelée *araire* (celui-ci n'étant autre chose que le soc sans versoir), au système de la charrue à avant-train. Un des deux avantages a été obtenu. Le soulagement des hommes est certain. Quant aux chevaux, on a supprimé la pression de bas en haut qu'ils éprouvaient, et c'est un grand soulagement; mais l'on n'a pas changé la perte de force qui a lieu par l'effet du tirage angulaire. En supposant que l'épaule du cheval ou le point de départ de la force soit en *f*, le centre de la résistance en *c*, la direction du tirage devrait être *ac*, et la partie de la force agissant verticalement est égale à *fa*. La même force étant transportée en *d* sur la sellette de l'avant-train, que nous supposons établie à la hauteur de l'épaule du cheval, la partie de la force agissant verticalement est représentée par *bd*, qui est égal à *fa*. La décomposition des forces qui se fait sur l'avant-train est donc la même que celle qui se faisait sur l'épaule du cheval; la perte est donc la même pour le tirage, en supposant que l'angle de tirage restât le même; mais on conçoit que l'avant-train, en écartant les chevaux de la charrue, tend à diminuer cet angle. On a de plus cependant le frottement occasionné par le poids de l'avant-train chargé de cette partie de force perdue. Ici, comme dans la charrue sans avant-train, c'est la longueur des traits, la diminution de l'angle que fait la ligne avec l'horizon, qui peut seulement diminuer cette déperdition de force.

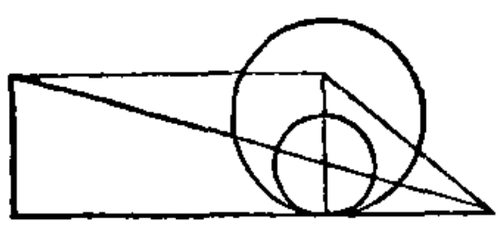


fig. 70.

Mais ce qui augmente surtout la résistance, c'est l'inflexibilité de la charrue; contenue sur l'avant-train par les liens qui l'assujettissent, elle ne peut plus dévier ni tourner les obstacles: il faut qu'elle les surmonte. Le soc ou le sep tendant à sortir de terre, il faut qu'elle les maintienne. On fait donc un tra-

vail plus régulier, mais avec un emploi de force plus irrégulier. La force de tirage varie sans cesse ; il faut des coups de collier, des efforts fréquents pour maintenir la charrue dans sa direction, à cause des variations qu'éprouve son centre de résistance.

Si l'assemblage de la charrue avec l'avant-train était absolument inflexible, elle rencontrerait souvent des obstacles insurmontables. C'est ce que l'on a éprouvé toutes les fois que l'on a voulu rendre trop intime l'adhérence de l'age et de l'avant-train, comme, par exemple, quand on a placé l'age carré entre deux montants serrés présentant une ouverture carrée (*fig.* 71). Il faut laisser un certain jeu à l'age sur la sellette de l'avant-train, et réserver encore au laboureur quelque emploi de sa force et de son intelligence sur les manches de l'instrument. Les leviers latéraux de Grangé (*fig.* 72), qui lient la charrue à l'avant-train, l'un par-dessus et l'autre par-dessous, dispensent sans doute le

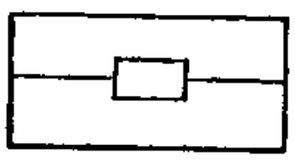


fig. 71.

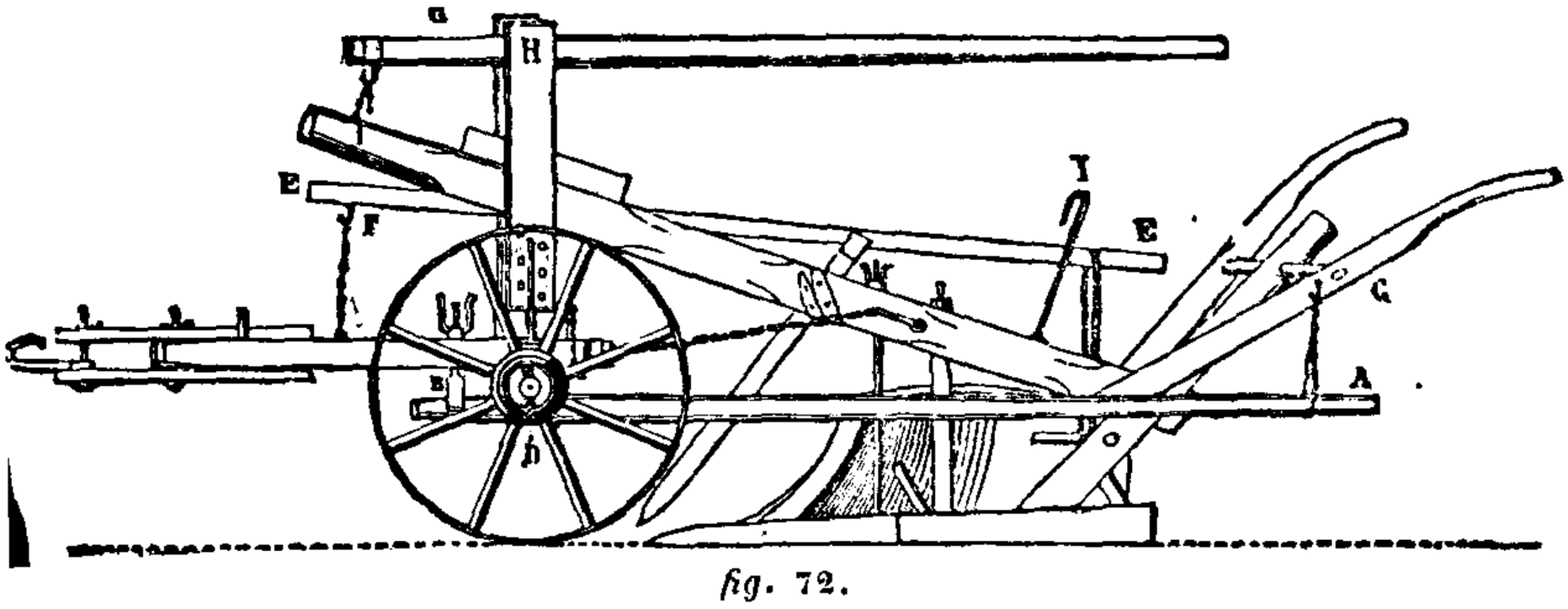


fig. 72.

laboureur de toucher aux manches pour abaisser ou relever la charrue, mais n'agissent pas pour prévenir les mouvements latéraux qui tendraient à la faire dévier à droite ou à gauche.

Le troisième moyen employé pour régulariser la marche de la charrue consiste dans l'emploi simultané de socs accouplés qui, ne rencontrant pas tous ensemble les mêmes accidents de terrain, compensent leurs irrégularités l'une par l'autre. Plus les socs sont nombreux, et plus on a de chances d'obtenir

l'effet désiré et d'avoir une charrue qui marche régulièrement sans l'intervention de l'intelligence et de la force de l'homme.

Les polysocs convenablement construits devraient effectuer le même labour que les charrues isolées et décharger complétement le laboureur de tout travail de force ; il n'aurait plus qu'à conduire ses chevaux. Un seul laboureur suffirait pour conduire plusieurs socs, tandis que chaque charrue exige le sien; enfin la régularité du labour devrait être beaucoup plus grande. Il y a bien longtemps que l'on a eu cette idée ; elle remonte à Jacques Bresson, qui en 1578 fit graver une charrue à plusieurs socs dans le *Recueil de Béroalde*. Nous nous bornons à présenter à nos lecteurs le trisoc de Bedfort, qui donnera une idée de tous les autres (*fig*. 73 et 74).

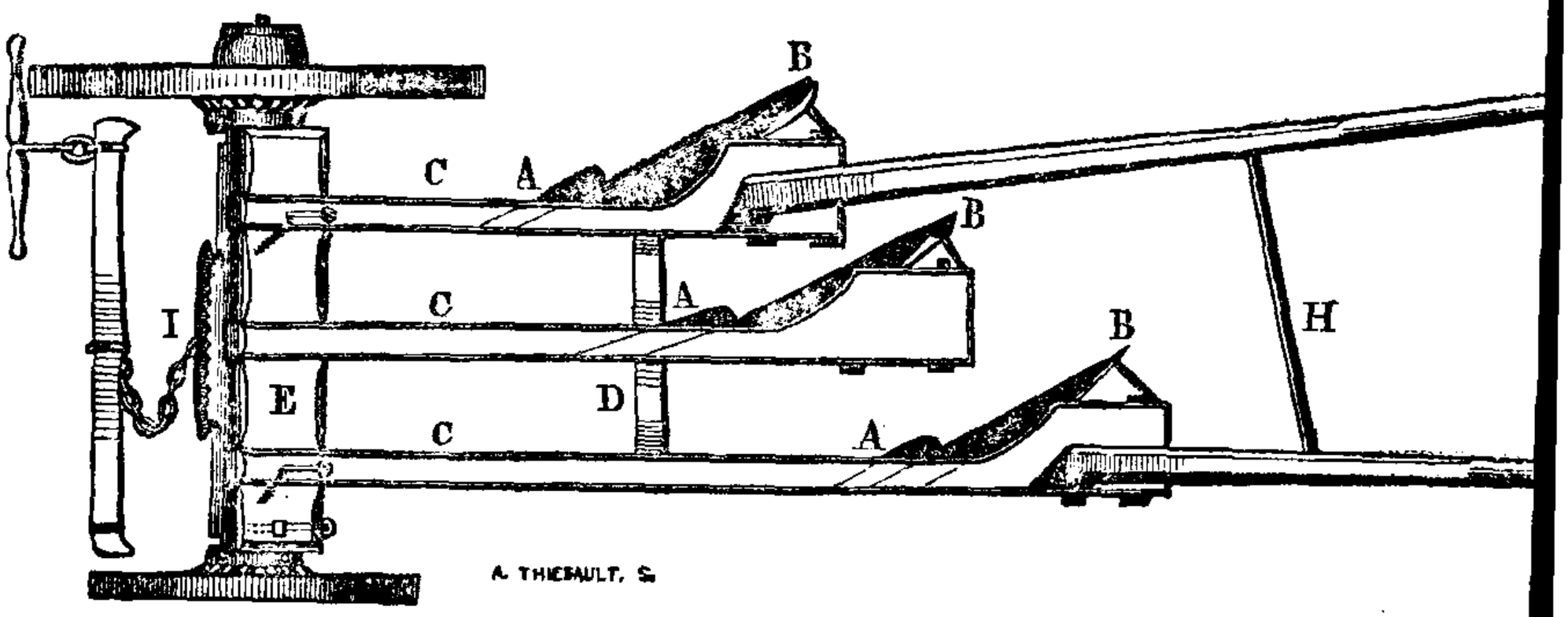


fig. 73.

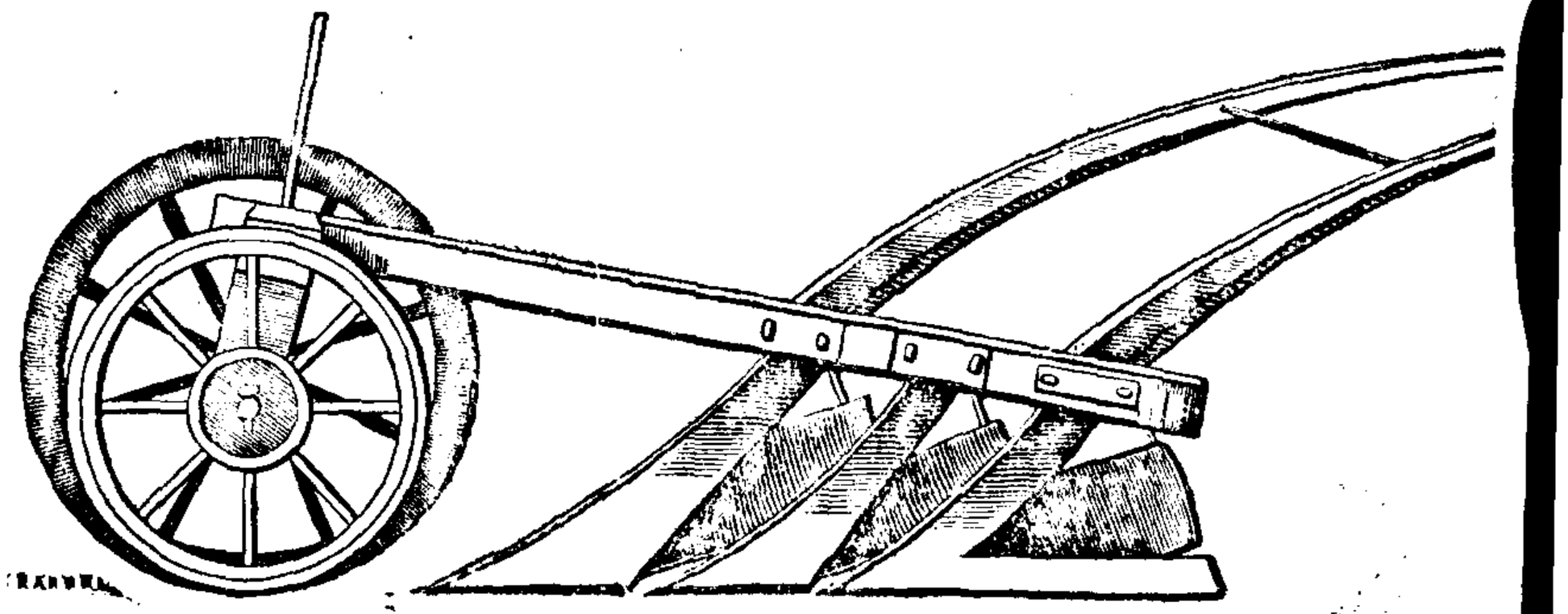


fig. 74.

Les polysocs construits jusqu'ici paraissent conserver encore une partie des défauts des charrues, soit par la difficulté de régler leur entrure, de les faire prendre en terre et de les relever, soit parce que les déviations de direction de l'avant-train sont fréquentes, et qu'alors elles agissent sur les socs, qui sont maintenus en terre d'une manière presque inflexible par la ténacité du sol et occasionnent de très grandes pressions latérales qui augmentent la résistance ou qui peuvent aller jusqu'à briser le sep. Ces difficultés, que le laboureur a senties sans pouvoir s'en rendre compte, sont sans doute la cause de l'abandon où l'on n'a pas tardé à laisser ces machines.

Le polysoc de M. Godefroy (*fig.* 75 à 78) est une véritable machine de précision. Il a obtenu ces avantages surtout par la combinaison des trois roues indépendantes les unes des autres, et pouvant s'élever et s'abaisser selon la profondeur des labours. Les versoirs jettent la terre à droite ; la première roue, que l'on appelle *roue supérieure,* marche à gauche sur le terrain non labouré; la seconde, la *roue conductrice,* placée à droite et en avant, parcourt le dernier sillon fait, et la roue suivante le sillon qui se fait au fur et à mesure qu'il est ouvert. Ces trois roues suivent donc trois traces différentes, mais parallèles entre elles. La roue conductrice, engagée dans le sillon déjà ouvert et ne pouvant pas s'en écarter, assure la direction invariable de l'intrument; les deux autres roues ne font que le soutenir. Ainsi plus de déviation possible à droite et à gauche. La facilité que l'on trouve à régler l'élévation des roues permet d'établir la parfaite horizontalité de tout le système, et par conséquent l'égalité d'entrure des socs. Nous ne pouvons entrer ici dans le détail de toutes les parties si bien combinées de cette machine, dont la vue ou au moins le dessin en grand et la description pourraient seuls faire connaître tout le mérite. Un seul laboureur la dirige sans difficulté en conduisant les chevaux, qui ne peuvent s'écarter de la direction, con-

FIG. 75. — *Plan général.*

On voit qu'en plan la charrue forme, par les points que représentent ses trois roues, un espace de triangle rectangle dont on augmente ou diminue le petit côté selon qu'on varie l'écartement des socs.

FIG. 76. — *Élévation latérale de la charrue du côté du terrain non labouré.*

On voit que malgré la différence horizontale de la ligne de parcours d'une des roues avec les deux autres, la charrue conserve son horizontalité à l'égard de ses agents principaux ou de ses pièces d'action sur la terre.

FIG. 77 et 78. — *Vue de la charrue par devant et par derrière.*

On voit la roue supérieure marcher sur le terrain non labouré et être suivie d'un des socs, la roue conductrice parcourir le dernier sillon fait, et la roue suivante parcourir le dernier sillon au fur et à mesure qu'il se fait.

Nota. Les mêmes lettres indiquent les mêmes pièces dans les diverses figures, et les *petites* lettres n'indiquant que des accessoires sont à peu près inutiles.

A. Flèche ou maître-age, toutes les pièces de l'appareil viennent y aboutir.

B. Grande branche du parallélogramme formant porte-soc.

C. Petite branche du porte-soc.

D. E. Pièces en bois fixées par l'une de leurs extrémités : la première à l'essieu vertical de la roue supérieure qui la traverse, et l'autre à l'essieu de la roue conductrice qui la traverse également. Ces pièces, libres à leurs autres extre-

mités, sont contiguës l'une à l'autre et glissent l'une contre l'autre en sens opposé. Elles sont ceintes, sans en être serrées, par le double collier du régulateur de la chaîne d'attelage qui glisse lui-même sur elles.

Ces deux pièces servent à rapprocher ou éloigner — comme à maintenir au point où on le veut — le porte-soc de la flèche.

F. Support qui part du dessous de la flèche à laquelle il adhère, passe au-dessous de la première branche du porte-soc pour soutenir la seconde.

G. Epars ou traverse s'allongeant ou se raccourcissant au moyen d'une vis *fixe* à écrou *mobile*.

H. Maître palonnier. I I I. Petits polonniers.

J. Vis *fixe* à écrou *mobile* réglant l'écartement des deux branches du timon.

C'. Vis *fixe* à écrou *mobile* faisant aller et venir le régulateur de la chaîne de tirage.

L. Essieu vertical de la roue conductrice. — M. *Id.* de la roue supérieure.

N. *Id.* de la roue suivante.

O. Roue conductrice. P. Roue supérieure. Q. Roue suivante.

R. Timon de la roue conductrice. S. Timon de la roue supérieure.

Ces deux timons sont unis par leurs extrémités antérieures au moyen de l'épars.

V. Bielle qui met les trois roues en communication et les rend solidaires.

Y. Régulateur de la chaîne d'attelage. Z. Crémaillère longeant l'essieu M.

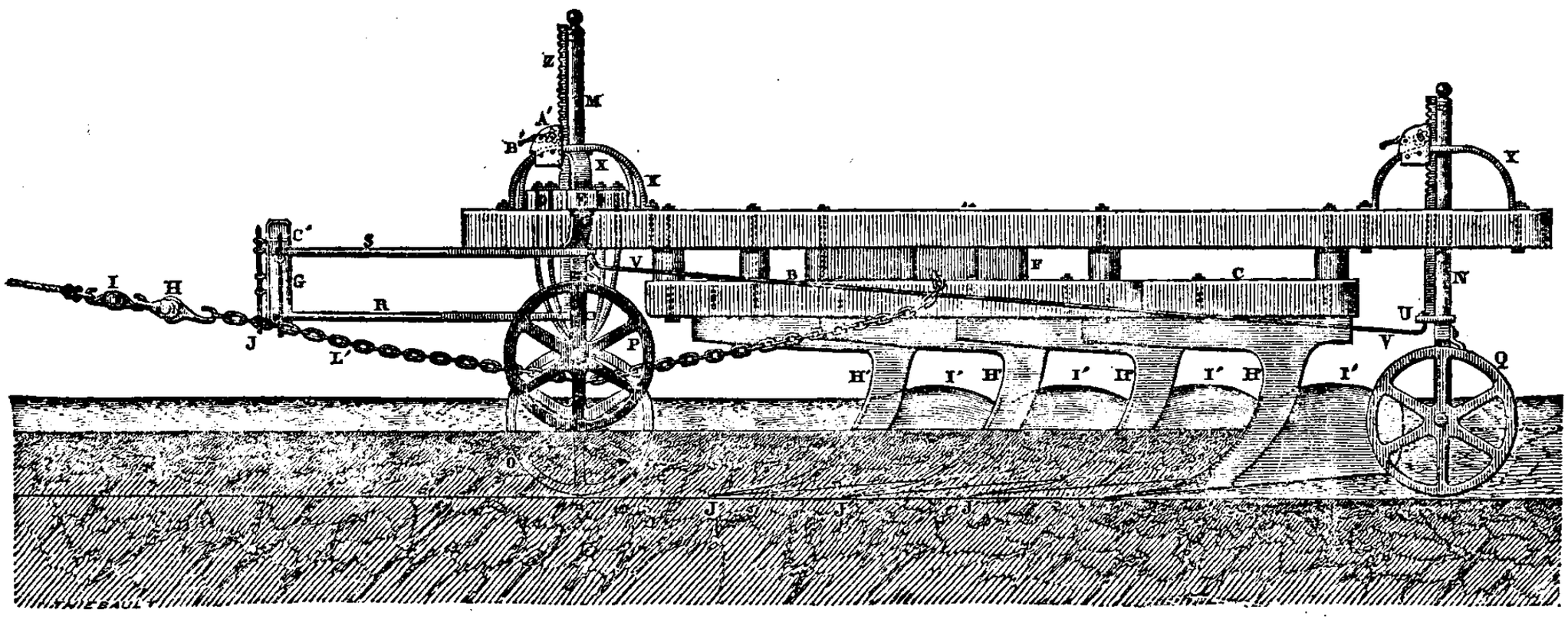
A'. Pignon de la cremaillère Z. B'. Declic du pignon A'.

Ces trois pièces, qui se trouvent auprès de chaque essieu vertical, servent à élever, abaisser et fixer au point où on le veut l'appareil au-dessus des roues.

G' G' G' G' Ages en fonte
H' H' H' H' Gorges des ages } mêmes pièces.

I' I' I' I' Versoirs hélicoïdes en tôle. J' J' J' J' Socs en fer.

L' L' Chaîne d'attelage.



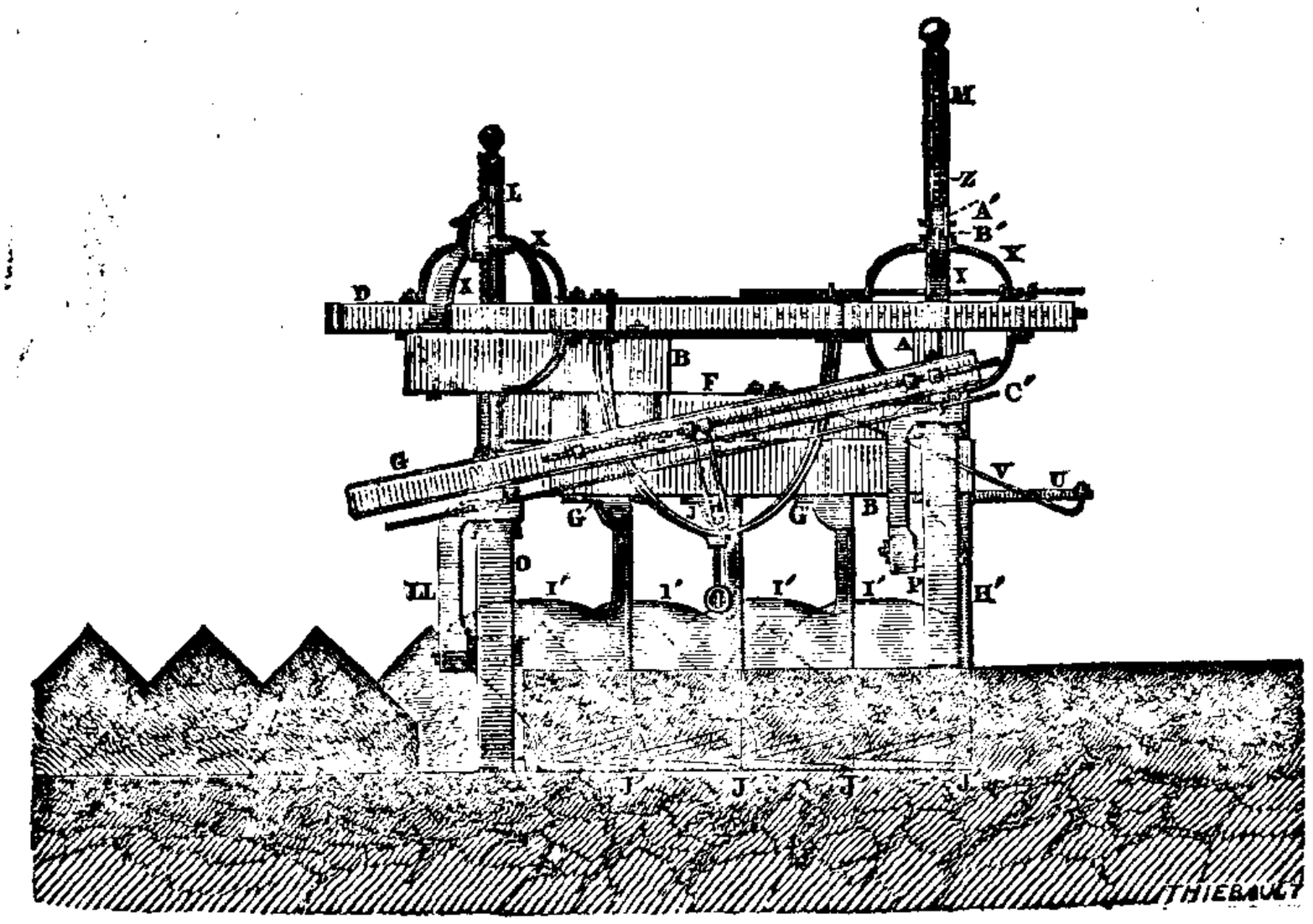


fig. 77.

fig. 78.

traints qu'ils y sont par la résistance des deux roues conductrices et de la suivante. La machine n'a pas plus de poids que trois charrues et n'exige pas une plus grande force de tirage. Elle peut travailler à toute profondeur, selon la largeur que l'on donne aux socs et la hauteur que l'on donne aux versoirs; on peut lui faire prendre instantanément plus ou moins d'en-

trure; on peut la retirer de terre, ce que l'on fait d'ailleurs au bout de chaque sillon, le tout sans aucun effort et par des moyens mécaniques très simples; enfin elle est très solide. On sent en outre tout l'avantage qu'il y a, dans les grandes exploitations, à pouvoir économiser le travail de plusieurs hommes nécessaires pour mener trois ou quatre charrues. Telles sont les qualités que l'expérience a forcé de reconnaître quand elle a été mise en action [1].

SECTION VII. — *Force additionnelle nécessaire pour vaincre la résistance de l'avant-train.*

Nous avons indiqué dans l'article précédent la formule au moyen de laquelle on détermine la force supplémentaire relative à l'angle que fait la ligne de tirage avec l'horizon au point du centre des résistances et celle qui pèse verticalement sur le cheval et qui, ici, va peser sur l'avant-train; il faut ajouter à ce poids celui de l'avant-train lui même. Pour y parvenir, il suffit d'apprécier ce qui a lieu pour le tirage d'une voiture d'un pareil poids sur le genre de terrain où se font en général les labours. Nous avons choisi à cet effet un terrain que nous appellerons *assaisonné,* parce qu'il est dans l'état le plus favorable à ce genre de travail. Il cède un peu sous les roues, mais sans qu'il se forme une ornière. Les essieux des avant-trains sont rarement bien conditionnés; on les fait le plus ordinairement en bois et on ne les graisse jamais. C'est un tort : des essieux de fer de petite dimension coûteraient peu, dureraient beaucoup plus, et nécessiteraient moins de tirage. Dans les conditions ordinaires, un avant-train exige un tirage représenté par les 0,08 de son poids; s'il était construit avec les con-

(1) *Voir* la notice sur le polysoc autorecteur. Cette machine, présentée à l'exposition de l'industrie, mais non essayée, y était connue sous le nom de *charrue monstre.*

ditions indiquées, il n'en exigerait probablement que 0 ,04. On fait des avant-trains trop massifs dont le poids égale quelquefois celui de la charrue (*fig.* 79), tandis qu'il est facile, en faisant

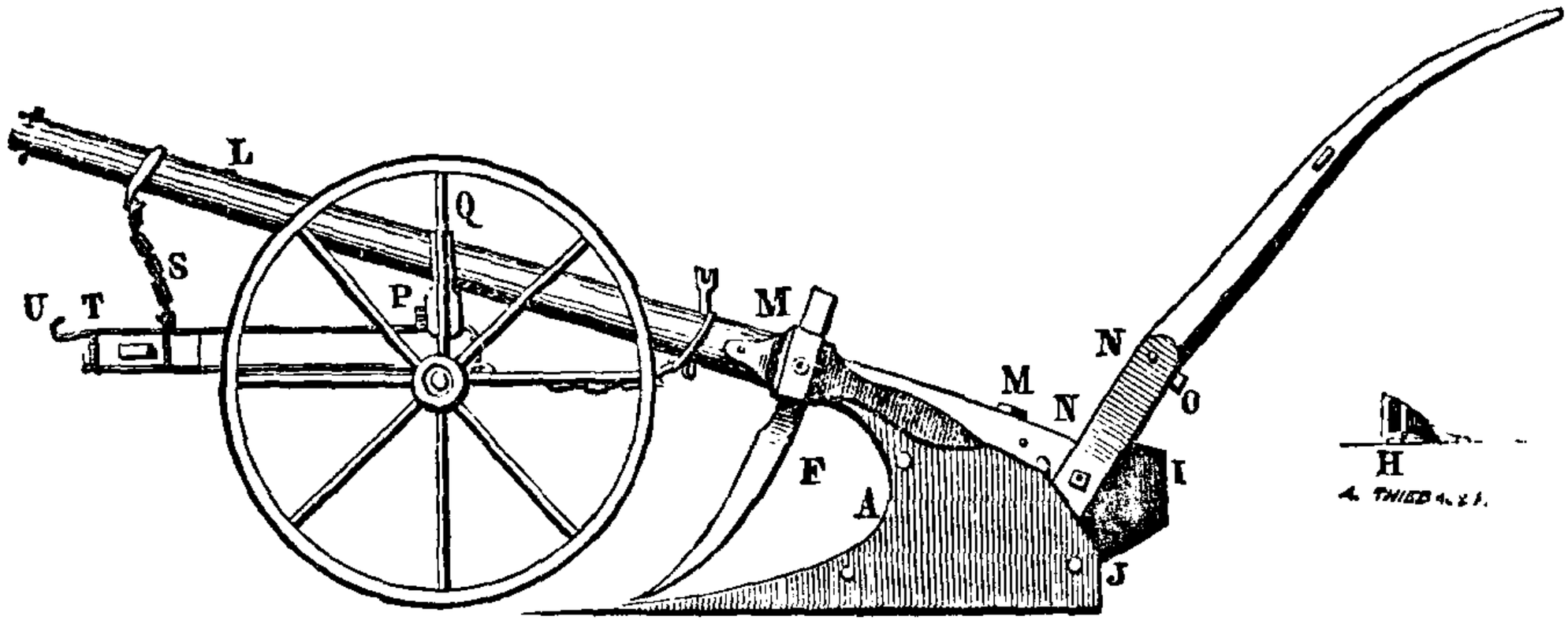


fig. 79.

plusieurs pièces en fer, ainsi que les essieux, d'avoir des avant-trains légers qui n'excéderaient pas 30 kilogr. de poids. Supposons maintenant une charrue qui exige 300 kilogr. de tirage. La ligne de tirage présente un angle de 15° avec l'horizon au centre de la résistance. Nous avons, pour le poids vertical AD pesant sur l'avant-train :

$$AD = \frac{sin.\ 15 \times 300}{sin.\ 75} = 80^{k},4,$$

qui, ajoutés à 60 kilogr., poids supposé de l'avant-train, $= 140^{k},04$, lesquels, multipliés par le coefficient 0,08, nous donnent pour force additionnelle de tirage $11^{k},20$. Ainsi, en supposant que l'angle du tirage fût le même dans les deux cas de la charrue avec ou sans avant-train, les chevaux, au nombre probablement de quatre, auraient supporté chacun, avec la charrue sans avant-train, une pression verticale de 20 kilogr. sur leur nuque, on leur aurait fait porter ce poids outre la force déployée pour la traction ; dans le second cas, ils ne sont soumis qu'à un excédant de moins de 3 kilogr. d'effort de tirage sans charge verticale.

Cette proposition est vraie dans le cas où le rayon des roues de l'avant-train est d'une hauteur égale au poitrail du cheval, et où celui-ci tire horizontalement. Mais le plus souvent, pour alléger l'avant-train et le rendre moins coûteux, ses roues sont basses, et alors il y a une nouvelle décomposition de forces qui s'opère sur l'essieu, parce que l'effort tend à soulever l'avant-train et le poids qu'il supporte.

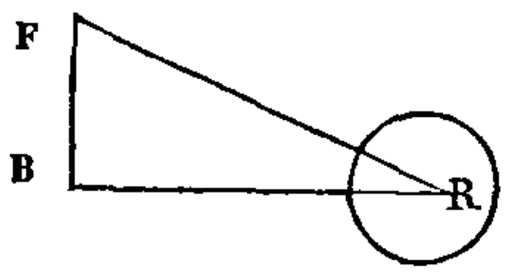


fig. 80.

Il fallait, dans le cas précédent, appliquer à la charrue une force de $311^k,23$ au point R (*fig.* 80), centre des roues ; cette force est représentée par la force BR. Pour connaître celle qui sera nécessairement applicable, il faut trouver la valeur de FR, et pour connaître celle qui de nouveau pèsera verticalement sur la nuque du cheval, il faut trouver celle de FB. Mais l'angle R est nécessairement plus ouvert que l'angle C, qui fait avec l'horizon la ligne de tirage. Supposons qu'il soit de 20° ; nous aurons alors pour la valeur de FR, qui est le tirage total nécessaire :

$$FR = \frac{R \times 311}{cos.\ 20} = 331^k$$

et pour FB :

$$FB = \frac{sin.\ 20 \times 331}{sin.\ 70} = 113.$$

Ainsi, chaque cheval tirera avec un effort de 83 kilogr. et portera en outre un poids de 28 kilogr.

Dans la charrue sans avant-train, nous avions avec l'angle de 15°, pour le tirage, 346 kilogr. et 102 kilogr. de poids vertical, ou, par cheval, un effort de 86 kilogr. et un poids de 25 kilogr. Ainsi :

		Tirage.	Poids vertical
Charrue sans avant-train.		346	102
Charrue à avant-train.	Roues à rayons de la hauteur du poitrail.	311	»
	Roues de petit rayon. .	331	113

Il résulte de là que la charrue la plus avantageuse, celle qui

fatigue le moins les hommes et les chevaux à égalité de travail, est une charrue à avant-train dont les roues auraient un rayon égal à la hauteur du point de départ du tirage. On est convenu que ce point était pour le cheval $0^m,1$ à $0^m,2$ plus bas que le poitrail, parce que, dans les coups de collier, il baisse son avant-train pour tirer avec plus de force. Le milieu de l'épaule de l'animal est situé à $0^m,17$ de sa taille au-dessus du sol ; ainsi la roue devrait avoir, pour des chevaux de $1^m,50$ de taille, $1^m,15 - 0^m,20 = 0^m,95$ de rayon. Nous reprendrons ce détail plus loin en parlant des voitures ; c'est le diamètre des roues de charrettes. Mais il ne serait nullement besoin de donner à celles de la charrue la même solidité ; le poids supporté par l'essieu et les jantes étant toujours très faible, elles pourront être fort légères. Si l'on est effrayé d'un changement aussi radical dans la hauteur des roues que la plupart des nouveaux inventeurs se sont attachés au contraire à abaisser, que l'on se rappelle au moins de ne pas commettre l'autre excès, et de rapprocher autant que possible l'essieu de l'avant-train du plan horizontal passant par l'épaule du cheval. N'oublions pas l'erreur dans laquelle on tomba en couronnant et louant sans mesure la charrue Guillaume (*fig.* 81), qui d'ailleurs avait de bonnes qualités,

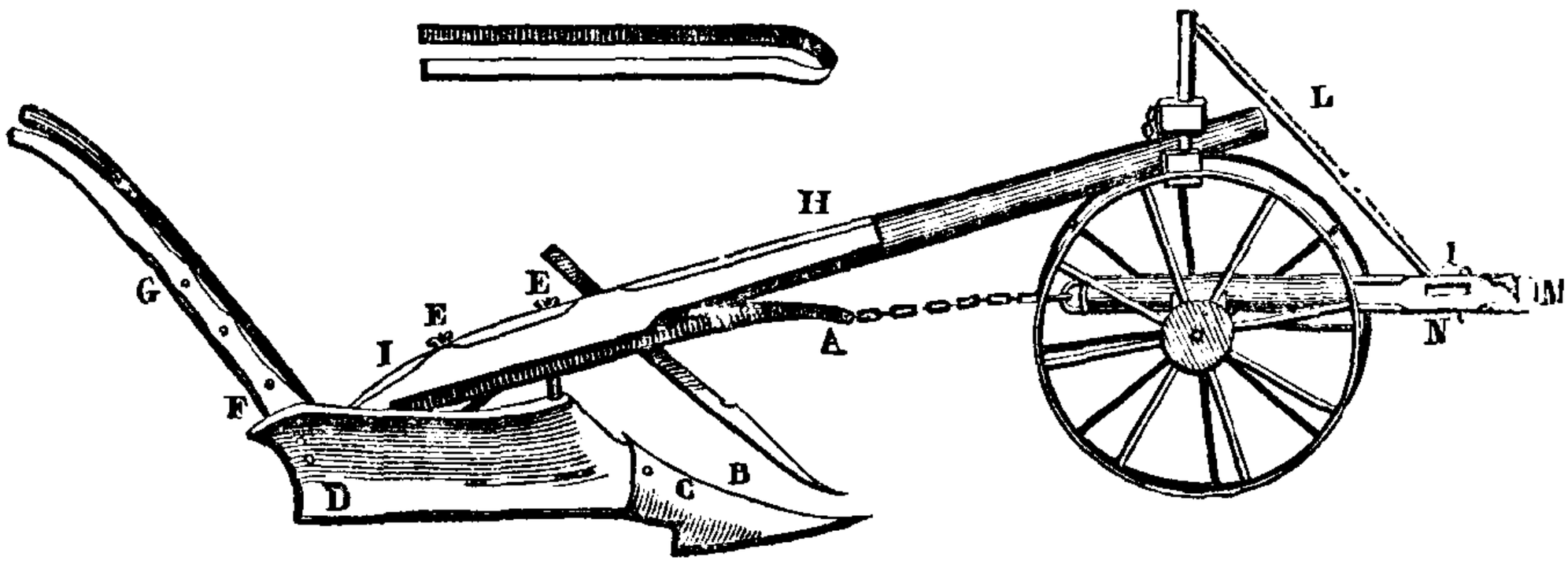


fig. 81.

uniquement pour sa ligne de tirage que l'on regardait comme parfaite parce qu'elle était horizontale. Qui ne voit que la direc-

tion rectiligne AM de la charrue et de l'avant-train ne change en rien l'angle de tirage partant du poitrail du cheval et se rendant au point B, centre des résistances? La décomposition aura lieu tantôt sur le point d'attache A de la charrue et de l'age, tantôt sur la sellette de l'avant-train, selon que la charrue piquera en terre ou se relèvera, si l'age n'est pas fixé trop solidement sur la sellette, et toujours sur celle-ci avec les précautions que l'auteur a prises pour rendre leur union invariable au moyen de la construction de sa sellette, dans laquelle l'age se trouve solidement encastré. En effet, les roues sont plus basses que le poitrail : il y aura donc une première décomposition de forces sur l'avant-train ; les roues sont plus élevées que le centre des résistances : il y aura donc encore une seconde décomposition de forces, toujours proportionnée à l'ouverture de ces angles, malgré la disposition rectiligne et horizontale de la ligne de tirage, qui n'est pas celle de la direction des forces.

SECTION VIII. — *Preuves de l'exactitude de la théorie exposée, tirées de l'expérience.*

La théorie que nous venons de développer était trop nouvelle et trop importante pour que l'on n'exigeât pas pour elle l'épreuve de sérieuses expériences. Ces expériences, nous les avons faites, et les résultats concordent entièrement avec les formules que nous avons données ; mais nous avons voulu nous mettre au-dessus de tout soupçon de complaisance pour nos propres idées, et c'est dans les expériences d'autrui, livrées à la publicité, que nous allons chercher la confirmation de nos propres chiffres.

M. Arthur Morin, de l'Académie des sciences, a fait, au moyen de son beau dynamomètre, des expériences sur la charrue dont il a déposé le détail à la Société centrale d'agricul-

ture. Elles ont eu lieu à Metz avec la charrue du pays et avec la charrue Dombasle. N'ayant pas les dimensions de la première, nous avons dû choisir les essais faits avec la charrue Dombasle, dont les proportions sont connues. On a opéré sur des terres légères, des terres de dureté moyenne et des terres fortes, que nous supposerons, d'après ce que nous connaissons, devoir donner à la bêche dynamométrique une ténacité de $0^m,060$, $0^m,050$ et $0^m,030$.

Dans les calculs qui ont pour but de déterminer la résistance de la charrue, il ne faut pas s'occuper de la longueur du coutre, mais seulement de la profondeur du labour. Si le coutre n'atteint pas le fond de la raie, si même il n'existe pas, c'est par arrachement qu'aura lieu la séparation de la bande de terre de celle qui l'avoisine, et cette action exige un effort plus grand que celui qui est destiné à trancher le terrain. En admettant donc l'existence théorique du coutre, on se trouvera plutôt au-dessous qu'au-dessus de la résistance réelle.

1re Expérience. Terre légère; ténacité, $0^m,060$; largeur du labour, $0^m,280$; profondeur, $0^m,160$; coutre, $0^m,150$; pesanteur de la charrue, 60 kilogr., la terre pesant 1,200 kilogr. le mètre cube, le versoir ayant $0^m,320$ de longueur; 4 chevaux.

Action du coutre $= \frac{2,75 \times 160}{60 \times 150} = 48,8$; coutre.	48^k8
Action du soc $= \frac{2,75 \times 280}{60 \times 150} = 85,4$; soc.	85,4
Versoir, poids vertical $(0,320 \times 0,160 \times 0,280) \times 1200 \times \cos. 31^\circ = 14,7$; versoir.	14,7
Frottement du versoir, $17^k,2 \times 0,61$; frottement.	10,5
— du poids de la charrue, $60^k \times 0,61$; frottement de la charrue.	37
	196,4

L'expérience a donné une première fois 196 kilogr. ou $47^{km},25$ avec une vitesse de $1^m,04$ par cheval. M. Morin dit

seulement 189^{k}, ce qui peut provenir de l'approximation des décimales. Quel que soit le chiffre que l'on adopte, on ne saurait se refuser à reconnaître que nos formules s'approchent beaucoup de la vérité.

2^{e} Expérience. Même appareil, même attelage, terre de dureté moyenne; ténacité probable, 0^{m},050.

Coutre.	59^{k}5
Soc.	103,6
Versoir.	14,7
Frottement du versoir.	10,5
— de la charrue.	37
	225,3

L'expérience a donné 209^{k},44 ou 50^{k},25 d'effort par cheval, avec une vitesse de 1^{m},44 et 52^{km},36 par mètre. L'auteur accuse seulement 201 kilogr.; par la même raison alléguée, si l'on supposait que la ténacité fût un peu diminuée, qu'elle fût, par exemple, de 0^{m},052, nous trouverions le même résultat que lui; mais nous avons préféré adopter les chiffres donnés par nos expériences pour les terres de dureté moyenne. Ici encore l'approximation est très remarquable.

3^{e} Expérience. Même appareil, même attelage, terre forte, pierreuse, très difficile; ténacité, 30 mill.

Coutre.	96^{k}0
Soc.	168,0
Versoir.	14,7
Frottement du versoir.	10,5
Frottement du poids de la charrue.	37,0
	326,2

L'expérience a donné 297^{k},64, savoir : 90^{k},75 d'effort par cheval et une vitesse de 0^{m},82. L'auteur donne 329 kilogr. pour résultat total. On voit que le nôtre se maintient entre ces deux données et se rapproche de la vérité autant qu'on peut le désirer dans la pratique.

Nous avons une autre série d'expériences faites par M. de

Valcourt à Grignon, qui va nous servir aussi à éprouver nos formules. « La terre, dit l'auteur[1], avait peu de pierres et n'était pas trop difficile. » Ces exposés présentent une grande lacune; on n'a pas observé la vitesse de la marche des charrues, et par conséquent nous n'avons qu'un des termes du travail mécanique. Nous prenons encore ici la charrue Dombasle sans avant-train pour type.

1re Expérience. (N° d'ordre de M. de Valcourt.) Profondeur du labour, $0^m,189$; largeur du labour, $0^m,243$; pesanteur de la charrue, 60 kilogr., terre pesant 1,200 kilogr.; versoir, $0^m,378$; ténacité, $0^m,050$.

Coutre.	69^k3
Soc.	89,1
Versoir.	17,9
Frottement du versoir.	10,9
Frottement de la charrue, $75^k,5$, y compris la charge.	43,9
	231,1

L'expérience a donné 225 kilogr.

2e Expérience. Charrue de Dombasle à avant-train; angle au point de départ de la force avec le point de la résistance, 15°; angle de ce point de départ avec l'axe des roues, 20°; conditions précédentes.

Nous avons pour la première décomposition de force sur la sellette, l'angle $C = 15°$ (*fig.* 82), le côté $AC = 222^k,4$, et par conséquent

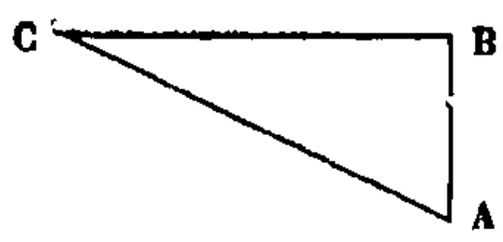


fig. 82.

$$AB = \frac{sin.\ 15° \times 222}{sin.\ 75} = 59^k,5,$$

qui, ajoutés à 60 kilogr., poids supposé de l'avant-train, donnent une pression de $119^k,5$ sur les roues et exigent une addition

(1) *Mémoire sur l'agriculture*, page 10.

au tirage de $9^k,56$. Pour la seconde décomposition des forces, $231^k,66 = BR$ (*fig.* 83); nous avons à chercher la valeur de FR, l'angle R étant de 20°. Nous avons :

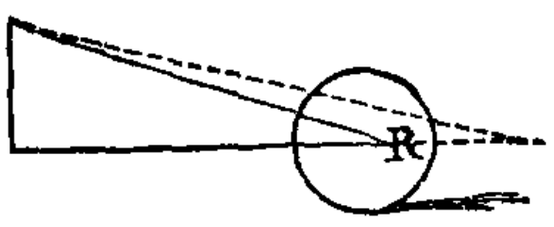


fig. 83.

$$FR = \frac{R \times 231,66}{cos.\ 20} = 246^k,6.$$

Ainsi le résultat de l'addition de l'avant-train a été de porter le tirage de $231^k,1$ à $246^k,6$. L'expérience nous donne 247.

Il faut ajouter que, dans le cas de la charrue sans avant-train, nous avons une pression AB sur le cou du cheval que nous avons vue être de $59^k,5$, et que dans le second cas cette pression

$$FB = \frac{sin.\ 20 \times 244,6}{cos.\ 70} = 89^k,8.$$

Cette augmentation vient évidemment de la petitesse du rayon des roues, qui ne sont que de $0^m,40$.

Ces labours ont été faits par deux chevaux, et M. de Valcourt se récrie[1] sur l'excès de tirage que l'on exige de ces animaux à Grignon. Mais les chevaux de Grignon sont en très bon état, et ce prétendu excès prouve seulement combien on est loin de se douter de ce que l'on peut en exiger, en se fondant sur des expériences faites sur des animaux médiocres de taille et d'entretien.

SECTION IX. — *Changements dans la disposition de la charrue relatifs à différentes destinations.*

§ I. — Charrues tourne-oreilles.

Quand nous traiterons des labours, nous verrons qu'on dirige les manches de la charrue de manière à renverser

(1) *Mémoire sur l'agriculture*, page 121.

toujours la terre du même côté, à droite de sa direction. C'est ainsi qu'on laboure en plaine; c'est ce que l'on nomme le *labour par planches*. On entreprend à la fois deux planches voisines l'une de l'autre, comme on le voit dans la figure 84 :

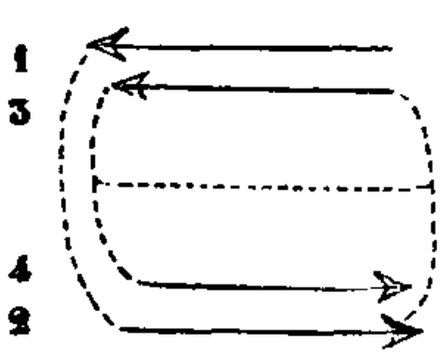


fig. 84.

la première raie se fait en 1, puis la seconde en 2; on continue en 3 et 4, et les deux planches finissent par se rejoindre en *x*. Mais dans les terrains inclinés, qu'on ne peut labourer dans le sens de leur pente, on laboure en travers, et comme le versoir ne pourrait bien vider la terre en la rejetant du côté de la hauteur, les raies se font toutes dans le même sens, et l'on est obligé de verser la bande tantôt à droite, tantôt à gauche (*fig.* 85). Il faut donc à chaque raie changer le versoir de côté. C'était chose facile quand il n'était formé que d'une planche, qui présentait une surface plane qui se déplaçait en prenant à chaque fois l'inclinaison qu'on voulait lui donner; le soc avait une largeur de surface (*fig.* 86) tranchant

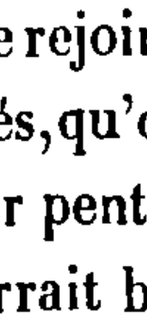


fig. 85.

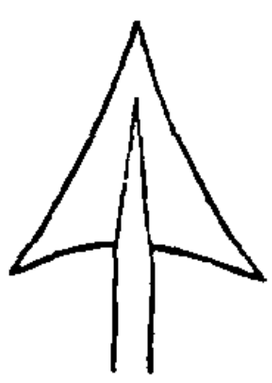


fig. 86.

fig. 87.

également la partie qui devait être soulevée et celle qui ne devait pas l'être. C'est encore ainsi que sont construites la plupart des charrues tourne-oreilles des pays arriérés; mais quand on a voulu se servir de versoirs courbes, la courbure qui convenait à droite ne pouvait plus s'adapter à gauche, et le soc ne devait plus être que de la largeur de la bande soulevée ou la moitié du premier; il a alors fallu chercher d'autres combinaisons. Elles ont été très variées, comme on le verra par les figures ci-jointes, qui s'expliquent d'elles-mêmes. Voici les plus remar-

quables : 1° la charrue-navette de Valcourt (*fig.* 88) qu'on attelle

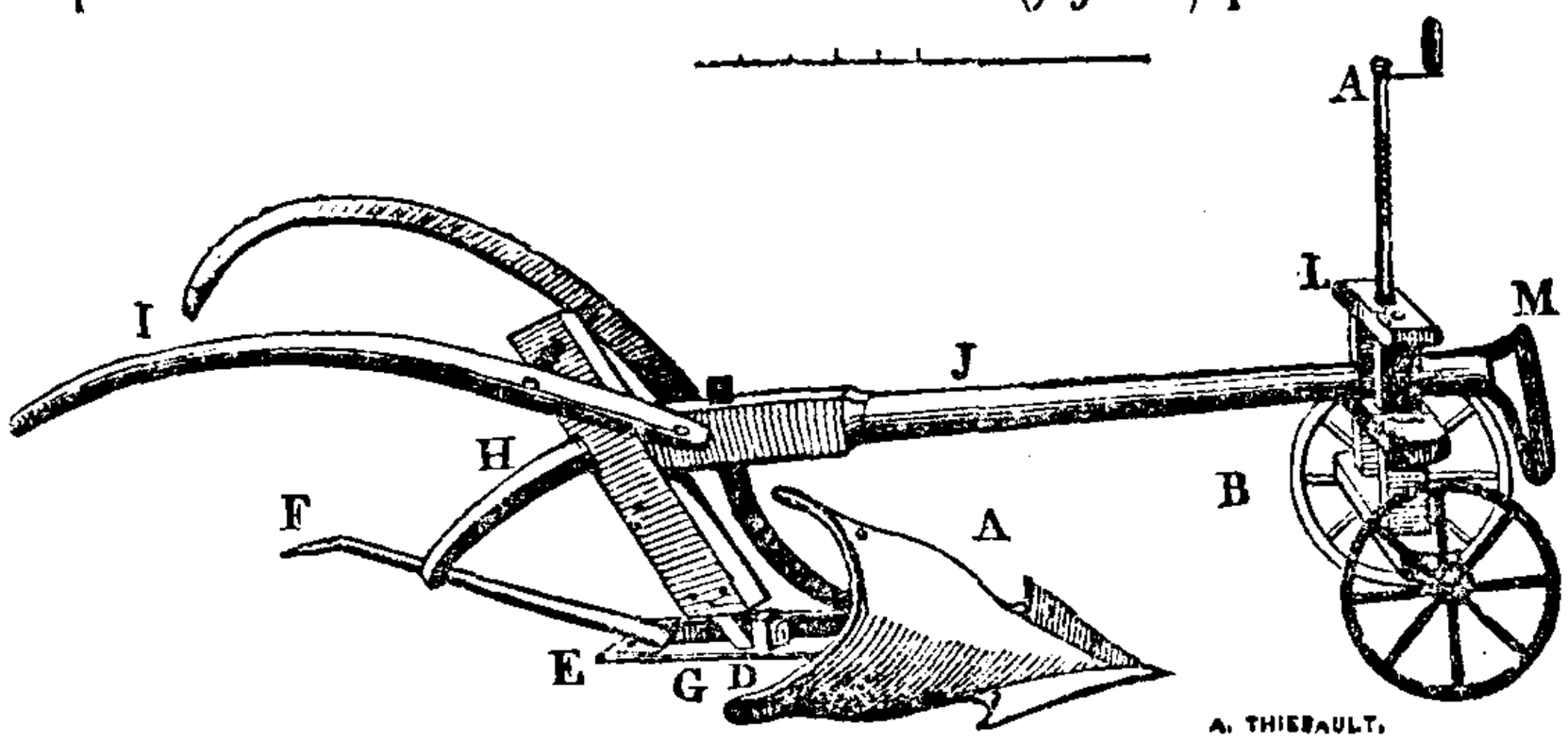


fig. 88.

successivement en avant et en arrière ; 2° la charrue tourne-soc de Rozé (*fig.* 89), dont l'oreille se meut sur un pivot horizontal et

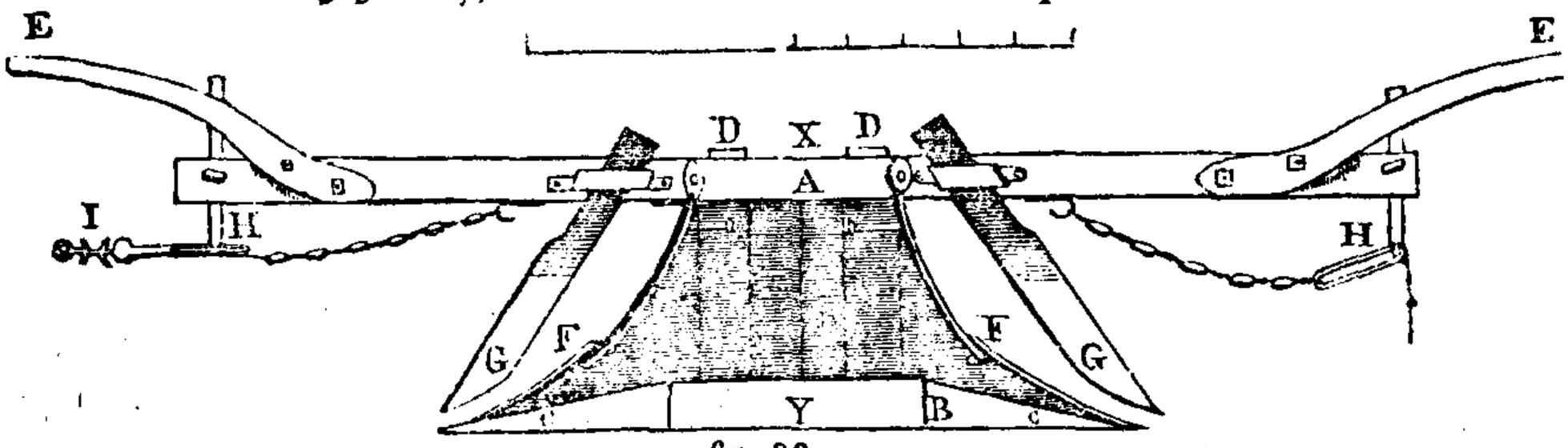
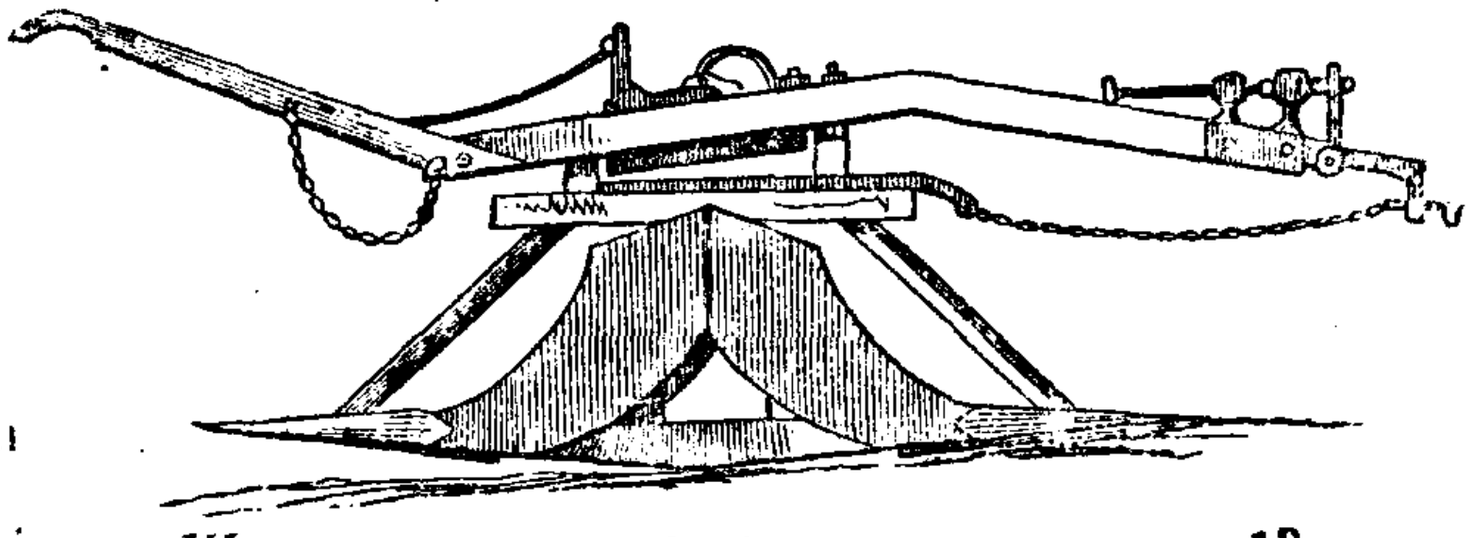


fig. 89.

présente sa courbure à droite ou à gauche ; 3° enfin (*fig.* 90),



celle qui nous semble la plus parfaite, c'est la charrue à double soc de Dufour, dans laquelle les deux socs, accompagnés de leur versoir et de leur coutre, tournent sur un pivot vertical et se présentent successivement en avant, en abaissant la pointe du soc qui doit travailler, et relevant celle qui doit rester en repos. Cette machine nous a paru fonctionner convenablement et à la satisfaction de tous les laboureurs.

§ II. — Charrues à défoncer.

Quand on veut pénétrer profondément en terre, on emploie plusieurs moyens; le premier et le plus simple, c'est de se servir d'une charrue ayant les dimensions et la force nécessaires pour pénétrer à la profondeur requise. C'est ce que l'on fait pour arracher de terre la racine de garance. Apprécions le travail mécanique qu'exige cette méthode pour la comparer aux autres.

Labour de $0^m,45$ de profondeur, $0^m,20$ de largeur; ténacité de la surface de la terre, $0^m,048$; ténacité du fond, $0^m,032$, le fond étant ordinairement tassé et sec; ténacité moyenne, $0^m,040$.

Coutre $\frac{2,75 \times 450}{40 \times 150} =$	262^k5
Soc.. . $\frac{2,75 \times 200}{40 \times 150}$	114,6
Versoir $(450 \times 200 \times 500) \times 1200 \times cos.\,45 =$	38,2
Frottement, $38^k,2 \times 0,61$.	23,3
Charrues pesant 100^k, + $38^k,2$ frottement. . .	84,3
	522^k9

C'est la force de 8 chevaux moyens ou de 6 bons chevaux. On est surpris du grand nombre de bêtes que les laboureurs, qui se les prêtent mutuellement, attellent pour faire ce travail (jusqu'à 14 et 18), dont un grand nombre ne tirent pas, étant trop éloignées de l'instrument. Au reste souvent, à la fin de

l'été, la ténacité est beaucoup plus grande que nous ne l'avons supposée

Le poids du corps de la charrue peut être réduit, en la construisant en fer.

Si, au lieu de faire ce travail avec une grande charrue, on le faisait en passant deux fois dans la même raie avec une charrue ordinaire, on aurait la même résistance à vaincre, et de plus le versoir ne pourrait qu'imparfaitement soulever la bande de terre jusqu'au-dessus de la bande versée par le premier labour qu'elle refoule par un mouvement de coin, ce qui fait que le travail reste imparfait et que la terre retombe dans la raie. La couche inférieure de terrain étant ordinairement plus dure que la supérieure, le second labour est moins profond que le premier.

La difficulté d'obtenir avec des attelages peu nombreux un défoncement convenable a fait introduire la méthode de *pelle-versage*, dans laquelle le travail de la charrue est suivi du travail d'hommes armés de bêches, qui creusent le fond du sillon et en relèvent la terre sur la bande, d'abord soulevée par le versoir. Mais le problème d'obtenir un travail parfait au moyen du travail de deux charrues restait encore sans solution, quand M. Bonnet, maître-valet de M. d'Isoard, propriétaire près d'Aix (Bouches-du-Rhône), a doté l'agriculture d'un nouvel instrument qui remplit le but que l'on se proposait.

La difficulté était d'amener la bande de terre détachée du fond par la seconde charrue à la hauteur de la bande précédemment versée, avant de la verser à son tour sur celle-ci. L'invention de M. Bonnet consiste donc à faire suivre le soc d'un plan cycloïdal montant qui élève la bande sans la retourner jusqu'à cette hauteur; là le versoir prend la forme héliçoïde des versoirs ordinaires et verse la terre sur la bande précédemment retournée. Ainsi la terre du fond est ramenée au-dessus sans avoir pressé latéralement et sans exiger d'autre effort de

surcroît que le poids et le frottement de la bande soulevée du fond.

Quel changement y aura-t-il dans le travail?

Le coutre, tranchant en une seule ou en deux fois la même épaisseur de terrain, n'éprouve pas plus de résistance.

Le versoir soulève le même poids de terre; la petite charrue passe deux fois, mais n'a que la moitié du poids de la grande; tous ces termes de calcul restent les mêmes.

Mais le soc tranche deux fois la terre au lieu d'une; nous avons dit que la ténacité de la surface était de $0^m,048$ et celle du fond de $0^m,032$. La profondeur du premier labour étant de $0^m,30$, la ténacité à cette profondeur de $0^m,0375$, l'effort du soc sera exprimé par

$$\frac{2,75 \times 200}{37,5 \times 150} = 97^k,8.$$

Le second trait de charrue exigera, de la part du soc, un effort exprimé par

$$\frac{2,75 \times 200}{32 \times 150} = 114^k,5.$$

Ainsi, dans ses deux passages, le soc aura éprouvé une résistance de $212^k,4$, tandis que la grande charrue n'aura eu à surmonter que $114^k,6$. La différence est de $97^k,8$ de tirage, que la petite charrue passant deux fois exige de plus que la grande.

Si le labour doit passer l'hiver exposé à l'action des météores, la masse de la bande soulevée par la grande charrue ne doit point effrayer; elle sera réduite et pulvérisée par les gelées; mais, si l'on doit planter de suite après le défoncement, la terre est beaucoup mieux préparée et ameublie par le travail de la double charrue. Comme aussi, quand on veut arracher de terre dans leur intégrité des racines profondes, comme celles de la garance, il faudrait se garder de la double charrue,

dont le soc les couperait par le milieu, et c'est la grande charrue seule qu'il faut employer.

La différence signalée dans le tirage par les deux procédés est, au reste, fort atténuée par le plus grand nombre d'animaux attelés à la grande charrue. On sait que la gêne qu'ils se causent les uns aux autres, le défaut d'accord dans le tirage, etc., amènent une assez grande perte de force à mesure que l'on multiplie les animaux qui doivent concourir au même travail.

Si l'on se sert des deux charrues avec un attelage différent pour chacune d'elles, on obtient aussi une grande économie de temps dans l'action de tourner au bout du sillon; un moins grand nombre d'animaux n'exige pas non plus une volte aussi grande et laisse moins de terrain inculte, qu'il faut ensuite défricher à la main. Nous ajouterons que quand le même attelage doit opérer sur les deux charrues, la rapidité avec laquelle on peut décrocher la chaîne de tirage du palonnier de l'un pour l'accrocher à l'autre nous paraît ne pas devoir employer plus de temps que la volte de l'attelage nombreux, et que l'économie d'espace reste toujours. Dans les expériences d'Aix, on a défoncé 20 ares dans la journée; la charrue simple labourait 40 ares.

Considérons enfin que dans ce dernier cas on peut, avec quatre bêtes pour le premier labour et six pour le second, atteindre à la profondeur de $0^m,45$ dans une terre assez tenace, et jusqu'à $0^m,50$ et $0^m,60$ dans des terres dont le fond ne serait pas aussi résistant; qu'avec deux charrues d'un plus petit modèle on peut atteindre avec un attelage de deux bêtes celle de $0^m,34$; et l'on jugera de l'avantage que présente une telle combinaison, surtout si l'on ajoute que la tranche est parfaitement retournée et ressemble, à s'y méprendre, au travail que l'on peut obtenir au moyen de la bêche[1].

(1) Note de M. Planche. *Annales de l'agriculture provençale*, avril 1840.

§ III. — Charrues sous-sol.

Quand on veut obtenir des labours profonds dans des terrains dont le sous-sol est de mauvaise qualité et qu'on ne veut pas ramener à la surface la terre du fond, on ne peut plus se servir de la grande charrue à défoncement ni de la charrue Bonnet ; on peut faire un pelleversage en enjoignant aux ouvriers qui suivent la charrue avec leur bêche de se borner à ouvrir le fond du sillon, sans rejeter la terre au dehors ; mais on emploie avec plus d'économie une charrue dont on retranche le versoir et qui prend le nom de *charrue sous-sol*. Nous nous bornons ici à donner la figure de celle qui est usitée dans le duché d'Altenbourg, en prévenant que le manche, le sep et le gendarme de cette charrue sont construits en fer. Cette charrue (*fig.* 91) suit une charrue ordinaire qui a ouvert le sillon ; elle a été introduite en France par M. Ottmann de Wolfisheim (Bas-Rhin).

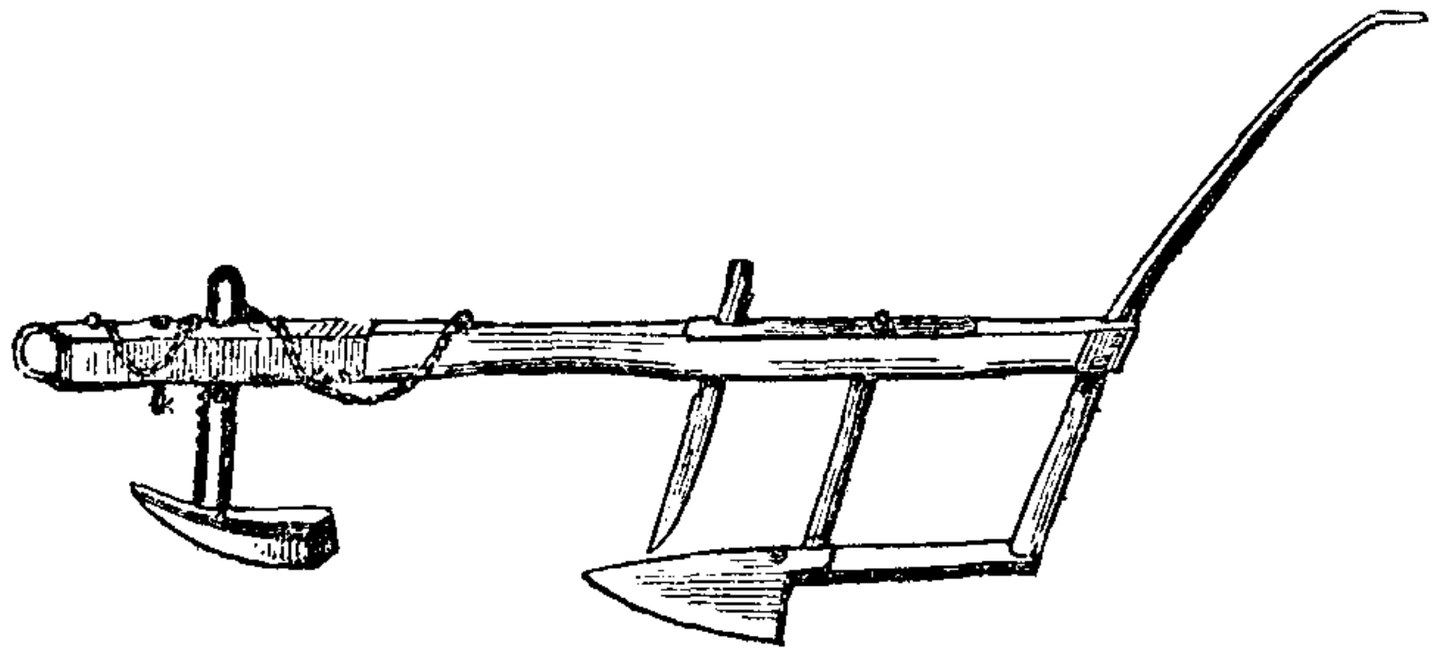


fig. 91.

§ IV. — Charrues-taupes.

On a trouvé que la construction de conduits souterrains pour dessécher le sol était une opération très coûteuse, et l'on a imaginé les charrues-taupes, dans lesquelles le soc est rem-

placé par une pièce de fer conique qui pénètre dans la terre en la repoussant sur elle-même et laisse après son passage le vide qu'elle a produit. On conçoit que cet effet ne pourrait être obtenu que dans des terres argileuses, humides, qui ne retomberaient pas sur elles-mêmes après le passage de ce soc, qu'il faudrait labourer à une profondeur suffisante pour que la gelée n'y parvint jamais, sans quoi la terre ainsi moulée se désagrégerait et fermerait la tranchée. Nous croyons un tel travail peu durable, peu efficace et très coûteux à obtenir. Ces charrues ne se sont pas répandues et sont restées à l'état de projet. Nous ne croyons donc pas devoir en donner la théorie, qui exigerait d'assez longs développements. La plus célèbre de toutes est celle de Bierley, sur laquelle on peut consulter un rapport détaillé de M. Hachette[1]. On ne la manœuvrait qu'au moyen d'un treuil; elle était mise en mouvement par un cheval marchant sur la piste du manége avec la vitesse de 1 mètre et un effort de $57^{k},142$. La charrue ne parcourait que 125 mètres par heure, ce qui donne comme effet utile seulement $23^{k},214$, c'est-à-dire 0,40 de la force déployée. Cette perte a lieu dans toutes les machines compliquées de mouvement, de treuils et de cordes.

Si nous recherchons la force théorique nécessaire, nous trouvons qu'un mouton enfonce un pieu à $0^{m},02$ avec une quantité de travail de 396 kil.[2]; le soc cylindrique de la charrue peut être comparé à ce pieu; le soc avançant de $0^{m},0347$ par seconde donnera, pour l'ouvrage fait pendant ce temps, $13^{k},741$. D'un autre côté, le coutre plongeant à $0^{m},600$ dans un terrain dont la ténacité sera, par exemple, de $0^{m},040$, produit un travail mécanique de 273 kil. par mètre, et par seconde $9^{k},474$; total $23^{k},214$, comme le donne l'expérience.

(1) *Mémoires de la Société d'agriculture*, tome Ier, p. 18-27.
(2) Poncelet, *Mécanique industrielle*, § 166.

Section X. — *Récapitulation générale des conditions de la charrue.*

L'équipage de charrue qui exige le moins de force de tirage et le moins de peine pour les hommes et les animaux, c'est la charrue à avant-train à roues élevées et dont le rayon approche le plus possible de la hauteur de l'épaule du cheval ; ensuite la charrue sans avant-train ; la charrue à avant-train à roues basses demande plus de tirage et fatigue davantage les animaux, quoiqu'elle soit plus commode pour les hommes.

Le versoir de la charrue doit avoir un écartement égal à la largeur du soc. Celui-ci doit être égal à la largeur que l'on veut donner au sillon ; il doit marcher dans une direction parallèle à son axe, et jamais dans une direction oblique.

Le versoir héliçoïde exige un peu plus de force de tirage que le versoir paraboloïde ; mais il retourne complétement la terre, que ce dernier ne fait que déplacer latéralement. D'ailleurs la différence des forces est toujours peu considérable.

Le coutre doit aboutir à la pointe du soc; son raccourcissement ou sa suppression ne fait qu'augmenter les résistances en ne dispensant pas, dans le calcul, de le considérer comme existant dans toute son intégrité. La direction du coutre doit être parallèle à l'axe du soc et jamais oblique.

On doit alléger autant que possible le poids de la charrue en lui conservant la solidité nécessaire.

L'emploi du régulateur dans les charrues sans avant-train, la position de l'age sur la sellette dans celles à avant-train, doivent avoir pour but de maintenir la direction de la charrue dans la ligne de l'axe du soc et diminuer le tirage en rapprochant sa ligne directrice du centre de résistance.

Quelles que soient les dispositions secondaires des différents modèles de charrues présentées, celles qui approchent le plus

de ces principes doivent être préférées, et quand elles les possèdent tous, elles donnent les mêmes résultats.

Il n'est pas exact de dire avec le major Beatson que la résistance qu'éprouve la charrue est en rapport direct de la profondeur à laquelle elle pénètre dans le sol; cela n'est vrai que pour le coutre. La résistance de la charrue, en faisant abstraction du poids de l'instrument dans deux terrains de même ténacité, est en rapport direct avec la profondeur du labour et la largeur des sillons, ou autrement avec l'aire rectangulaire formée par la longueur du coutre et la largeur du soc,

CHAPITRE VI.

Instruments destinés à déplacer la terre par une action discontinue en prismes qui prennent le nom de mottes (bêches, pioches, houes).

Les animaux ne peuvent être employés que pour une action continue agissant dans la même direction, et par conséquent ne peuvent détacher que des bandes continues de terre. Les hommes ont une très petite force de tirage en comparaison, et on ne peut les appliquer avantageusement à travailler la terre qu'en leur faisant produire un travail plus parfait et dont les animaux seraient incapables; c'est celui qui consiste à diviser la terre en prismes, au lieu de la diviser par bandes. On expose ainsi une plus grande surface de la terre à l'air et l'on obtient des résultats intrinsèquement plus utiles. Un terrain bêché est beaucoup mieux préparé qu'un terrain labouré.

On a appliqué l'homme au travail de la terre de deux manières : ou bien l'on s'est servi de son poids pour la détacher et de la force de son bras pour la relever et la retourner; l'instrument dont il s'est servi, dans ce cas, est la bêche; ou

bien on s'est servi uniquement de la force de ses bras pour soulever un instrument pesant, lui imprimer une grande vitesse, détacher la motte de terre et la déplacer par un mouvement de traction en arrière ; ce qu'il exécute au moyen de la pioche. Ce sont les deux grandes divisions des outils employés par l'homme dans la culture et que nous allons examiner successivement.

SECTION Ire. — *Bêches ; leurs variétés.*

L'outil de la bêche est un fer rectangulaire, tranchant par sa pointe inférieure, ayant un manche en bois, qui s'élève à une hauteur suffisante pour pouvoir être saisi par les deux mains de l'homme.

Dans les écrits des anciens, on trouve deux noms d'instruments qui se rapportent probablement à nos bêches et à nos houes. Leur *ligo* se reproduit dans le liget de nos provinces méridionales (*fig.* 92), dont on a fait par corruption lichet, luchet, louchet. Ducange, article *marra*, semble confondre le *ligo* avec cet instrument ; il nous conserve le verbe *ligonisare* qu'il a rencontré dans de vieux écrits. Leur *marra* est bien évidemment notre pioche ou notre houe ; et il cite à cet égard un passage du vocabulaire de W. Le Breton ainsi conçu : *Ligo, instrumentum rusticum ; marra, ut dicit Ugatio, Gallici appellant picois*. Le mot de bèche, consacré par l'usage des populations et des écrivains du nord de la France, est moins anciennement connu, mais il a prévalu et a donné le nom à ce genre d'instrument.

fig. 92.

La pelle n'est qu'une modification de la bêche, destinée à pénétrer dans des terrains ameublis. On a donné des formes très diverses à ces instruments ; ainsi nous avons les formes de

pelles représentées (*fig.* 93), construites en bois, quelquefois armées d'une lame de fer pour agir dans les terrains pierreux; d'autres fois leur lame est entièrement en fer.

Les bêches varient entre elles par la largeur, la longueur, la force de leur lame, par leur mode d'assemblage avec le manche, enfin par le genre d'appui réservé au pied de l'ouvrier.

La réunion du manche et de l'outil se fait ou au moyen d'une douille (*fig.* 94), ou, ce qui est plus solide, au moyen

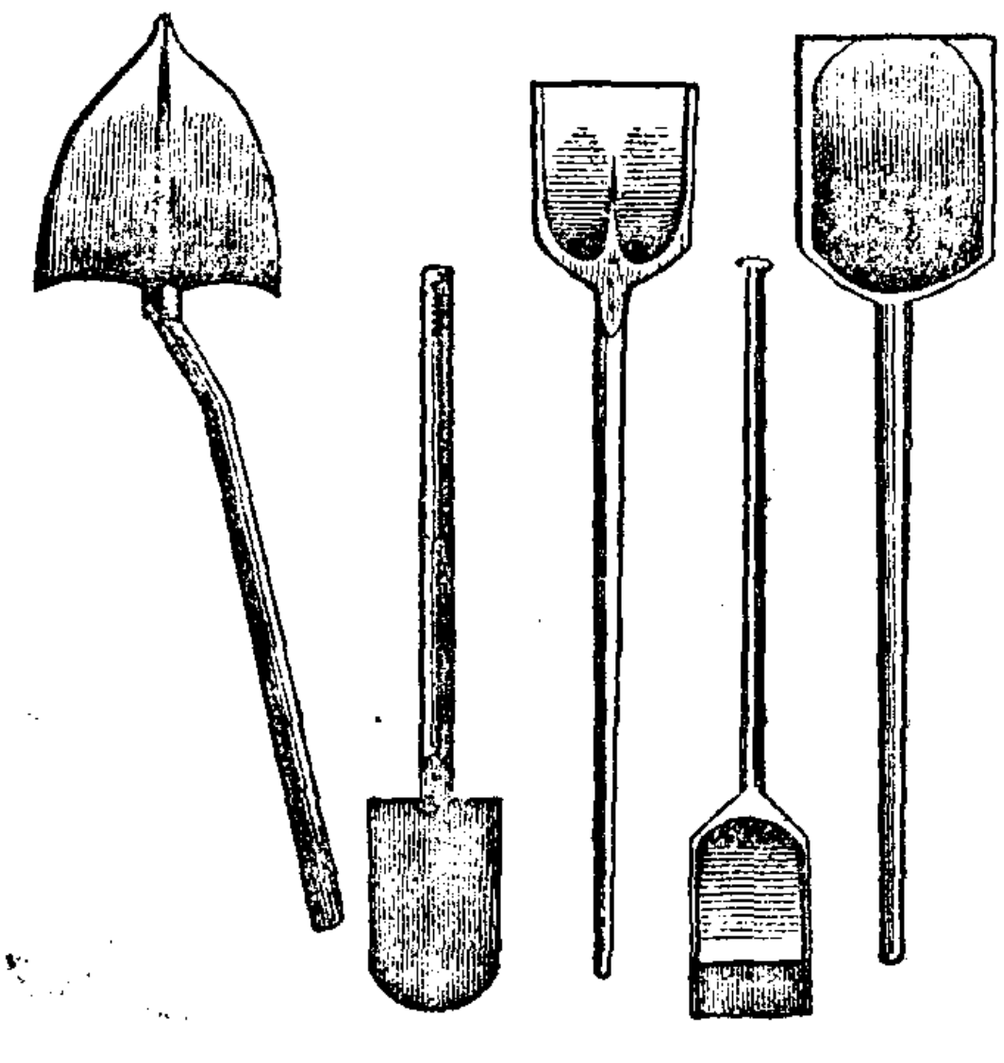


fig. 93.

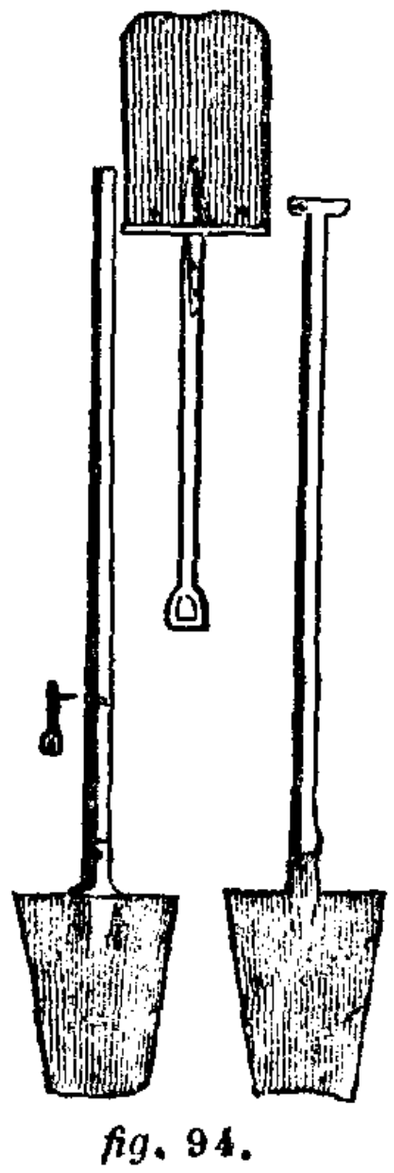


fig. 94.

de l'élargissement du manche en forme de pelle à sa partie inférieure, laquelle partie est fixée entre deux lames de métal qui, en s'unissant par le bas, forment la lame unique de l'outil (*fig.* 95). Le pied de l'ouvrier se pose ou sur la partie supé-

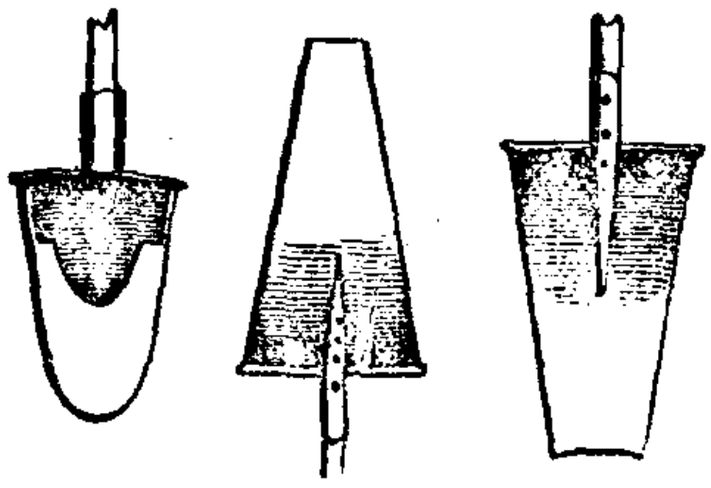


fig. 95.

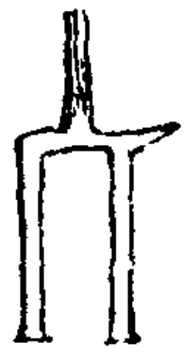


fig. 96.

rieure et plus épaisse de l'outil, ou sur un étrier à ce destiné.

Dans les terrains pierreux, on substitue à la lame une fourche à deux ou trois dents (*fig.* 96) dont les pointes évitent ou dérangent les obstacles que le tranchant continu de la bêche pourrait rencontrer.

La force de l'outil, sa largeur et sa longueur sont proportionnées à la ténacité du sol que l'on a à cultiver. Ainsi, dans les terres argileuses et tenaces, l'épaisseur de la lame est fortifiée par le bois prolongé du manche ; l'union de ces deux parties est rendue plus intime, la lame est étroite et allongée. Dans les terrains légers, le manche n'est uni à l'outil que par une simple douille, comme dans les pelles en fer ; l'outil est large et peu allongé.

SECTION II. — *Emploi de la pelle.*

La pelle étant, comme nous l'avons vu, une bêche de plus faible construction, nous commencerons par celle-ci. L'ouvrier, ayant saisi le manche à deux mains, pousse le tranchant de l'outil obliquement devant lui, de manière à ce qu'il pénètre en terre ; il soulève alors la masse de terre qui charge son outil, et la place ou la projette dans la position nouvelle qu'il veut lui faire occuper, soit pour l'entasser en déblayant, soit pour en remplir un véhicule quelconque, une brouette, une voiture, etc.

L'action de pousser la pelle se fait en partie par un effort des épaules et des bras, en partie par l'effet de l'impulsion des bras, auxquels l'ouvrier imprime une certaine vitesse d'impulsion produisant une force vive ; la seconde action, celle de soulever la terre, de la déplacer et de la projeter, s'exécute par la tension et l'effet des bras et le redressement du corps.

Le travail mécanique peut s'apprécier : 1° par l'effort nécessaire pour vaincre la ténacité du sol, qui est toujours très fai-

ble dans les terrains à déblayer à la pelle, et a souvent pour indice jusqu'à $0^m,100$; 2° par celui nécessaire pour élever le poids de la terre à la hauteur où on veut la transporter, et qui est celle du bord d'un fossé, celle d'une brouette ou d'un tombereau.

Quand la terre résiste à l'impulsion simple des bras, il faut ou que l'ouvrier emploie un instrument plus énergique que la pelle, comme la bêche; ou bien, si la hauteur où il faut élever la terre est trop grande, il fait son travail en deux fois; il l'ameublit d'abord avec la bêche ou la pioche, et ensuite la soulève avec la pelle. Nous nous rappellerons que la terre prend alors le nom de terre à un, à deux, à trois hommes, etc., selon qu'elle est assez meuble pour pouvoir être enlevée immédiatement à la pelle, ou que le temps employé pour l'ameublir est égal, ou double, ou triple de celui employé à la charger [1].

Le travail fait pour pousser la pelle obliquement en avant et la charger de terre s'évalue au moyen des formules ci-dessus (*voir* article *Coutre*, page). L'ouvrier charge sa pelle à proportion de la hauteur à laquelle il doit élever la terre.

Nous supposons maintenant que la terre fouillée et ameublée pèse 1,200 kil. le mètre cube; l'ouvrier qui, dans une journée, en fouille $15^m,38$ pour l'élever à un mètre de hauteur, soulèvera donc 18,456 kil. de terre. Si nous observons ses opérations successives, nous trouvons qu'il charge sa pelle de $2^k,7$, que cet instrument pèse lui-même environ $1^k,5$; qu'ainsi le poids soulevé est en réalité de $4^k,2$.

Le nombre de pelletées de terre dans une journée de dix heures sera donc le quotient de $18,456^k$ par $2^k,7$, ou 6,835 pelletées qui se succéderont à $5'',26$ d'intervalle. Quand elle

(1) Tome I^er^, 2^e^ partie, chap. II.

sera suffisamment ameublie, la terre aura $0^m,125$ de ténacité, ce qui nous donnera $2^k,9$ d'effort pour la pénétration d'une pelle de $0^m,220$ de largeur s'enfonçant de $0^m,125$. Ainsi nous aurons pour le travail mécanique total :

Chargement de			
6,835 pelletées exigeant un effort de.	$2,^k9$	—	$19,82\frac{1}{2}^k$
6,835 pelletées pesant $4^k,2$ et élevées à 1 mètre, pour chacune.	4,2	pour la totalité.	28,707
Totaux. . . .	7,1		$48,528^k$

En général, pour déblayer la terre et l'élever à une hauteur quelconque h, on trouvera le poids p de la terre enlevée par un homme moyen, par cette formule :

$$4^k,2\,p \times h + 2^k,9\,p = 48528^k \times 2^k,7 = 131025^k.$$

Si, dans le creusement d'un fossé, l'ouvrier ne doit élever la terre que de $0^m,60$, nous aurons :

$$4,2\,p \times 0,60 + 2,9\,p \text{ ou } 5,42\,p = 131025, \text{ et } p = \frac{131025}{5,42} = 24174^k$$

et la terre pesant par supposition 1,200 kilogr. le mètre cube, son travail sera le déblai de $20^m,1$. En divisant le poids de la terre par celui de chaque pelletée, $2^k,7$, nous verrons qu'il fera 8,953 pelletées, qui nous donnent :

8,953 pelletées pesant chacune avec l'outil $4^k,2$ et élevées à $0^m,60$, donnant un travail de. . .	22,561
8,953 pelletées exigeant chacune un effort de $2^k,9$, pour être chargées.	25,964
Total.	48,525

Si la terre devait être projetée à 2 mètres de hauteur, nous aurions $4,2\,p \times 2 + 2,9\,p = 131025$, d'où $p = 11595^k$, ou la terre ayant toujours le poids de $1,200^k$ le mètre cube, $9^m,6$ dans la journée donnent 4,294 pelletées et exigent le travail mécanique suivant :

4,294	pelletées élevées à 2 m. et pesant chacune avec l'outil 4,2.	36,070k
4,294	pelletées exigeant chacune pour être chargées un effort de 2,9.	12,445
	Total.	48,515

La portion de travail employé à soulever la terre croît toujours à mesure que la hauteur du jet augmente; celle employée à charger la pelle décroît de son côté.

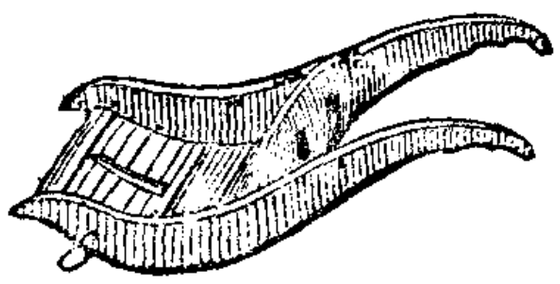


fig. 97.

La galère, ou ravale (*fig.* 97), est une grande pelle concave qu'on met en mouvement à l'aide d'un cheval. Elle est armée de fer à sa partie antérieure, a deux rebords sur les côtés pour empêcher la terre chargée de verser par les bords; elle porte deux forts anneaux d'où part une chaîne qui se réunit en avant au palonnier. L'ouvrier relève en partant les manches de la galère; alors le rebord tranchant mord en terre. Quand elle est chargée, l'ouvrier abaisse les manches jusqu'à ce qu'il soit arrivé au point où il doit décharger. Alors il relève les manches plus haut qu'auparavant, et la terre descend sur le plan incliné. Cet instrument sert à niveler les pièces de terre qui présentent des inégalités; il était autrefois très usité en Flandre lors des défrichements; il y portait le nom de *mollebart* [1].

Cet instrument peut être utile quand il s'agit de transporter de la terre de haut en bas; mais, en sens contraire, le tirage deviendrait si fort qu'il vaudrait mieux se servir de tombereaux.

On prépare le travail de la galère par des labours, si ce n'est dans les terres sablonneuses. La galère à un cheval peut avoir $0^m,8$ de largeur; elle charge 64 kilogr. de terre, et peut ainsi transporter 1 mètre cube en une dizaine de voyages.

(1) Albroek, page 103.

SECTION III. — *Emploi de la bêche.*

La bêche n'attaque pas une terre ameublie comme la pelle; avant de soulever le poids de la motte dont elle se charge, il faut qu'elle la détache latéralement et en dessous. Son action s'effectue au moyen de trois actions différentes : 1° enfoncer la bêche; 2° détacher la motte; 3° la soulever.

1° Pour enfoncer la bêche on se sert du poids du corps dont le centre de gravité est porté sur l'outil de deux manières : 1° en mettant le pied sur l'étrier et soulevant le poids du corps sur ce seul pied; alors, si ce poids n'a pas suffi pour enfoncer la bêche à la profondeur nécessaire, l'ouvrier imprime à l'outil un mouvement en avant et en arrière, de manière à comprimer la terre et à produire un vide en arrière de la bêche; celle-ci se trouvant alors libre de tout frottement, il pèse de nouveau sur elle et recommence de la sorte une fois, deux fois, trois fois, jusqu'à ce que l'instrument soit parvenu à la profondeur désirée. Il n'y a dans tout ceci que de ces mouvements d'oscillation du centre de gravité du corps qui peuvent sans doute produire de la fatigue, mais que l'on ne considère pas comme un travail mécanique; on ne peut compter comme tel que l'effort pour soulever la bêche et la planter en terre. 2° La seconde manière de peser sur la bêche consiste à la diriger obliquement à la surface de la terre, comme dans le mouvement de la pelle, mais en s'éloignant davantage de l'horizontale, et à porter le poids du corps sur le manche, que l'on maintient à l'aide de la cuisse. C'est encore un effort qui ne peut être admis comme travail mécanique.

2° Pour détacher la motte des mottes voisines, l'ouvrier se sert du manche de la bêche comme d'un levier; il rapproche ses mains vers le haut du manche et pèse sur le bout du levier, de la même manière qu'un homme tire sur une sonnette. Le

point d'appui se trouve au niveau du sol derrière l'instrument, à la partie supérieure de la pelle ; la résistance étant opérée pour détacher la motte de sa voisine et de la couche inférieure, se trouve au quart inférieur de l'instrument à partir de son extrémité inférieure. Il est clair, en effet, que la motte A (*fig.* 98) est isolée à droite, où l'on a déjàenlevé la motte C; qu'elle est isolée en avant par la coupe que vient d'opérer le fer de l'instrument, et qu'elle ne tient plus qu'à la motte B et à la couche inférieure du terrain.

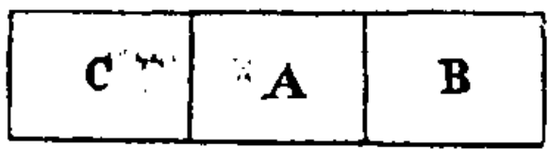


fig. 98.

3° La motte détachée, l'ouvrier l'élève à une hauteur qui surpasse un peu la crête de la motte précédente, environ $0^m,05$ au-dessus du niveau du terrain ; il renverse ensuite la motte, qu'il place en arrière de la motte détachée précédemment, en considérant la direction du travail qui se fait toujours en reculant. Ici il y a positivement un travail mécanique qui consiste à soulever un fardeau. Si le labour n'est pas destiné à passer l'hiver avant de servir, l'ouvrier termine en donnant deux ou trois coups du tranchant de sa bêche sur la motte pour la briser.

Dans les observations que nous avons faites, la bêche du genre des *ligets* avait son fer de $0^m,32$ de longueur sur $0^m,16$ de largeur; son manche, terminé par un pommeau ovoïde, avait $1^m,08$ de longueur ; il était fait en bois de hêtre et avait $0^m,13$ de circonférence. L'instrument pesait 3 kilogr.; le manche, prolongé en pelle à sa partie inférieure, était engagé entre les deux lames du fer, écartées supérieurement de $0^m,025$, et se réunissant en bas en un tranchant aciéré.

La ténacité plus grande de la terre, en obligeant l'ouvrier à réitérer plus souvent la manœuvre nécessaire pour écarter les bords de son incision, retarde l'ouvrage sans augmenter le travail, puisque c'est toujours le poids du corps qui sert à vaincre la résistance; il y a moins de mottes détachées dans la journée, et par conséquent moins de poids soulevé.

§ Ier. — Travail mécanique du premier mode d'action.

Pour déterminer le nombre de journées qu'exigera l'opération de bêcher 1 hectare de terrain, il faut d'abord déterminer le travail nécessaire pour enlever une motte de terre.

1° L'ouvrier élève sa bêche de $0^m,30$ pour la planter en terre; il n'y a donc qu'à multiplier le poids de la bêche par 0,30 pour avoir le travail dépensé dans cette opération.

2° On détermine la ténacité du terrain en faisant tomber la bêche de 1 mètre de hauteur et sur plusieurs points; et en prenant la moyenne de la profondeur à laquelle elle parvient, appelant f cette profondeur, f' la profondeur que l'on veut atteindre dans le travail, p le poids de la bêche, r la résistance à vaincre, on a:

$$r = \frac{p \times f'}{f}$$

Cette résistance se surmonte en portant le corps ou une partie du corps sur l'étrier de la bêche à une hauteur de $0^m,32$. Le poids du corps étant supposé h, on divise la résistance par ce poids, ce qui nous donne la quantité de ce poids à élever pour vaincre la résistance; enfin on a le travail mécanique T en multipliant cette quantité par le poids du corps multiplié par $0^m,32$.

$$T = \frac{r}{h} \times h \times 0^m,32.$$

Ainsi soit $f = 0^m,050$, $f' = 0^m,250$, $p = 3^k$, $h = 70^k$, nous aurons :

$$r = \frac{3 \times 25}{50} = 15^k,$$

et

$$T = \frac{15}{70} \times 70 \times 0,32 = 4^k,8.$$

C'est donc seulement un effort de 4,8 que l'homme fera pour soulever une partie de son corps suffisante pour enfoncer l'in-

strument. Avec une ténacité aussi faible, l'homme ne fait que peser de son pied seulement.

3° Pour rompre l'adhérence de la motte avec sa voisine et la couche inférieure, on cherche l'aire $a' + a'$ de ces deux surfaces adhérentes ; et connaissant déjà la valeur de r, qui est la résistance opposée par une autre de ces surfaces a, qui est celle qui vient d'être tranchée par la bêche, on trouve l'effort nécessaire pour rompre l'adhérence des deux autres par cette proportion : $a : r :: a' + a' : x$, d'où :

$$x = \frac{(a' + a') \times r}{a}.$$

Ainsi la motte ayant $0^m,12$ sur $0^m,16$ et $0^m,25$ de profondeur, nous avons $a = 0^m,400$ carrés, $a' = 0,300$, $a' = 0,192$, r étant supposé de 15 kilogr. ; nous avons :

$$x = \frac{0,492 \times 15}{0,400} = 18^k,45.$$

Maintenant les deux bras du levier étant, dans l'instrument décrit et avec cette profondeur du labour, 108 et 12,5 nous avons la valeur du travail mécanique suivant :

$$T = \frac{18,45 \times 12,5}{108} = 2^k,13.$$

4° On multiplie le poids moyen des mottes par la moitié de la profondeur du travail, plus $0^m,05$, ce qui est la hauteur à laquelle le centre de gravité de la motte doit être élevé par l'ouvrier.

5° Si la terre doit être ensemencée sur-le-champ, comme cela arrive dans les potagers, l'ouvrier soulève sa bêche un nombre de fois égal au double des unités de kilogrammes de la résistance pour pulvériser la motte. Cette action, qui retarde beaucoup le travail, cause en outre un travail mécanique qui consiste à élever le poids de la bêche à $0^m,30$. Dans le travail des champs, surtout si le terrain doit passer l'hiver sans être semé, ou si l'on a à sa disposition les rouleaux, les herses

nécessaires pour le pulvériser, on se dispense de cette dernière opération.

Enfin, en additionnant tous ces travaux partiels, on a le travail total qui doit être appliqué à chaque motte de terre. On divise 88,000 kilogr., qui est le travail de l'ouvrier moyen, par le travail de chaque motte, et on a le nombre de mottes; et si l'on multiplie encore ce nombre par leur surface supérieure, on a la surface du champ labouré dans la journée. Dans ce travail, l'homme qui ne produisait que 48,000 kilog. dans le travail de déblai en produit presque le double, parce qu'il exerce successivement plusieurs muscles différents, ceux de ses jambes et ceux de ses bras. Ce chiffre est celui donné par l'expérience dans les travaux à la bêche, et la conformité des résultats du calcul avec les faits ne permet pas de révoquer en doute que le travail de la bêche et celui de la houe ne soient ceux qui emploient le plus complétement les forces humaines. Dans le travail de déblai, l'homme ne donne toute sa force que pendant le temps de l'élévation de la pelle chargée; celui employé à la pousser en terre et à charger sa pelle ne consomme qu'une partie peu considérable de la force réelle, et est pour ainsi dire un temps de repos pour lui.

I^re^ OBSERVATION.

Ouvrier travaillant à la bêche dans une terre paludienne, ayant 0^m^,050 *de ténacité.*

	k
1° Soulever la bêche pour la planter, $3 \times 0{,}32$. . . .	0,90
2° Effort pour enfoncer la bêche $r = \frac{3 \times 250}{50} = 15$	
et $T = \frac{15}{70} \times 70 \times 0{,}32$.	4,80
3° Rompre l'adhérence de la motte avec la terre $x = \frac{492 \times 15}{460} = 18^{k},45$ et $T = \frac{18{,}45 \times 12.5}{108}$	2,13
4° Élever la motte de 6 kil. de poids à $0{,}12 + 0{,}05$. .	1,05
Total.	8^k^88

Divisant 88,000 kil. par 8,88, nous trouvons que l'ouvrier

retourne dans sa journée 9,999 mottes, et travaille 192 mètres carrés de terrain ; l'hectare exige environ 52 jours de travail. Les ouvriers faisaient ce travail en 44 journées ; mais c'étaient des hommes plus forts et plus actifs que la moyenne. A Tours, on bèche des terres pareilles en employant 51 journées (196 mètres carrés par jour).

IIe Observation.

Ouvriers travaillant à la bêche un terrain de $0^m,030$ *de ténacité.*

1° Soulever la bêche. . . . . 0^k90

2° Effort pour enfoncer la bêche $r = \frac{3 \times 250}{30} = 25$

et $T = \frac{25}{70} \times 70 \times 0,32$. 8,00

3° Rompre l'adhérence de la motte avec la terre

$x = \frac{492 \times 25}{200} = 30^k,7$ et $T' = \frac{30,7 \times 12,5}{108}$. . 3,55

4° Soulever la motte. 1,05

Total. . . . . 13^k50

Divisant 88,000 par 13,50, nous trouvons que l'ouvrier retourne dans sa journée 6,517 mottes, travaille 125 mètres de terrain ; l'hectare exige 80 journées.

A Blois, on bèche à la tâche 61 ares pour 81 francs ; la journée étant à 1 fr. 50 c., ce serait 88 journées par hectare. A Venzat (Puy-de-Dôme), on bèche un hectare pour 72 francs, les journées étant à 1 fr. ; mais nous croyons que la ténacité est moindre que celle de $0^m,030$ [1].

IIIe Observation.

Ouvriers creusant à deux pointes du fer de bêche ($0^m,45$ *de profondeur*), *la ténacité de la première pointe de* $0^m,050$, *celle de la deuxième de* $0^m,030$.

1re pointe.	Comme ci-dessus (1re observation). . .	8^k88
2e pointe.	1° Soulever la bêche.	0,90
	2° Effort pour enfoncer la bêche. . . .	8
	3° Rompre l'adhérence de la motte. . .	3,55
	4° Soulever la motte à $0^m,10 + 0^m,017$ de hauteur, 27×6.	1,62
	Total.	22,95

(1) *Voyez* l'excellente *Stat. du canton de Venzat*, par M. Jusserand.

Divisant 88,000 par $22^k,95$, nous trouvons que l'ouvrier soulève dans sa journée 3,834 mottes; mais chacune d'elles étant double, le terrain cultivé ne représente que la superficie de 1,917 mottes ou 37 mètres carrés, et par conséquent l'hectare exigerait 269 journées pour être creusé à cette profondeur, que l'on cherche rarement à atteindre, excepté dans l'arrachement de la garance et dans des terrains qui ont le moins de ténacité.

§ II. — Travail mécanique du second mode d'action.

Quand l'ouvrier, au lieu de peser de son corps sur la bèche, l'enfonce un peu obliquement en la poussant avec vivacité, il produit une force vive qu'il est plus difficile d'apprécier. Les mottes qu'il taille sont plus minces que celles que nous avons décrites, mais elles sont plus nombreuses, parce que son action est plus pressée. Mais comme il cultive en réalité, dans sa journée, la même surface que par le premier mode d'action, nous pouvons supposer que son travail mécanique est le même. Ainsi, soit que l'ouvrier travaille par pression ou par impulsion, on détermine également l'ouvrage produit par la méthode que nous avons indiquée dans le paragraphe précédent.

§ III. — Observations sur la forme des bêches.

Il est une autre question que nous ne pouvons passer sous silence. Rozier [1] discute la convenance de se servir de bêches dont le fer soit plus ou moins long. Il compare d'abord deux bêches, l'une qu'il appelle bêche ordinaire de $0^m,22$ de largeur sur $0^m,30$ de longueur; l'autre qu'il appelle petite Poncins, du nom de son inventeur, a $0^m,16$ de largeur et $0^m,49$ de

(1) *Cours d'agriculture*, t. II, page 168.

longueur. Il assure qu'avec cette dernière on enlève des mottes de terre pesant jusqu'à 25 kil., ce qui serait excessif, car l'homme devrait élever à bras tendu ces mottes à $0^m,29$ de hauteur. Le problème me paraît présenter cette alternative : 1° Vaut-il mieux parvenir à une grande profondeur d'un seul coup de bêche ou de deux ? 2° Y a-t-il de l'avantage à augmenter les dimensions et le poids de la motte ?

Quant au premier point, il est évident que le travail total n'est allégé que de la petite quantité de temps nécessaire pour lancer une fois, au lieu de deux, la bêche en terre pour la planter. Mais l'effort pour enfoncer la bêche devient considérable. Il serait de 50 kil. pour pénétrer à $0^m,45$, d'après le calcul ; mais le frottement devient tel que l'on ne peut l'effectuer qu'en deux fois, après avoir écarté les bords de l'incision résultant du premier effort, avant d'en renouveler un second. Puis l'adhérence de la motte ne pouvant être vaincue que par $18^k,45 + 30^k,70$ (1re et 2e observations) ou $49^k,15$, et cette force considérable se trouvant portée sur le point de réunion du manche et de l'outil, celui-ci ne tarde pas à céder et même à se rompre par suite de l'effort exercé sur l'extrémité du levier. Les instruments neufs sont les seuls qui résistent. Les longues bêches ne peuvent donc s'employer que dans les terrains mous, humides, dans les fanges qui n'ont aucune ténacité. C'est pour de pareils travaux qu'elles sont réservées, et alors on taille les mottes très minces pour que le poids ne soit pas considérable, d'autant plus que le souvent il faut les lancer à une certaine hauteur.

Quant aux grosses mottes de 25 kil., on peut les faire, mais à condition qu'on ne fera que les renverser sans les soulever et les retourner. Après les avoir détachées, on relève le manche de l'outil, on le renverse en avant, et l'on couche les mottes obliquement sur la ligne des mottes précédentes. La motte qui

avait la position A (*fig.* 99) prend la position B. Ce travail, fait dans les terres argileuses, a besoin des gelées de l'hiver et des météores aqueux pour être utilisé. Au moment où il vient d'être effectué, il ressemble à un amas de rocs détachés les uns des autres et dans lequel les animaux et la charrue ne peuvent pénétrer. Au reste, c'est avant le printemps surtout qu'il faut l'effectuer, afin de diminuer l'effort nécessaire pour enfoncer la bêche, comme nous allons le voir dans l'article suivant.

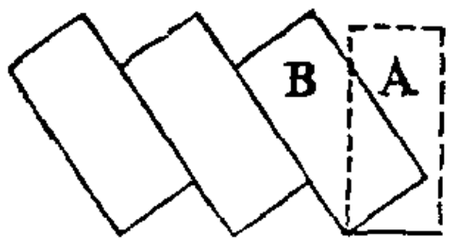


fig. 99.

§ IV. — La fourche.

Quand un corps comme une barre de fer tombe sur le terrain d'une certaine hauteur, il le comprime et s'y enfonce d'une certaine quantité. Si l'on examine ce qui s'est passé dans cette action, on trouve que non-seulement la terre a été refoulée de haut en bas, mais aussi sur les côtés, ce qui est rendu évident par le bourrelet qui saillit tout autour de la cavité qui s'est produite et par la plus grande compression de la terre qui avoisine cette cavité. Ce travail est d'autant plus facile, éprouve d'autant moins de résistance qu'il est fait successivement, ce qui arrive quand le corps tombant est terminé par une pointe. Aussi, plus le corps offre de surface continue, plus il augmente la résistance, et moins il s'enfonce dans le sol. Il arrive ainsi que le sol n'étant pas homogène, mais renfermant toujours des particules plus grosses, comme des graviers, des cailloux, ces particules ne peuvent se ranger de côté si elles sont frappées perpendiculairement sur leur centre de gravité ; or, la résistance du terrain de bas en haut est beaucoup plus grande que celle qu'il oppose latéralement, puisque nous avons vu que la terre remonte vers les bords de la cavité pour former un bourrelet, et que dans

cette action elle n'a à vaincre que la gravité et non pas la force de cohésion des parties environnantes qu'elle doit déplacer. Telle est la cause pour laquelle, tout en présentant plus de surface que le tranchant de la bêche, les trois dents de la fourche terminées en pointe pénètrent plus profondément que celle-ci.

Nous avons fait tomber de 1 mètre de hauteur une barre de fer carrée ayant 0^{m},097 de circonférence et 0^{mq},078 de surface, pesant 8^{k},84.

	mèt.
Elle s'est enfoncée de.	0,170
Une fourche de fer à 3 pointes pesant 3 kilogr., ayant chacune 0^{m},040 de périmètre ou 0^{m} ,013, a pénétré à . . .	0,120
Une bêche de 3 kil., ayant 0^{mq},016 de surface de tranchant	0,070
D'après leur poids et leur aire, la barre s'enfonçant de. .	0,170
La fourche aurait dû s'enfoncer de.	0,115
Et la bêche de.	0,088

La fourche, qui était pointue, s'est enfoncée de 0^{m},120 ; la bêche, qui était tranchante, mais dont la surface était continue, s'est enfoncée de 0^{m},070. Il y a donc de l'avantage à se servir d'instruments aussi tranchants et aussi aigus que possible quand il s'agit de pénétrer dans la terre.

C'est ce qui motive l'emploi de la fourche, à l'exclusion de la bêche, dans deux cas. 1° Quand le terrain est très compacte ; alors la fourche ayant pénétré à la profondeur voulue, et quoique ce ne soit que par des points séparés l'un de l'autre, l'action du levier ayant pour but de détacher la motte se fait sentir sur tout l'intervalle qui sépare les dents, à cause de l'adhérence des particules de terre l'une à l'autre. Mais après avoir détaché la motte, il serait plus difficile de la soulever sans la briser sur les dents de la fourche, si ce n'est dans les argiles les plus dures ; aussi se borne-t-on le plus souvent à la renverser sans la retourner. Pour cela, on la pique avec les dents de la fourche à sa partie supérieure, et on la pousse

en avant pour la culbuter. Ce travail mécanique s'estime en multipliant le poids de la motte par la moitié de la largeur de la base et en divisant par sa hauteur; on laisse ensuite aux météores le soin de la pulvériser. On sent combien un pareil travail devient expéditif. 2° On se sert aussi de la fourche dans les terrains pierreux, dans lesquels la bêche rencontrerait des graviers qui n'échapperaient pas à son tranchant comme aux pointes de la fourche. Alors la terre étant peu compacte, on ne peut songer ni à retourner, ni à renverser les mottes; mais l'action du levier les brise, les émiette.

L'emploi de la fourche rend ainsi le travail de ces terrains durcis plus facile que celui de la bêche, ainsi qu'on va le voir dans le détail ci-après :

TRAVAIL A LA FOURCHE.

Terrain de $0^m,030$ de ténacité pour la bêche réduit à $0^m,039$ pour la fourche (comme 88 : 115, selon le rapport trouvé dans la page précédente); profondeur du travail $0^m,25$; fourche pesant 3 kilogr.

1° Soulever la fourche pour la planter. . . . . 0^k90

2° Effort pour enfoncer la fourche $r = \frac{3^k \times 250}{39} = 19,2$

et $T = \frac{19,2}{70} \times 70 \times 32$. 6,14

3° Rompre l'adhérence de la motte $x = \frac{492 \times 25}{400} = 30^k7$

et $T = \frac{30,7 \times 12,5}{108}$ (ici on emploie la ténacité éprouvée à la bêche et non une ténacité réduite pour la fourche). 3,35

4° Culbuter la motte, 6 kil. de poids, $0^m,12$ de longueur, $0^m,25$ de hauteur, nous aurons $\frac{6 \times 0,06}{0,125} = $ 0,21

10^k60

au lieu de $13^k,50$ qu'exige le travail à la bêche d'une terre de cette ténacité.

SECTION IV. — *La houe* (*pics*, *serfouettes*, *binettes*).

Nous avons vu plus haut, en traitant du soc, que son action consistait à trancher la terre horizontalement et par un mouvement continu dans la direction de ce mouvement. La houe proprement dite dont nous nous occupons, la houe à bras, agit par le mouvement d'ascension des bras et dans une direction opposée à la marche du cultivateur, qui marche en avant, tire la terre à lui et laisse son travail derrière lui, tandis que le bêcheur recule toujours en portant son travail en avant de lui.

La houe est composée d'un manche plus ou moins long et d'un outil, et prend différents noms selon la forme et la force de cet outil.

Pour opérer dans les terres caillouteuses et dures, on emploie le pic (*fig.* 100), qui n'agit que par sa pointe. S'il s'agit d'opérer sur des terres fort durcies, mais non pierreuses, on emploie la pioche qui, au lieu d'une pointe, présente un fer déjà un peu élargi (*fig.* 101); quelquefois on se sert aussi de pioches à dents pour pénétrer dans les terrains les plus difficiles (*fig.* 102). Dans le cas où la terre serait alternativement

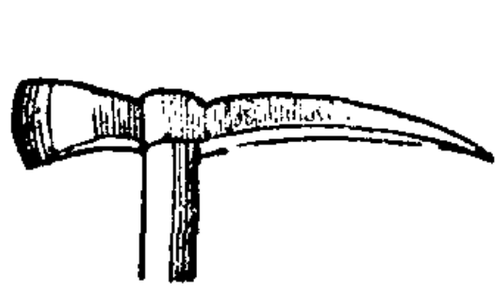


fig. 100.

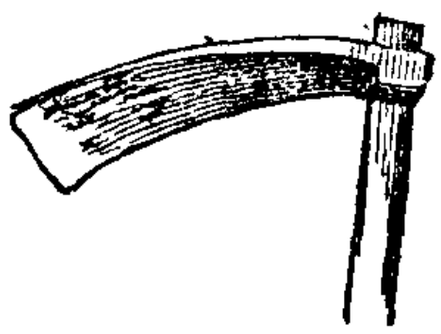


fig. 101.

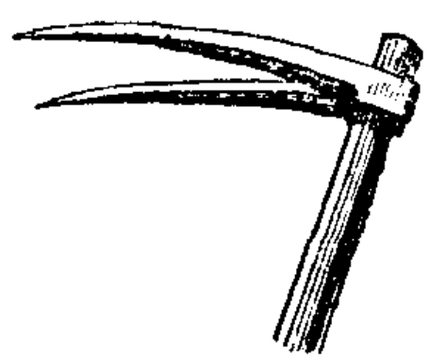


fig. 102.

pierreuse et dure, on a un outil à double fin que l'on appelle dans plusieurs pays la *tournée* (*fig.* 103). Pour les terres de médiocre ténacité et pour extirper le gazon, on se sert de la houe

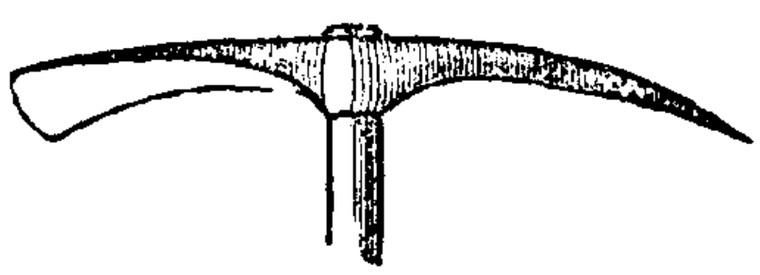


fig. 103.

plus ou moins élargie qui prend aussi le nom d'*écobue* (*fig.* 104).

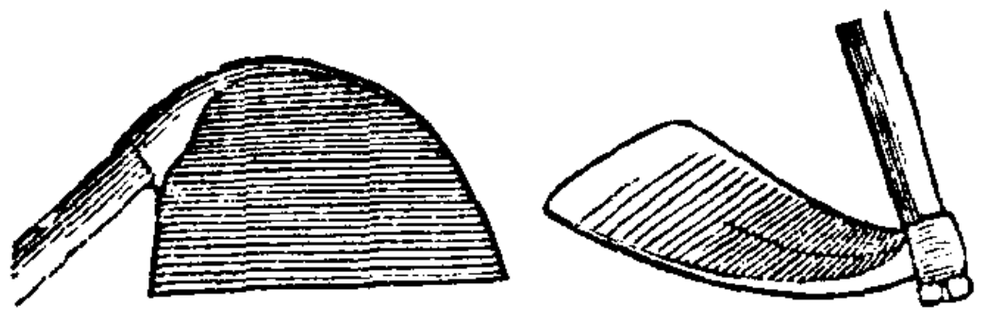


fig. 104.

S'agit-il seulement de détruire les mauvaises herbes en raclant le terrain, la houe s'élargit encore; c'est la houe des jardiniers (*fig.* 105 et 106). Enfin, pour les petits travaux qui consistent à éclaircir les plantes et à leur donner un léger binage, la houe prend de plus petites dimensions; elle devient la binette (*fig.* 107), et la serfouette, si elle porte d'un côté des dents et de l'autre un fer aplati. La forme et la force de ces instru-

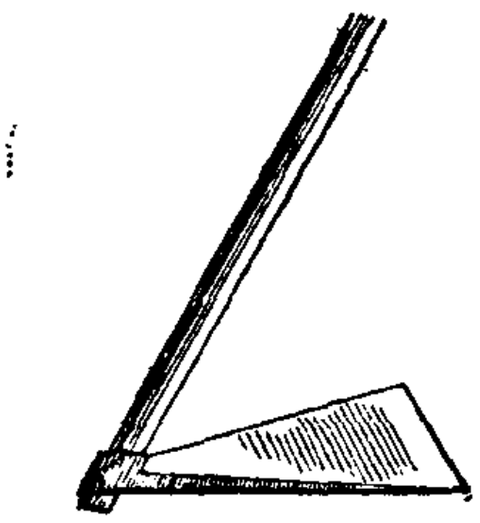


fig. 105.

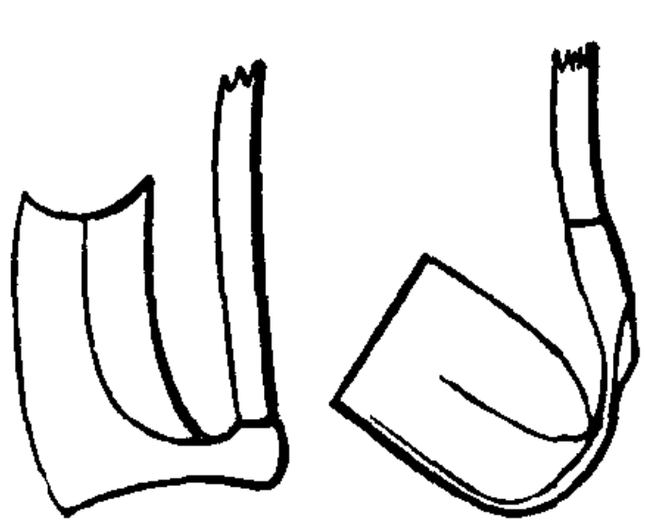


fig. 106.

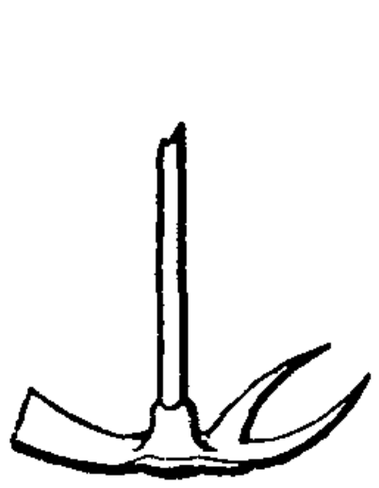


fig. 107.

ments varient selon les pays, le travail à exécuter, et selon la force des travailleurs auxquels on les destine.

L'opération du sarclage et du binage est un soin plutôt qu'un travail; elle occupe le temps sans employer les forces; aussi est-ce principalement l'occupation des femmes et des enfants. Le ratissage exige plus de force quand le fer de la houe prend de la largeur. Mais ce n'est pas encore là un emploi complet de la force de l'homme. Il en est autrement quand il s'agit d'ouvrir la terre à une profondeur pareille à celle de la bêche, comme on le fait avec la houe, ou à percer le sol durci au moyen de la pioche ou du pic.

Dans ces travaux, la force vive est substituée à celle que la

bêche emprunte à la pesanteur. L'homme relève vivement l'outil au-dessus de sa tête et le fait retomber sur la terre en lui imprimant une grande vitesse. Sur un sol de ténacité ordinaire, de celle où l'on peut employer la bêche, l'ouvrier travaille en un jour une étendue à peu près égale à celle qu'il peut bêcher. Ainsi, sans entrer dans la discussion fort difficile de la force employée, on peut conjecturer qu'elle est égale à celle que nécessite l'emploi de la bêche. Les mêmes ouvriers employés à l'un et à l'autre de ces modes préfèrent même souvent la houe. Ainsi, quand on voudra évaluer le travail que l'on peut obtenir, on se servira des formules indiquées pour la bêche, et l'on arrivera au résultat cherché.

Le travail de la houe n'a pas la même perfection que celui de la bêche. L'instrument enfoncé en terre, l'ouvrier tire la motte à lui et l'étale sous ses pieds. Elle n'est pas retournée, elle n'est que déplacée; on n'expose donc pas sa partie inférieure à l'action de l'air, comme par le bêchage régulier.

L'action du pic peut être évaluée de la même manière, en tenant compte de la ténacité de la terre et de la largeur des fragments que l'on détache et qui, par l'adhérence de leurs parties, ont des dimensions plus grandes que la pointe du pic.

Quant à l'appréciation du travail nécessaire pour le sarclage, elle est plus difficile, parce qu'elle tient moins à la nature de la terre et à sa ténacité qu'à l'arrangement des plantes, à la difficulté de cultiver les intervalles et, sans les toucher, de faire disparaître les herbes adventices. Quand les plantes sont disposées en lignes, le travail est plus aisé. Ainsi il y a une grande différence entre le sarclage du pavot semé à la volée et celui du colza planté en lignes; on emploie jusqu'à 24 journées de femme pour sarcler un hectare de pavots, tandis qu'en 5 à 6 jours un homme avec une houe un peu large sarcle un hectare de colza en lignes. Dans les plantations et semis en lignes, on a plus d'avantage encore à employer la houe à cheval.

CHAPITRE VII.

Instruments destinés à briser les mottes, ameublir, aplanir et presser la terre par une action discontinue (masser) et par une action continue (rouleaux).

Les opérations que nous avons décrites jusqu'ici soulèvent des bandes de terre ou des blocs qui rendent la surface du sol inégale, y créent une foule de vides et d'interstices dans lesquels l'air peut bien pénétrer, mais où les semences que l'on jetterait en terre et qui pénétreraient dans ces cavités se trouveraient étouffées, incapables qu'elles seraient de traverser les voûtes solides que forment les mottes et les bandes de terre au-dessus d'elles. Il arrive donc un moment où plus les travaux ont été énergiques et ont soulevé de forts prismes de terre, plus il devient nécessaire d'achever l'œuvre des instruments de défrichement et celle des machines en pulvérisant les masses isolées, en faisant disparaître ces vides inégalement répartis, en ameublissant le sol et en reconstituant une masse homogène sous le rapport de la ténacité.

Dans la petite culture, quand on ne peut disposer de la force des animaux ou quand les champs sont trop peu étendus pour qu'on puisse les y faire entrer, on se sert de masses de bois pour écraser les mottes. La cherté de ce travail dépend de la dureté et de la grosseur des mottes, comme aussi de la force du maillet qui doit être proportionnée à celle du travailleur. Ainsi l'ouvrier donne environ 30 coups de masse par minute; si les mottes ont une ténacité telle qu'elles exigent chacune deux coups de masse, et si l'hectare qui aura été bêché présente 10,000 mottes, nous aurons besoin de 20,000 coups de masse, et l'ouvrier en brisera 14,400 dans sa journée de huit heures.

On fait suivre l'action de la masse par celle du râteau, pour achever d'ameublir et d'égaliser le terrain.

Quand on peut se servir de la force des animaux, on substitue la pression à la percussion pour briser l'adhérence des blocs de terre. Cette pression s'opère au moyen des rouleaux. Le rouleau est employé soit pour briser les mottes durcies, soit pour tasser le terrain soulevé par les gelées ou qui par sa nature est trop poreux, trop *creux*. On sait que les grains qui sont semés dans des terrains semblables sont clairs et réussissent mal par l'excès de l'aération, parce que leur desséchement est trop rapide et aussi parce qu'ils pénètrent trop profondément dans le sol.

On se sert ordinairement de rouleaux en bois de 2 mètres de longueur sur $0^m,25$ de diamètre, ne pesant pas plus de 80 kilogr. Si un pareil rouleau passait sur une surface plane, il ne donnerait que $0^k,4$ de pesée par zone de $0^m,1$; mais il faut observer que la terre étant soulevée comme nous l'avons indiqué, le rouleau ne pèse que sur les points saillants, et que l'expérience prouve que son effet suffit dans les terres qui ont éprouvé les atteintes des gelées. Il n'en serait pas ainsi sur les mottes durcies par les chaleurs de l'été. En les supposant formées de prismes de $0^m,05$ carrés, elles présenteraient $2^{cq},500$ de surface de rupture, et nous avons vu dans le premier volume[1] qu'un pareil solide d'argile exigerait 303 kil. pour se rompre, et que la terre du Jura exigeait encore 24 kil. Aussi ne tente-t-on guère de se servir du rouleau pour les terres qui sont dans cet état. Cependant, quand on est pressé par le temps, on emploie des rouleaux de pierre de 1 mètre de longueur ayant un brancard et pesant 330 kil. qui ne donnent aussi que 3 kil. par zone de $0^m,01$. Si l'on voulait aller plus loin et adopter les rouleaux compres-

(1) Tome I, p. 145, deuxième édition; page 161, première édition.

seurs de Schattenmann , de 1^m,30 de longueur sur 1^m,30 de diamètre et pesant 2,000 kil., on obtiendrait 15 kil. par zone; mais il faudrait un tirage très considérable, et la rareté de telles opérations ne permettrait guère aux cultivateurs d'être pourvus de tels instruments.

Au reste, dans les terres tenaces, on augmente beaucoup l'action du rouleau en le garnissant de pointes (*fig.* 108). Tout

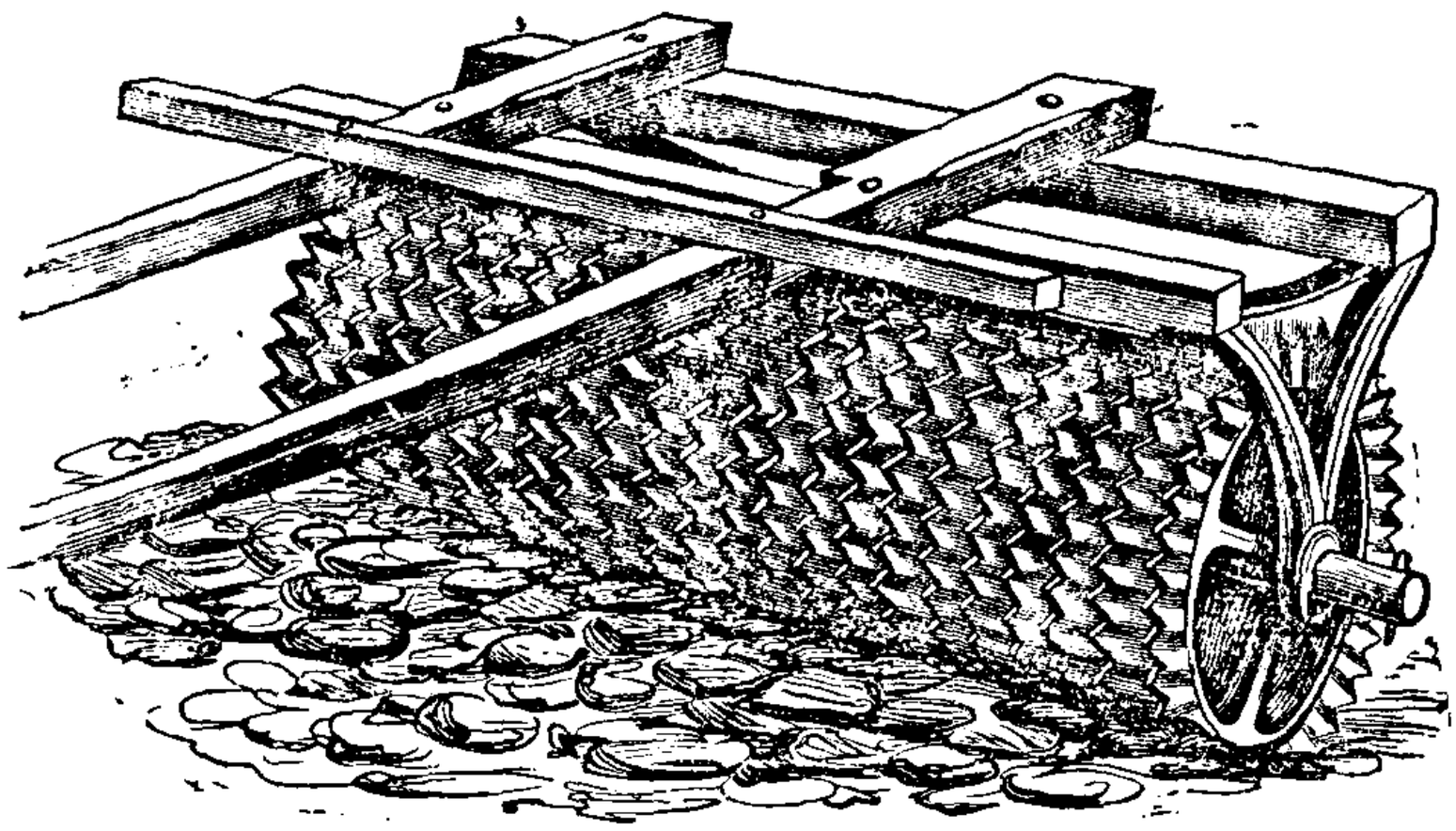


fig. 108.

son poids porte alors sur ces pointes qui pénètrent dans les mottes et les brisent, en écartant les molécules. Supposons, en effet, un rouleau qui ait 25 rayons de 40 dents sur sa longueur de 3 mètres; ces dents pressent une surface de 0^m,003, le poids entier du rouleau porte à la fois sur 0^m,075 seulement. Le cylindre marchant avec la vitesse de 1 mètre par seconde, les pointes ayant chacune le poids de

$$\frac{80}{40} = 2 \text{ k.}$$

ont une force vive qui les fait pénétrer de 0^m,006 dans les terres les plus dures, et de 0^m,013 dans celles qui sont dans l'état ordinaire de ténacité. Cette pénétration et la force de coin des dents suffisent pour ouvrir les mottes, ou au moins

pour altérer fortement leur cohésion. C'est donc au rouleau à pointes qu'on devrait avoir recours dans ce cas, de préférence aux rouleaux plus pesants.

Après le passage du rouleau, les mottes semblent quelquefois encore tout entières, mais on ne tarde pas à s'apercevoir de l'atteinte qu'elles ont reçue; car en faisant succéder à cette œuvre celle de la herse, elles se brisent, s'émiettent sans peine, tandis qu'elles résistaient avant l'opération du rouleau.

Le rouleau-squelette, formé de disques de fonte enfilés dans un axe en fer (*fig.* 109), présente aussi une solution du même

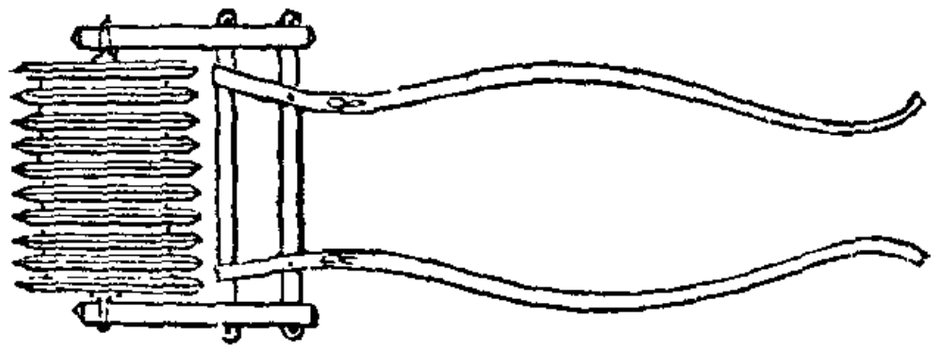


fig. 109.

problème, et ses tranchants sont moins sujets à s'émousser que les dents des rouleaux à pointes.

Pour les terres travaillées à billon, le rouleau cylindrique présente de grands inconvénients. Si le tirage est fait dans la direction des planches, il ne porte que sur leur sommet; s'il est fait en travers, sa marche n'est qu'une suite de ressauts qui fatiguent beaucoup les bêtes de trait. M. Malingié a fait construire des rouleaux coniques, consistant en un axe de fer coudé qui porte des rondelles en pierre; la longueur de rouleau est égale à la largeur des planches; il est monté sur un châssis en bois, et deux chevaux sont attelés dans la direction de ses extrémités, de manière à marcher constamment de front dans les raies de séparation. Cette disposition nous paraît fort ingénieuse.

CHAPITRE VIII.

Instruments servant à répandre la semence (semoirs).

Dans un grand nombre de cas, on doit semer les graines des plantes à certaine distance les unes des autres, dans un certain ordre, en certaine quantité. C'est ce qui a lieu dans les semis en lignes, indispensables pour les plantes qui acquièrent une grande dimension, comme le maïs, les fèves, les haricots, les betteraves, et d'une utilité plus contestée pour les céréales.

De plus, les graines que l'on sème à la volée, outre qu'elles sont inégalement espacées, quelle que soit l'habileté du semeur, sont ordinairement enterrées d'une manière incomplète ou recouvertes d'une couche trop épaisse de terre sous laquelle elles sont étouffées, ou laissées à découvert, soumises ainsi aux alternatives d'humidité et de sécheresse qui finissent par détruire le germe, et exposées à l'avidité des oiseaux granivores. Ces chances de perte rendent nécessaire l'emploi d'une plus grande quantité de grains, que l'on pourrait épargner si ceux qui sont strictement nécessaires étaient placés en terre d'une manière plus convenable.

Si donc on trouvait un instrument tel qu'il plaçât chaque graine à la distance voulue de ses voisines et formât avec elles des lignes très régulières ; si, en outre, il la déposait exactement à la profondeur que l'on jugerait le plus avantageuse et la recouvrait de terre ; qu'enfin l'économie que l'on ferait sur la quantité des semences et l'avantage que l'on trouverait dans les travaux d'entretien et de sarclage des plantes couvrit les dépenses de l'opération, on aurait résolu un des problèmes les plus intéressants de l'agriculture.

On s'est efforcé de le résoudre et d'une multitude de manières. Les livres d'agriculture, depuis l'apparition de celui de Tull, sont remplis de descriptions et de figures de semoirs. Et cependant aucun d'eux n'a pu encore se faire accepter définitivement dans la pratique. Ce n'est pas que plusieurs d'entre eux ne soient très ingénieux et très propres à remplir une grande partie des conditions indiquées; mais d'abord ils supposent, en général, une perfection dans les cultures préparatoires qu'on est loin de rencontrer partout, qui serait même nuisible dans un grand nombre de cas. Ainsi, pour les terrains susceptibles de se durcir beaucoup après les pluies, il y a du danger à pulvériser trop finement le sol, à en faire disparaître complétement les mottes; les praticiens ont reconnu, au contraire, qu'il était plus utile d'attendre leur désagrégation de l'effort des gelées, qui, en les pulvérisant, laissent pourtant les particules dans un certain état de séparation. Nous citons cet exemple seul pour montrer que ce n'est pas toujours sans raison que les cultivateurs n'ont pas adopté des instruments qui, parfaits pour les plantes qui doivent recevoir de nombreux sarclages, pourraient présenter des dangers pour celles qui doivent rester longtemps en terre.

Ces réserves faites, nous allons parcourir les différentes dispositions au moyen desquelles on a cru pouvoir remplir les indications que nous avons signalées comme justifiant la recherche d'un bon semoir.

1° Si l'on imagine une trémie pleine de semence dans laquelle tourne un axe garni de cuillers, quand cet axe sera mis en mouvement, les cuillers se rempliront de graines, et les projetteront en arrière. Si donc, en arrière de cet axe, se trouve en face de chaque cuiller un entonnoir qui reçoive le grain, que cet entonnoir corresponde à un tube descendant, on aura assigné à chaque grain la place exacte où il doit arriver sur la surface du sol. Ce principe est celui des semoirs à

cuillers (*fig.* 110); il a été adopté par Frost, perfectionné par

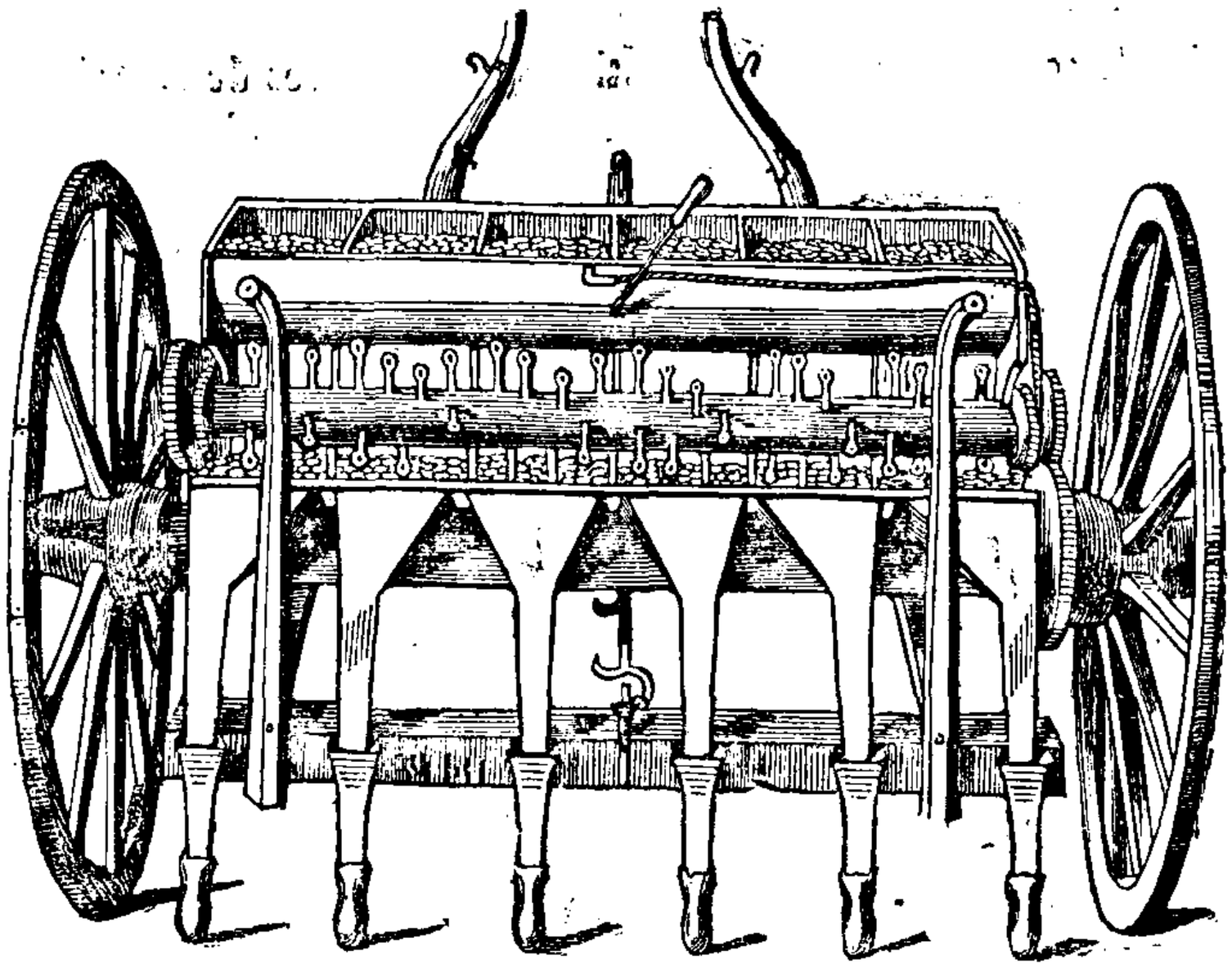


fig. 110.

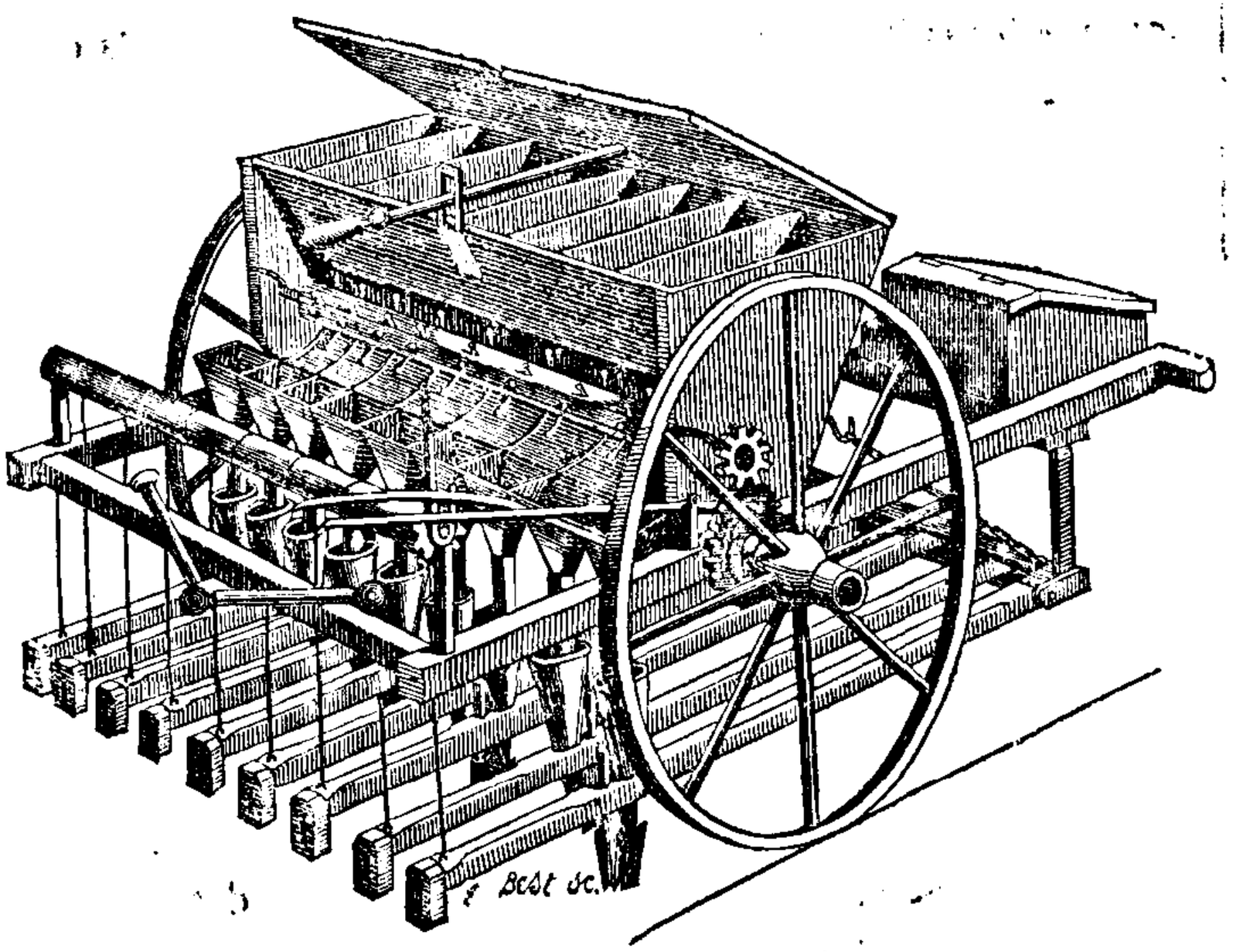


fig. 111.

Coke d'Holkham [1]; il fait la base des semoirs de Grignon et de ceux de Mathieu de Dombasle.

2° Si l'auge dont nous venons de parler est fermée en bas par un axe tournant sur lequel on creuse de distance en distance des cavités (*fig.* 112), celles-ci se rempliront de graines qui,

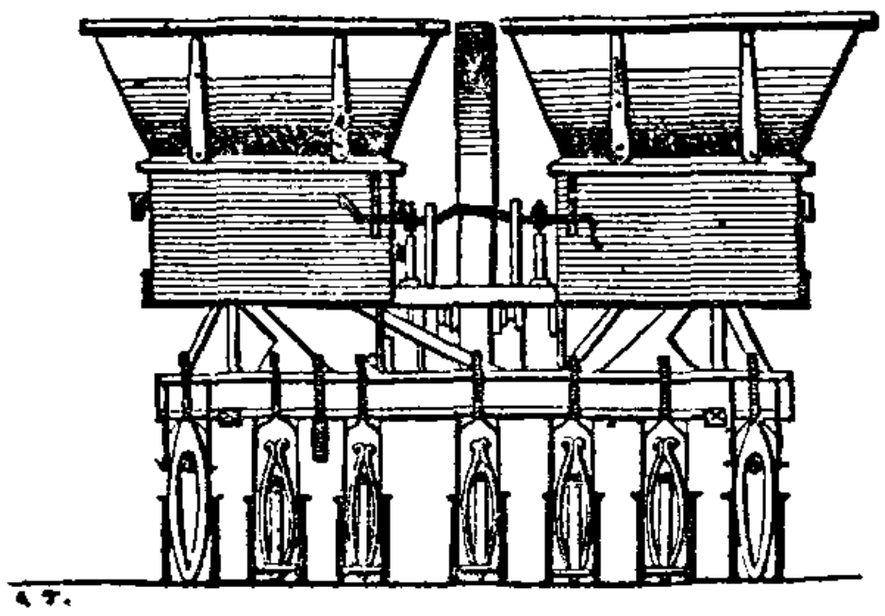


fig. 112.

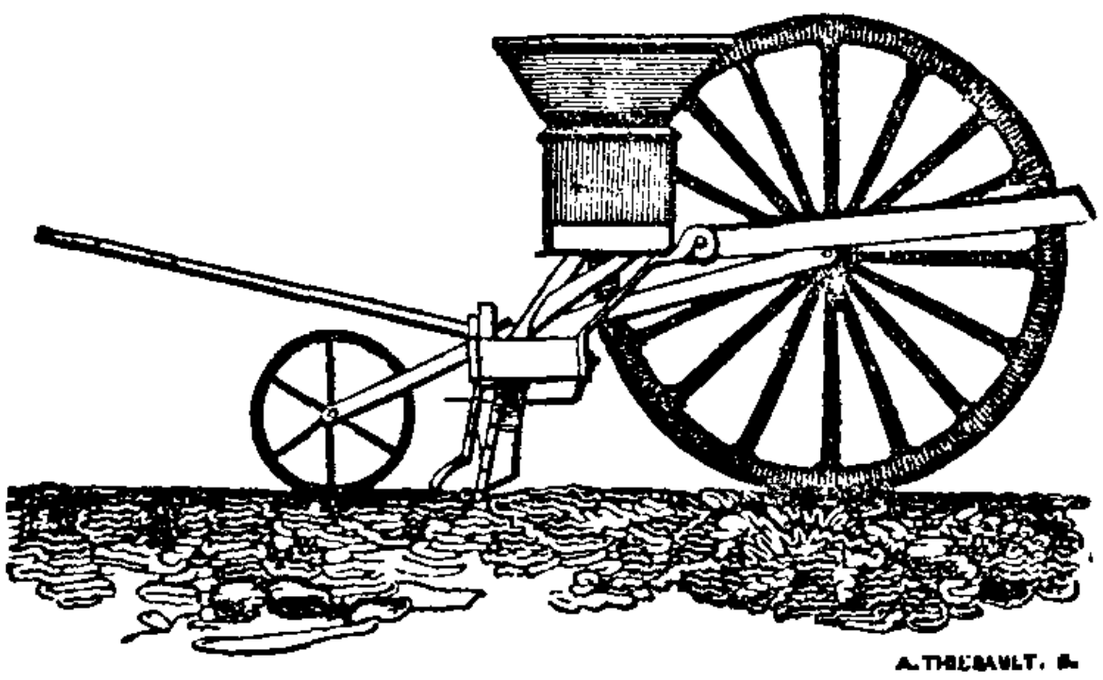


fig. 113.

quand l'axe aura fait une demi-révolution, se verseront, en passant devant des ouvertures pratiquées à la partie inférieure de la trémie, dans des entonnoirs correspondants à ces ouvertures, et de là seront portées en terre par des tubes pareils à ceux déjà décrits. C'est le principe des semoirs de Locatelli, de Tull, et de celui de Dacklet, adopté par Thaer [2]. Il constitue ce que nous appelons les semoirs à *entailles*. Le semoir Hugues

(1) *Système d'agriculture de Coke*, par Molard, p. 232.

(2) *Description des instruments d'agriculture*, par Thaer, traduit par M. de Dombasle.

(*fig.* 113) est un semoir à entailles très ingénieusement conçu. L'axe est creusé d'entailles de différentes grandeurs pour les différentes espèces de graines; en le poussant à droite ou à gauche, on fait coïncider les entailles de telle et telle grandeur avec les ouvertures de la trémie, de même que dans les serinettes on fait varier les airs en déplaçant latéralement le cylindre. Ce semoir peut aussi verser l'engrais en même temps que la graine. C'est un des instruments les plus parfaits qui aient été produits jusqu'ici.

3° Si le cylindre tournant, au lieu d'être garni d'entailles, est parsemé de pointes saillantes, que le fond de l'auge soit percé de trous espacés et fermés par des brosses rudes, on conçoit que les pointes, en traversant les brosses, ouvriront passage aux grains de blé, qui pourront tomber dans un entonnoir disposé pour les recevoir; la brosse, en se redressant bientôt après par l'effet de son ressort, ne laisse passer qu'un certain nombre de grains. C'est le principe de Fellemberg, qui a construit un semoir très artistement combiné, mais un peu trop sujet à réparations [1].

4° Les trous, au lieu d'être fermés par des brosses, peuvent l'être par de petites soupapes coniques garnies de cuir, comme les clefs des instruments à vent; elles seront mises en mouvement par les pointes du cylindre, qui appuieront sur le bras du levier des clefs et les feront ouvrir; celles-ci se fermeront ensuite par l'effet de ressorts. C'est tout à fait le mécanisme du piano. Duhamel avait adopté cette solution pour ses semoirs [2].

5° Les semoirs à barillet sont tout simplement formés de barils ou de lanternes en bois, en fer-blanc, percés de trous qui laissent passer la semence à mesure que l'on imprime à la lan-

(1) Feuilles d'Hoffwyl, en allemand.
(2) *Traité de la culture des terres*, édition in-12, tome II, p. 135.

ferne un mouvement de rotation (*fig.* 114). Tel est le semoir à turneps des Anglais.

fig. 114.

Tous les semoirs proposés jusqu'ici, soit qu'on les dispose sur des avant-trains pour être tirés par des chevaux, soit qu'on les place sur une brouette pour être menés à bras, soit enfin qu'ils soient portés par l'ouvrier lui-même, comme le semoir Barrault, ne sont que des applications de ces différents principes. Ils se distinguent seulement par leurs proportions, par les combinaisons mécaniques de leurs parties, enfin par des dispositions accessoires qui aident à compléter l'opération.

Dans la plupart des semoirs, on fait précéder les tubes qui versent la graine par un petit coutre qui ouvre la terre à la profondeur où elle doit être enterrée, et on les fait suivre par une raclette, un rouleau et une herse qui la recouvre. Ils sèment plusieurs rayons à la fois, en général de sept à huit. Le semoir Dombasle peut expédier trois hectares par jour.

M. Mathieu de Dombasle n'avait pas tardé à reconnaître un des grands défauts de la plupart des semoirs. Quand les roues

du train parcourent un terrain inégal, elles soulèvent ou abaissent successivement les coutres qui marchent en avant du cylindre. La graine se trouve donc tantôt trop peu, tantôt trop enterrée, et quelquefois elle ne l'est pas du tout. Il a surmonté cette difficulté en rendant les socs indépendants de l'essieu des roues, en donnant à leur système des mancherons sur lesquels agit l'ouvrier pour leur donner plus ou moins d'entrure. La solution ne nous semble pas complète. Elle suppose que les deux roues se soulèvent ou s'abaissent à la fois, et que l'on aura besoin d'enfoncer ou de relever à la fois tous les coutres. Mais il n'en est pas ainsi, et l'inégalité des terrains peut nécessiter le relèvement des coutres à droite et leur abaissement à gauche; ce à quoi le moyen proposé ne remédie pas.

Nous ne croyons pas qu'il soit nécessaire d'entrer dans de plus grands détails sur la construction des semoirs; ils sont l'objet d'une fabrication spéciale qui livre toujours les machines de meilleure qualité et à meilleur marché qu'on ne pourrait les obtenir en les faisant construire soi-même.

Le semoir de Mathieu de Dombasle, pris à Nancy, coûte 300 francs; le semoir de Hugues, 500 francs. Nous devons nous borner ici à donner quelques règles sur la manière de juger ces instruments.

1° Un bon semoir doit répandre à volonté les graines à une distance voulue, les répandre uniformément et sans interruption toutes les fois que la machine marche, et la machine continuant à marcher, on doit pouvoir interrompre la transmission des graines, car il est un cas, comme à la fin des sillons et quand on retourne pour en recommencer un autre, où l'ensemencement doit s'arrêter.

2° Le semoir doit permettre d'effectuer avec facilité les changements dans la distance entre les lignes des semis et des plantes entre elles dans ces lignes.

3° Les semences doivent en sortir avec égalité, c'est-à-dire

que leur nombre doit être proportionné à la rapidité de la marche de l'instrument. Il ne doit pas être sujet à s'engorger, ce qui serait cause que plusieurs lignes pourraient manquer de graines. Cette disposition serait un vice radical dans un semoir.

4° La semence doit être recouverte avec soin après le passage du semoir, sans que l'instrument destiné à cet usage puisse faire la *traîne*, c'est-à-dire sans qu'il s'engorge de terre et dérange les semences une fois qu'elles ont été posées à leur place.

5° Le semoir doit être solide, peu sujet aux dérangements, et les réparations qu'il nécessite doivent pouvoir être faites par les ouvriers ordinaires.

6° Sa marche doit être facile, de manière que le cheval puisse soutenir la vitesse de 1 mètre par seconde. Alors s'il sème sept sillons à $0_m,20$ de distance, il doit pouvoir ensemencer en un jour près de 3 hectares de terrain par journée de huit heures de travail.

De tous les semoirs connus, celui qui a subi les épreuves les plus réitérées et les plus favorables est le semoir de Hugues, dont le mécanisme, quoique bien connu, n'a pas été publié. Son auteur a parcouru la France à plusieurs reprises pour le faire expérimenter, avec un zèle qui lui aurait mérité le succès quand bien même son instrument n'aurait pas été aussi bon qu'il pouvait l'être. On se loue beaucoup de ses résultats dans les pays où les procédés de culture sont assez parfaits et les terrains assez meubles pour qu'il n'y ait pas de grands changements à faire dans les procédés de préparation des terres au moment des semailles, mais surtout dans les contrées où le blé talle beaucoup, et où par conséquent on peut économiser, sans aucun risque, sur la quantité des graines à répandre.

CHAPITRE IX.

Instruments pour les récoltes.

SECTION Ire. — *Instruments tranchants (faucilles, faux, etc.).*

La faucille (*fig.* 115-116) est le plus ancien instrument em-

fig. 115.

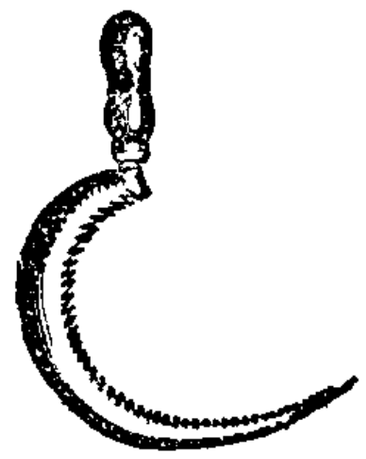


fig. 116.

ployé pour couper les herbes et les pailles ; elle prend diverses formes et diverses dimensions ; tantôt elle représente un quart de cercle, tantôt un demi-cercle, tantôt enfin plus d'un demi-cercle ; ses bords sont tranchants, ou dentés en forme de scie.

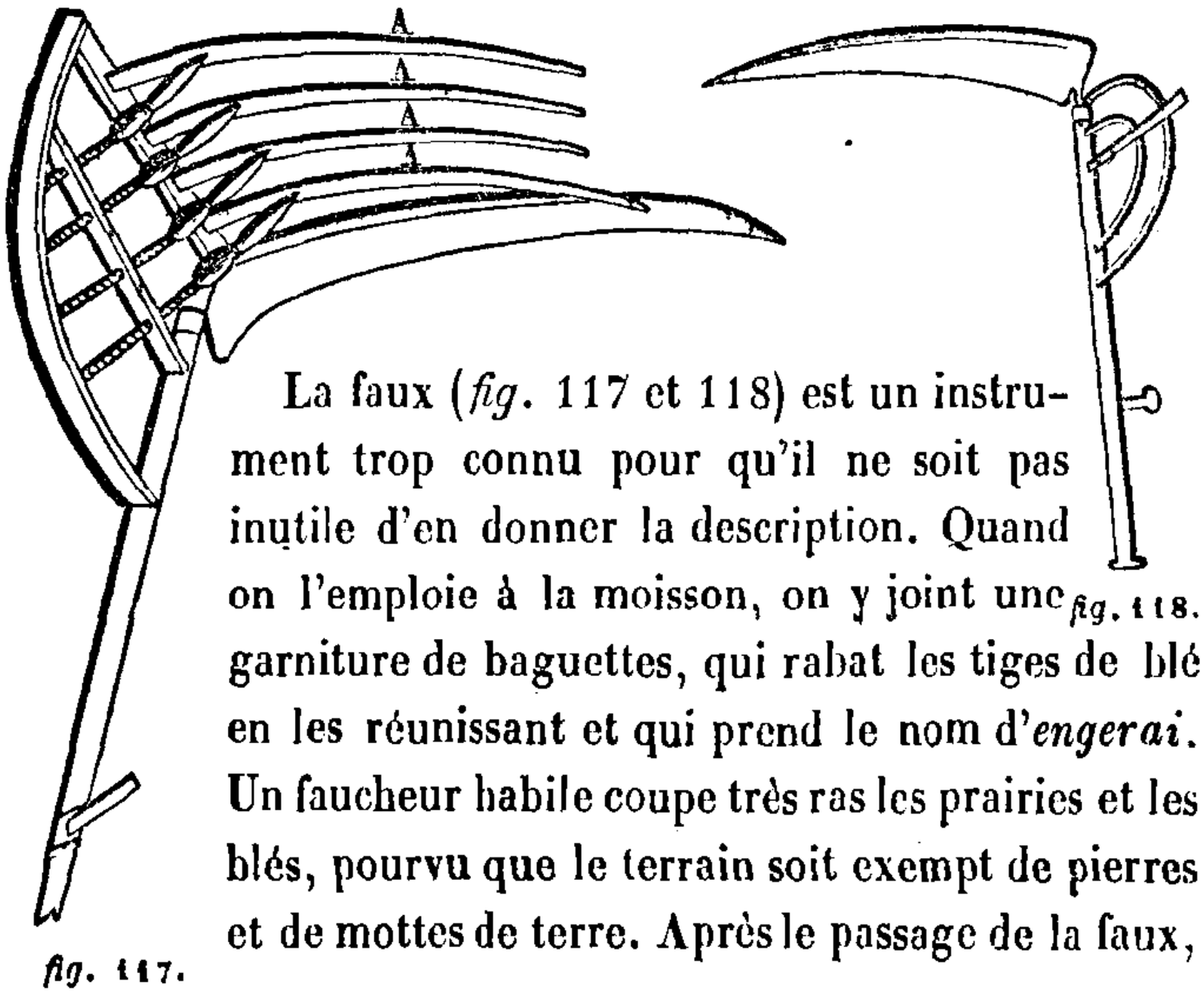


fig. 117.

La faux (*fig.* 117 et 118) est un instrument trop connu pour qu'il ne soit pas inutile d'en donner la description. Quand on l'emploie à la moisson, on y joint une garniture de baguettes, qui rabat les tiges de blé en les réunissant et qui prend le nom d'*engerai*. Un faucheur habile coupe très ras les prairies et les blés, pourvu que le terrain soit exempt de pierres et de mottes de terre. Après le passage de la faux,

fig. 118.

un pré doit représenter un tapis de velours, rasé bien également de $0^m,003$ à $0^m,005$ de la surface du sol, et où l'on ne puisse distinguer, si ce n'est par le pas des faucheurs, la limite où s'est arrêté le coup de la faux; si le faucheur veut prendre de trop grands coups, la pointe de la faux se relève à la fin de sa course, et le gazon est coupé moins ras en cet endroit.

Il est très difficile de calculer la force nécessaire pour faucher une prairie. Elle dépend entièrement de la quantité et de la qualité des tiges qui la forment. Si le foin est épars, pressé, avancé dans sa végétation, il exige plus de force, et le faucheur est obligé d'avancer plus lentement, d'embrasser une moins grande surface dans chacun de ses coups de faux. Les tiges ligneuses ou durcies comme les roseaux, les pailles de blé exigent beaucoup plus de force que les fourrages artificiels, pleins de sucs et peu ligneux.

Le salaire des faucheurs n'est pas même un moyen bien sûr pour juger de leur fatigue comparée à celle du faucillage ou de tout autre travail rustique, parce que tous les ouvriers ne sont pas bons faucheurs et que cet exercice exige une force et une adresse qui en font une industrie spéciale. Les faucheurs se nourrissent mieux que les autres ouvriers tant que dure le travail. Cependant cette comparaison est encore le procédé qui nous fera approcher le plus de la vérité dans l'appréciation de la force déployée.

Le fauchage des prairies naturelles coûte à Orange 0 fr. 24 c. par quintal métrique de foin que donne le pré; ainsi environ 20 fr. 40 c. pour les trois coupes d'un hectare de prairie en terme moyen. Mais comme le prix est fait à la mesure du terrain et non au poids du foin, savoir à 6 fr. 80 c. par hectare et par coupe, les prés bien fournis d'herbe paient proportionnellement moins que ceux qui le sont mal. Un bon faucheur peut abattre en un jour le foin de 50 à 60 ares de prairie à la première coupe qui rend moyennement 8,500 kil. par

hectare, ce qui donne une journée de 3 fr. 75 c., tandis qu'il fauche 80 à 90 ares de la seconde et troisième coupe qui ne donnent ensemble que la même qualité de foin, et qu'il gagne alors 5 fr. 75 c. par journée.

Le fauchage des prairies artificielles se paie dans la même proportion. Ainsi les cinq coupes d'une luzerne bien garnie, qui donnent ensemble 6,000 à 7,000 kil. de foin par hectare, se paient de 15 à 16 fr. Dans chaque travail, l'ouvrier est arrivé à mesurer, pour ainsi dire, son salaire par sa peine; et sa peine est évidemment relative à la masse du fourrage abattu. La journée moyenne des faucheurs étant de 4 fr. 60 c., celle des bècheurs de 1 fr. 75 c., on voit qu'elles sont entre elles à peu près comme 100 : 36.

La faucille n'est plus employée pour faire les foins, si ce n'est par des enfants que l'on envoie tondre la provision de quelques vaches, mais elle l'est encore pour la moisson partout où l'on est obligé de se procurer de nombreux ouvriers étrangers, par l'étendue des champs comparée à la population locale. On ne peut attendre la force exceptionnelle qu'exige le travail de la faux de cette tourbe d'ouvriers étrangers que la pauvreté de leur pays pousse, à l'époque de la maturité des blés, vers des terres plus fertiles pour y chercher du travail. Un homme scie 20 ares de blé, un faucheur en abat 60. Le salaire de l'un et de l'autre est dans la même proportion, c'est-à-dire que le faucheur recevant 10 fr. par hectare ou 6 fr. par journée, ce faucilleur en retirera 2 fr.

La sape flamande (*fig*. 119) est intermédiaire entre la faux et la faucille. C'est une faux légère que l'on manie en l'appuyant sur l'avant-bras droit et en passant la main dans une courroie placée à moitié du manche, tandis que la main gauche tient un crochet qui sert à saisir la partie du chaume que l'on veut couper. Cet instrument est léger et les femmes elles-mêmes peuvent s'en servir. Un sapeur fait les $\frac{2}{3}$ de l'ouvrage d'un

faucheur et est payé sur ce pied. La sape ne sert qu'à la moisson, et ne coupe pas assez ras pour qu'elle puisse être employée pour les prairies.

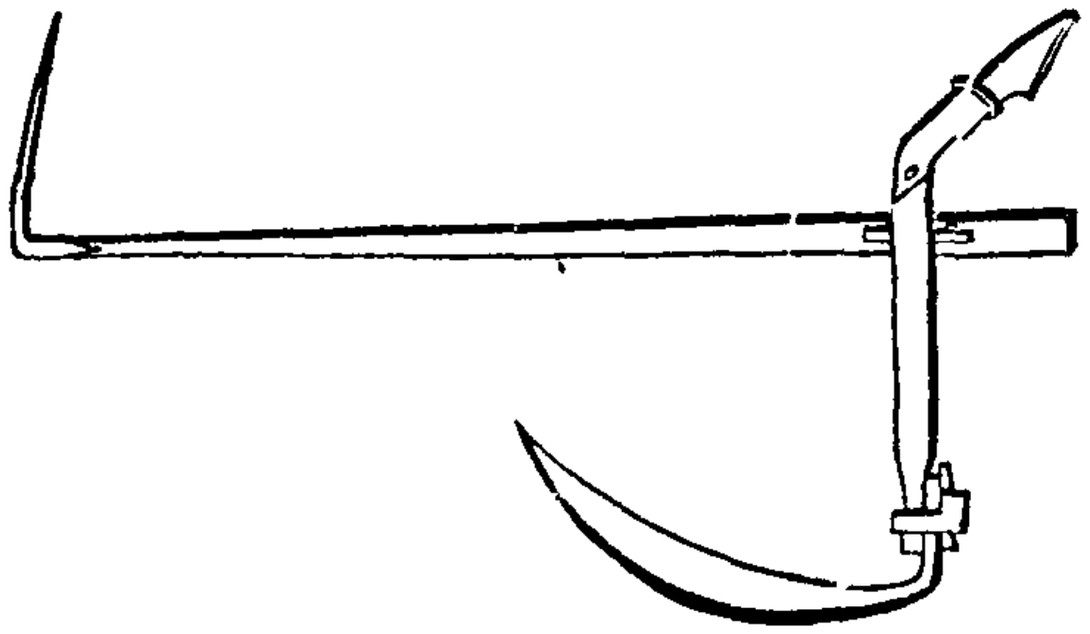


fig. 119.

SECTION II. — *Instruments employés pour détacher les grains de la paille.*

Le moyen le plus simple qui se soit présenté à l'esprit pour séparer le grain de ses enveloppes a dû être de saisir les tiges et de frapper leur épis contre un corps dur. C'est l'*égrenage* que l'on emploie encore pour les semences potagères. On les égrène sur une table ou sur le fond d'un tonneau. On égrène encore le maïs en froissant fortement son épi contre un corps résistant, comme le fer d'une bêche; mais ces moyens devenaient lents et trop minutieux dès qu'il s'agissait de récoltes un peu considérables. Alors, au lieu de frapper la plante contre le corps dur, on l'a frappée avec un corps dur, avec une gaule, par exemple, qui s'est peu à peu transformée en fléau. Puis on a voulu substituer l'action des animaux à celle de l'homme; on s'est servi de leurs pieds en les faisant trotter sur une couche formée de plantes dont on voulait extraire le grain; ou bien on les a attelés à un chariot à larges roues, puis à un traîneau présentant une large surface; enfin, dans ces derniers temps, le génie de la mécanique a cherché à régula-

riser toutes ces opérations, à les combiner, à réduire l'espace et le temps que l'on y employait, et a produit la machine à battre.

Nous trouvons des traces de toutes ces méthodes chez les anciens. Les Egyptiens égrenaient le lin et le faisaient passer entre les dents d'un peigne mu par les pieds de l'ouvrier [1]. Les Chinois égrènent le riz et frappent les gerbes sur une planche inclinée soutenue en l'air par un chevalet, ou sur les bords d'une caisse où tombe le grain, ou au moyen d'un fléau à deux tranchants, ou enfin au moyen d'un faisceau de bambous [2]. Le prophète Isaïe nous indique positivement ces différentes manières d'opérer : « On ne foule pas la vesce avec des traîneaux, on ne fait pas passer la roue des chariots sur le cumin, mais on bat la vesce avec la verge et le cumin avec le fléau. » Et ailleurs : « Je te rendrai semblable au chariot neuf armé de pointes avec lequel on foule le grain [3]. » Déjà Moïse avait prescrit [4] de ne pas emmuseler le bœuf qui foulait le grain, afin qu'il pût profiter aussi de l'abondance de la terre.

Les Grecs dépiquaient le blé en le faisant fouler aux pieds des bœufs [5]. « Lorsqu'un laboureur a réuni sous le joug deux taureaux au large front pour fouler l'orge blanche dans une aire spacieuse, la paille légère s'envole sous les pieds des taureaux mugissants, etc. » Les Romains employaient le fléau, le foulage et le rouleau. « Lorsque les épis sont seuls moissonnés, dit Columelle, on peut immédiatement les porter à la grange et en remettre le battage à l'hiver avec des fléaux, ou en les faisant fouler aux pieds des chevaux [6]. » Varron décrit

(1) *Description de l'Égypte*, planche 68, fig. 37, tome I.

(2) *Memoires de la Société centrale d'agriculture*, 1827, tome II, planche de la page 222.

(3) Chap. XXVIII, verset 27, et chap. XI, I, verset 15.

(4) *Deutéronome*, XXV, verset 4.

(5) *Iliade*, lib. XX, verset 495.

(6) Lib. II, cap. XXI.

exactement les deux méthodes. « Le grain, dit-il, est battu dans l'aire, quelquefois par des bœufs attachés au joug d'un *tribulum*. Cette machine est faite de planches hérissées de pierres et de fer. Le conducteur se place dessus; elle a un poids considérable et est traînée par les bœufs sur les épis que l'on veut battre; ou bien elle est faite d'une planche avec de petits rouleaux au-dessus au lieu de dents; elle prend alors le nom de *plostellum pœnicum*. Dans l'Espagne citérieure et dans d'autres pays, un homme est assis sur cette machine et conduit les bestiaux qui la tirent. D'autres font battre leur blé par des bestiaux non assujettis au joug et qui, par le froissement occasionné par leurs sabots, contraignent le grain à se détacher de l'épi [1]. Enfin Columelle nous indique dans quel cas on doit préférer un de ces moyens à l'autre : si l'on bat les épis seuls détachés de la paille, le fléau; si la paille reste unie à l'épi, on fait fouler sur l'aire par des chevaux, et lorsqu'on a peu de ces animaux, on peut ajouter un rouleau ou un traîneau (*tribula* ou *traha*, qui, selon Servius, ont la signification adoptée) qui l'un et l'autre brisent facilement la paille [2]. »

Tous ces instruments sont encore usités aujourd'hui, et sans parcourir la série de leurs innombrables variétés, nous croyons devoir nous astreindre ici à remonter à leurs principes. Ils sont de trois espèces : 1° froisser l'épi, comme on le ferait en le pressant entre les mains : c'est ainsi qu'agit le traîneau; 2° frapper l'épi de manière à changer la forme des enveloppes et à faire sortir le grain de la balle : c'est le mode d'action des fléaux, des machines à battre et du dépiquage par les pieds des chevaux; 3° peser sur l'épi pour produire le même effet, comme font les rouleaux cylindriques.

(1) Lib. I, cap. LII. Voyez aussi la figure du *plostellum pœnicum* dans Lartigue, *Collection des machines*, tome II, page 17.

(2) Lib. II, cap. XXI, et Pline, lib. XVIII, cap. XXX.

§ 1. Le fléau.

D'après les expériences de M. de Villelongue [1], le battage de cent gerbes de blé pesant 400 kil. rendant 84^{k},5 de grain a été fait au moyen de 10,820 coups donnés en 660 minutes. M. Jaubert de Passa [2] pense que cette somme d'action serait excessive dans le Roussillon, ce qui peut tenir à la plus grande sécheresse des épis. MM. Hachette et Darblay croient qu'un ouvrier de bonne force peut battre en un jour 75 à 85 gerbes du poids de 8 à 9 kil., rendant 3 hectolitres par cent, c'est-à-dire qu'il produit 2$^{hect.}$,40 de grain dans sa journée. Selon eux, le nombre de coups de fléaux nécessaire pour battre une gerbe est de 150; 320 minutes sont employées à battre 80 gerbes, ou 4 minutes par gerbe [3].

Chaque coup de fléau éprouvé au dynamomètre, en frappant sur une largeur de 0^{m},01, l'a fait enfoncer de 6^{k},25. Les épis d'une gerbe occupent 0^{m},40 de superficie sur le plancher de la grange; ils ont reçu 150 coups produisant 937^{k},50. Cette somme de percussion produisant 2$^{hect.}$,28, un hectolitre exigera une force de percussion de 31,252 kil. Un homme produit dans sa journée un travail mécanique de 79,687 kil.

§ 2. Le dépiquage.

Si le fléau dirigé par l'intelligence humaine n'adressait ses coups qu'à la place où gisaient les épis et laissait la paille entière, il est bien sensible que quand les gerbes seraient étendues sous les pieds des chevaux et que ceux-ci fouleraient au hasard paille et épis, ils seraient obligés de déployer une force beaucoup plus grande pour parvenir à dégager de la balle

(1) *Mémoires de la Société d'agriculture*, 1827, tome II, page 5.
(2) *Ibid.*, page 301.
(3) *Ibid.*, page 11.

la même quantité de grain, puisqu'ils en emploieraient une partie à briser la paille.

Pour parvenir à dépiquer 5,200 gerbes du poids moyen de 7_k,5 étendues sur une aire, M. Jaubert de Passa a trouvé que 24 chevaux avaient fait 672 tours au pas et 919 au trot; en tout 1,591 tours [1].

	Les chevaux ont parcouru	et ont fait
Pendant les tours au pas, le pas de 1^m,25.	7^m,028	5622 foulés.
Id. au petit trot, le temps de trot, 1,55.	12,839	8283
Id. au grand trot, le temps de trot, 1,40.	23,087	9619

Le cheval au pas élève deux de ses pieds à la hauteur de 0^m,07 en les portant en avant de 1^m,25; au petit trot, il élève le pied de 0^m,15 en le portant en avant de 1^m,55; au grand trot, il l'élève de 0^m13 en le portant en avant de 2^m,40. Son pied arrive donc à frapper la gerbe non pas avec tout son poids, mais avec son poids modifié par la décomposition de la force verticale qui tend à peser en terre, et de l'horizontale qui tend à la transporter en avant.

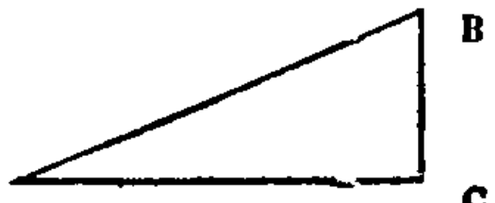


fig. 118.

Nous avons donc :

Pour le pas. . . 1^m25 : R :: 0,07 : tang. de B = 0,056
Pour le trot. . . 1,55 : R :: 0,15 : tang. de B = 0,097
Pour le gr. trot. 2,40 : R :: 0,13 : tang. de B = 0,054

C'est au petit trot que le cheval pèse le plus lourdement sur la paille. En supposant le cheval du poids de 320 kil. et le multipliant par les coefficients trouvés, nous aurons :

Pour l'action du pas. . . . . 5622 × 320 × 0,056 = 100,746 k.
— du petit trot. . . 8283 × 320 × 0,097 = 257,104
— du grand trot. . 9619 × 320 × 0,054 = 166,216
524,066
Et pour 24 chevaux. 12,777,584

Ce produit, divisé par 5,200 gerbes, nous donne 2,419 kil.,

(1) *Mémoires de la Société centrale d'agriculture,* page 314, etc.

près de 2 $\frac{1}{2}$ fois la force nécessaire au fléau qui exige 937 kil. M. Jaubert de Passa battait dans la journée 5,918 gerbes, avec le travail de 24 chevaux et celui de 15 hommes.

Si nous supposons que la journée de l'homme et celle du cheval soient de même valeur, nous trouverons que 39 journées ayant donné 5,918 gerbes, une journée donne 153 gerbes de $7^{k},5$ ou $1,147^{k},5$ de gerbes. Nous avons vu que l'homme battait au fléau 80 gerbes de $8^{k},5$ ou 680 kil. de gerbes; le dépiquage paraîtrait donc près de deux fois plus économique que le battage, mais cette proportion est loin d'être exacte, parce que le battage est un travail continu et que le dépiquage, nécessitant un temps sec, laisse de longues journées de chômage pendant lesquelles les animaux sont oisifs et les hommes peu occupés. Nous avons trouvé par notre expérience que l'on ne pouvait pas attribuer plus de 5 hectolitres à la journée de chaque cheval, aidé d'un travail à bras d'hommes dont la proportion décroît à mesure que le nombre des chevaux est plus considérable, mais qui pour 24 chevaux est de 14. Nous aurions ainsi pour 5 hectolitres :

1 journée de cheval.	1f62
$\frac{14}{24}$ d'une journée d'homme à 2 fr.	1,17
	2f79
Ou, par hectolitre. . . .	0,56

Les loueurs de chevaux prennent 4 p. 100 du grain, et on est obligé de leur fournir les bras d'hommes; ainsi 5 hectolitres à 22 fr. valent 110 fr., les $\frac{4}{100}$ sont de $4^{f},40$, si l'on y ajoute $1^{f},17$ pour la journée d'homme, nous aurons pour un hectolitre $1^{f},114$ ($4^{k},13$ de froment).

§ 3. La machine à battre.

Les machines à battre ont pris naissance dans les pays où

l'on bat au fléau. Il est impossible de contempler le spectacle de ce pénible travail longtemps continué, sans être porté, par un sentiment d'humanité, à lui substituer un procédé qui délivre l'homme d'un tel assujettissement. Les peuples du midi l'avaient fait en adoptant le dépiquage. Ce reste de pratiques barbares, qui considèrent l'homme comme une force brute, devait disparaître devant les progrès de la civilisation qui tend à relever notre espèce et devant ceux de la mécanique qui en fournit les moyens. Mais en faisant abstraction de ces hautes considérations morales, les raisons agricoles ne manquent pas pour établir les avantages qu'il y a à substituer un autre mode au battage du fléau.

En effet, si l'on renvoie cette opération au temps de l'hiver, il faut construire des granges ou élever des meules. Dans le premier cas, on engage un capital assez considérable en constructions, et les gerbes restent exposées pendant plusieurs mois aux ravages des rats qui remplissent ces magasins; dans le second, elles sont exposées aux effets de la malveillance : les incendies de meules sont loin d'être un cas rare; enfin, dans l'un et dans l'autre, on ne peut disposer de son bien immédiatement après la récolte; les approvisionnements de l'hiver ne sont pas assurés; on ignore encore quel sera le produit des gerbes, et un temps très long est employé à une opération qui, dans un espace restreint, ne comporte pas un grand déploiement de travailleurs.

« Si l'on bat immédiatement après la moisson, ce battage au mois d'août, qui se prolonge souvent jusqu'en octobre et qui emploie tous les hommes, les femmes et les enfants, est désastreux pour les cultures et la santé publique. Déjà la population est fatiguée par la moisson quand elle arrive au battage, et il faut battre à tout prix et jusqu'à extinction... D'où il suit que tout autre travail doit être abandonné : les cultures, les labours, les déchaumages. Les mois d'août et de septembre ne

trouvent plus personne; tout le monde est au battage. Les récoltes sarclées, s'il y en a, ne peuvent recevoir aucune culture pendant ce temps. La main-d'œuvre devient plus coûteuse d'année en année, et l'abondance des céréales, suite des progrès de notre âge, se trouve bientôt arrêtée par ces circonstances[1]. »

Les inventeurs avaient d'abord tenté de faire mouvoir les fléaux par des moyens mécaniques; mais ces essais ayant été jugés trop imparfaits, on chercha la solution dans le mouvement de rotation des battoirs.

Il faut distinguer, dans les machines à battre qui ont été proposées, la partie du mécanisme qui s'applique à l'opération du battage proprement dit et celles qui ont pour but d'accomplir les opérations de la récolte, savoir, la séparation de la paille et de la balle, et enfin le criblage des grains. Il n'est pas bien certain que cette complication d'opérations soit avantageuse. Quoi qu'il en soit, nous devons les considérer séparément, pour nous faire une juste idée de l'idée principale de la machine à battre.

Que l'on suppose un tambour en bois cylindrique et concave, dans l'intérieur duquel se meut avec une grande vitesse un cylindre portant des pièces de bois saillantes de $0^{m},08$ que l'on nomme battoirs. Si l'on présente une gerbe à l'action de ce cylindre, elle est entraînée sous les battoirs et successivement rejetée en arrière, et sort brisée et dépouillée de ses grains par une ouverture du tambour opposée à celle par laquelle la gerbe est entrée. Le grain est aussi conduit en dehors en glissant sur un plan incliné qui forme la partie inférieure du tambour concave. Telle est l'idée la plus simple que l'on puisse se former d'une machine à battre.

Les modifications qu'elle subit sont de plusieurs sortes. D'a-

(1) Rieffel, *Revue agricole*, juin 1844, p. 326.

bord on a cru devoir fournir les gerbes au cylindre battant avec une certaine mesure; on les étend sur une plate-forme où elles sont saisies par deux cylindres que l'on appelle cylindres alimentaires (*fig.* 120 et 121). La gerbe, au lieu d'être

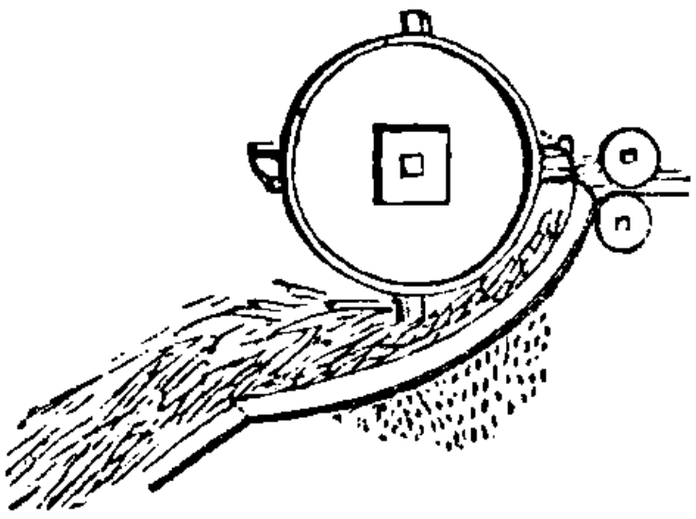


fig. 120.

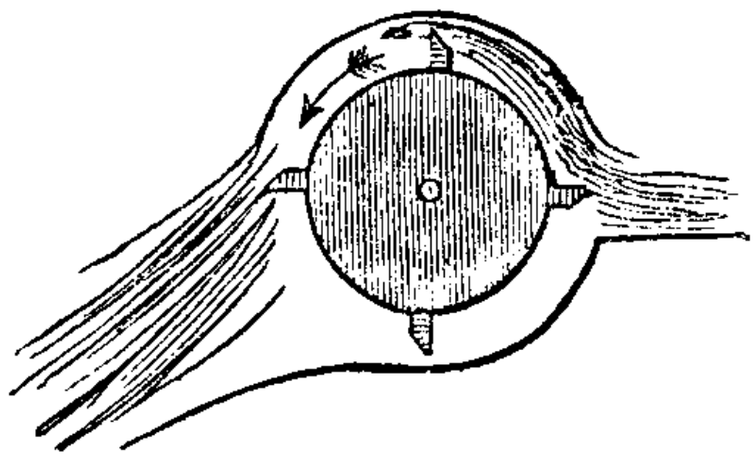


fig. 121.

battue en dessus, peut l'être en dessous. Le plafond du tambour est formé d'un grillage à travers lequel tombent les grains détachés de la paille. Le nombre des battoirs est de 4 à 12. Le diamètre du battoir est plus ou moins considérable; le tambour est intérieurement lisse ou garni de saillies que l'on nomme *contre-battoirs*. Le mouvement de la machine est plus ou moins rapide. Chaque constructeur a attaché une grande importance aux modifications qu'il introduisait. 1° Il paraît reconnu que les cylindres alimentaires retardent inutilement l'opération[1]; que la gerbe avance trop lentement et ne passe qu'en quantité trop minime pour fournir à l'action de battoirs très actifs; ils paraissent nécessaires quand les battants ont un mouvement trop lent. 2° Il est préférable que la gerbe passe au-dessus du cylindre, elle échappe moins à l'action des battants sur lesquels elle pèse de son poids; il faut donc que le cylindre tourne de manière que ses battants supérieurs s'éloignent de l'entrée d'alimentation. 3° Un plan incliné qui fait couler le grain en dehors est préférable à un grillage placé sous les battoirs, grillage auquel il faut imprimer un mouve-

(1) Moll, *Revue agricole*, juin 1844, p. 322.

ment qui exige de la force et qui entasse le grain sous l'axe de la machine. Il est plus facile à recueillir quand il est porté en avant. 4° Le nombre de quatre battants paraît être suffisant, si la machine est animée d'un mouvement très rapide. 5° Le diamètre du cylindre battant a été porté jusqu'à 2 mètres, ce qui rend la machine lourde et le mouvement lent. Dans les meilleures machines, il n'est que de $0^m,50$. 6° On a réussi avec les tambours lisses comme avec les contre-battoirs, mais ceux-ci paraissent avoir un certain degré d'utilité en arrêtant la paille et multipliant ainsi les coups qu'elle peut recevoir des battoirs, et en la forçant à passer dans des détroits où elle est plus fortement comprimée. Ces solutions sont celles qui ont reçu la sanction de l'expérience dans la machine de Ransomme [1].

Dans les expériences auxquelles elle a été soumise, le cylindre faisait de 900 à 1,200 tours par minute, et les battoirs frappaient

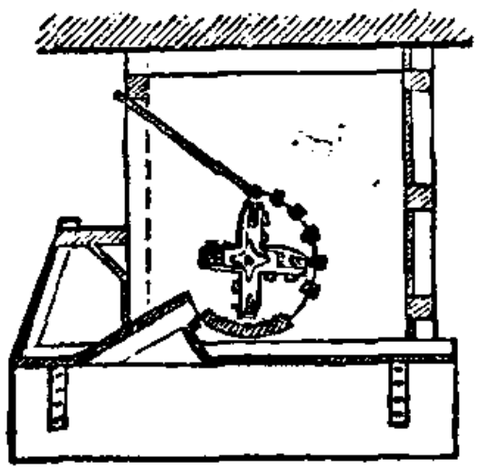


fig. 122.

les gerbes (*fig.* 122) avec une vitesse de $23^m,62$ et de $31^m,50$ par seconde. Cette vitesse est l'unique cause du grand produit de cette machine, qui surpasse à cet égard toutes celles auxquelles on a voulu la comparer. Elle égrène $9^h,62$ de blé et $23^h,33$ d'avoine par heure. Une des bonnes machines d'un autre système des environs de Paris ne donne que 2 hectolitres de blé et $6^h,66$ d'avoine. La machine à battre de M. Mathieu de Dombasle produisait 5 hectolitres de blé par heure [2]. Toutes ces machines sont attelées de quatre chevaux. La machine à battre de Ransomme doit donc être à présent le point de départ de tous les perfectionnements à introduire. Il faut adopter

(1) Voir les figures de cette machine dans les *Mém. de la Société d'agriculture de Seine-et-Oise*, 1843.

(2) Voir sa description et sa figure, *Annales de Roville*, tome VI, p. 228 et 229.

sa grande vitesse, son petit diamètre, et bien prendre garde que les améliorations que l'on devra apporter à son système ne lui fassent perdre aucun de ses avantages.

Ce qui lui nuira le plus dans les pays où l'on transporte la paille pour la vendre, c'est sans contredit l'état dans lequel elle la laisse. Celle-ci se trouve brisée autant qu'elle peut l'être par le dépiquage des chevaux. Dans cet état, elle est infiniment plus goûtée par les animaux; elle se décompose plus facilement dans les fumiers, elle dispense de l'opération imparfaite du hache-paille, mais elle ne se charge pas facilement sur la charrette. Il faut, pour la transporter, commencer par l'enserrer dans des filets de corde, ce qui exige quelque peine; mais la machine ne pourra pas manquer d'être adoptée par ceux qui ne redoutent pas ces inconvénients.

Quand la machine à battre est dégagée des accessoires du vannage et du criblage, elle peut être rendue facile à transporter. Ainsi pour la machine de Ransomme, dont nous venons de parler et qui opère avec une si grande puissance, « le « démontage, le remontage et la pose se font rapidement et « sans difficulté; la machine et le manége sont disposés de « façon à pouvoir être facilement réunis et placés sur deux « roues dont les essieux font partie du corps même de la ma- « chine. » Cette facilité de transport rend cette machine plus précieuse encore pour la France, où le peu d'étendue des domaines s'oppose à l'introduction des machines fixes [1]. De même qu'il s'est formé des entrepreneurs de vannage, qui parcourent les fermes avec les moulins à vanner et qui en louent à ceux qui veulent s'en servir eux-mêmes, de même une bonne machine à battre ne peut manquer de devenir l'objet de spéculations et marquera l'heure de la délivrance pour toute cette population qui s'épuise dans cette opération, et probablement

(1) Moll, *loco citato*.

pour les chevaux de dépiquage soumis, dans d'autres régions, à de si violents exercices sous les feux de la canicule.

Sous le rapport économique, voici quels seraient les résultats. Le prix de la machine serait de 1,500 fr. Si on pouvait l'employer pendant 30 jours, l'intérêt du capital étant à $\frac{10}{100}$, son loyer serait de 5 fr. par jour. La rapidité du battage est telle que la commission de Seine-et-Oise pense qu'elle exigerait le service de 15 personnes, hommes, femmes et enfants, pour l'approvisionner de gerbes et retirer la paille avec des fourches à mesure qu'elle la battrait; nous supposons le prix moyen de ces journées à 1f,25; enfin le manége doit être mené par 4 chevaux. Nous avons donc :

15 journées d'hommes, femmes et enfants. .	18 f.	75 c.
4 journées de cheval à 1 f. 62 c.	6	48
Loyer de la machine.	5	»
	30	23

On égrène 96 hectol. de blé dans la journée de 10 heures, ce qui donne par hectol. 0f31.

L'opération faite par les machines à bras coûte en Angleterre 1f,33 prix fait à la tâche.

Les machines de M. de Dombasle donnent 60 hectolitres de grains par journées de 10 heures, étant attelées de 4 chevaux et servies par 3 hommes.

M. de Dombasle ne mettait que 0f,15 pour l'entretien et la valeur de la machine, à la charge de chaque hectolitre de blé : comme elle coûtait 2,400 fr., il faudrait supposer une récolte de 1,600 hectolitres au moins pour réduire à ce point l'aliquote supposé pour un hectolitre. D'un autre côté, la machine Dombasle n'est pas portative, et pour que 240 fr. d'intérêt ou d'entretien ne missent que 0f,15 à la charge de chaque hectolitre, il faudrait supposer que la récolte à battre serait de 1,600 hectolitres. Nous nous bornons donc, pour rendre la

comparaison le moins défavorable possible à cette machine, de lui supposer 30 jours d'activité comme à celle de Ransomme. Nous aurons donc pour

3 journées d'homme à 2 f. 50 c.	7 f.	50 c.
4 chevaux.	6	48
Loyer de la machine.	8	»
	21	98

On égrène 60 hectolitres de blé qui coûteront 0f,36 par hectolitre. Il faudrait à la machine 26 jours pour battre 1,600 hectolitres de grain, que la machine Ransomme battrait en 16 jours. La plupart des machines installées aux environs de Paris sont loin d'offrir des effets pareils à la machine de Dombasle et se bornent à battre de 20 à 26 hectolitres par jour.

L'avantage considérable qu'offrent les machines portatives dans un pays à propriétés divisées comme la France, en ce qu'elles peuvent être mises ainsi et sans peine à l'usage d'un grand nombre d'exploitations, me paraît donc militer fortement en faveur de celles qui, comme la machine de Ransomme, possèdent cette heureuse prérogative.

§ 4. Le ventilateur. — Tarare.

Quand le grain est détaché de la paille et de ses enveloppes par un moyen quelconque, on l'en sépare en projetant le mélange contre le vent avec une pelle. Le grain, plus pesant, tombe presque verticalement; les corps légers qui l'accompagnent sont emportés à une certaine distance. Quand on opère dans une grange fermée, on se sert du van (*fig.* 123), espèce de panier évasé en osier que

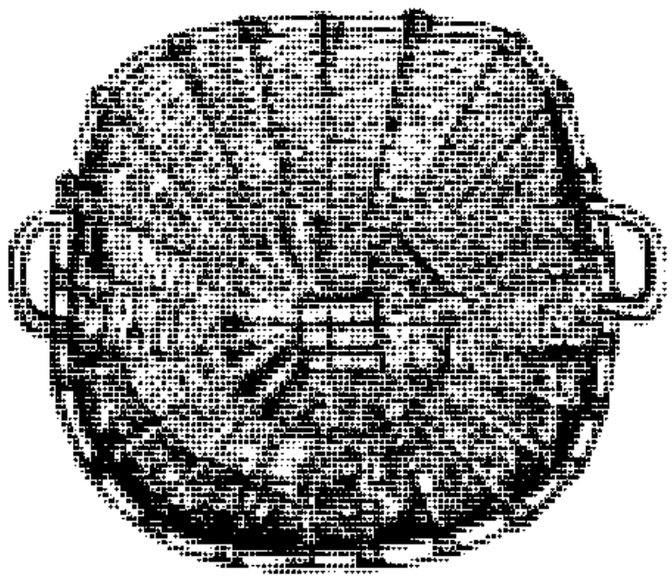


fig. 123.

l'on secoue, en créant ainsi un courant d'air qui emporte les corps les plus légers ; on enlève aussi avec la main les brins de paille les plus durs qui se sont réunis à la surface du grain. La première de ces méthodes est toujours usitée dans les pays où la récolte se fait en plein air. Cependant il arrive quelquefois que le calme de l'air se prolongeant longtemps après le dépiquage du blé, on finit par recourir au tarare pour terminer l'opération. Le van est de plus en plus abandonné et a été remplacé presque partout par le tarare.

Cette machine (*fig.* 124 et 125) consiste en une caisse en bois

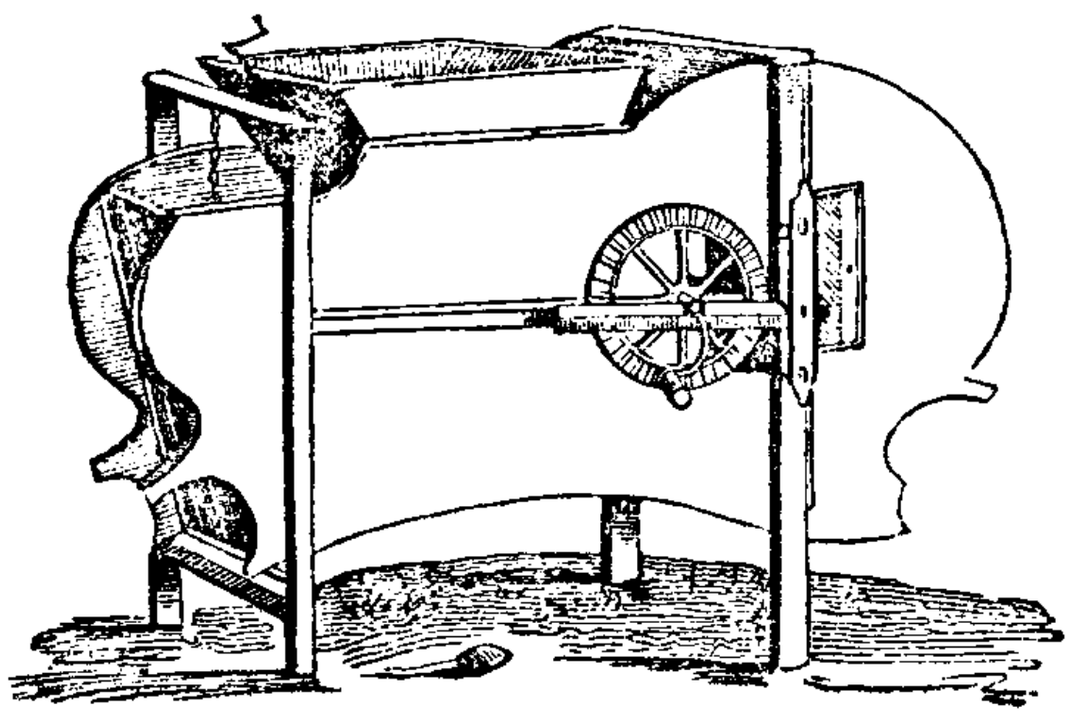


fig. 124.

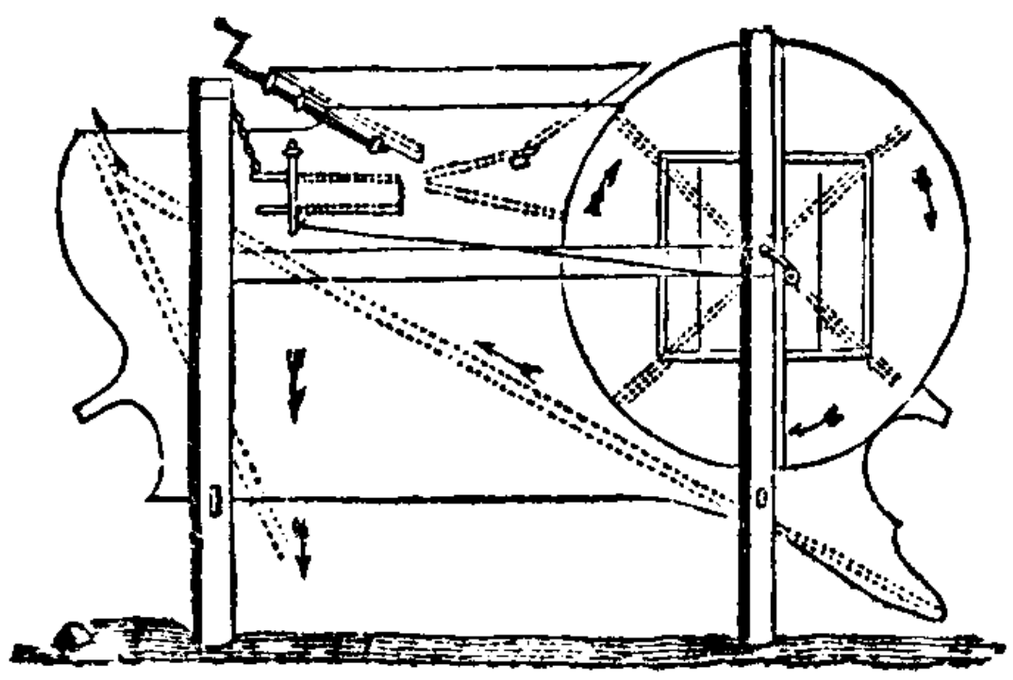


fig. 125.

renfermant un volant formé par quatre ailes, porté sur un axe horizontal, qui, par le moyen d'une manivelle pourvue d'un engrenage, tourne avec une grande rapidité et produit un cou-

rant d'air qui projette les corps légers (tels que la paille) par une ouverture supérieure placée en avant tandis que le grain tombe sur une trémie à laquelle la machine imprime un mouvement oscillatoire et s'amoncelle sous la machine. On la construit partout en ce moment et pour un prix qui, pour les plus parfaites, ne dépasse pas 80 francs. Aussi en trouve-t-on de toutes les formes, et les petites exploitations peuvent en louer à la journée pour un prix assez modique.

Un seul homme met en mouvement le tarare, mais il faut qu'il soit relevé de demi-heure en demi-heure, et même plus souvent. C'est donc le travail de deux hommes qu'il faut attribuer au tarare; celui qui ne tourne pas s'occupe à charger la trémie et à ranger la paille. Le tarare peut être aussi organisé de manière à marcher par le moyen d'un cheval. Alors on peut, comme en Angleterre, faire l'opération du vannage pour 0^{f},07 par hectolitre.

Dans le midi de la France, on emploie deux hommes et un enfant qui balaie la paille; on paie 0^{f},25 par hectolitre à la tâche. Un atelier ainsi composé peut passer 50 à 60 hectolitres par jour. Il en coûte souvent plus du double avec le vannage à bras.

§ 5. Cribles.

Nous ne décrirons pas les cribles, ils sont connus de tout le monde. Ordinairement, quand il s'agit de blé, on le fait passer successivement à deux cribles; le premier à trous un peu gros, auquel on donne un simple mouvement de va-et-vient, de manière à ce que tout le grain y passe et qu'il ne reste sur le crible que les débris de paille et les corps étrangers; le second à grains plus fins auquel on imprime un mouvement circulaire pour que toutes les graines légères et les balles qui restent encore, ainsi que les grains qui n'ont pas été

complétement dépouillés de leur enveloppe, viennent au-dessus et puissent être enlevés par le cribleur. On substitue quelquefois à cette dernière opération l'action de cylindres en toiles métalliques, mais dans une position inclinée à l'horizon, et dans lesquelles le grain se divise par ordre de grosseur et de pesanteur. On peut ainsi séparer les grains mal nourris de ceux qui, ayant toutes les qualités requises, viennent sortir au bout du cylindre. Le nouveau crible de M. Vachon, construit sur un autre principe et où les graines d'une autre dimension que celles du blé, s'engagent dans des cavités dont elles ne peuvent sortir, promet d'être supérieur à tous les autres par la simplicité de son mécanisme et ses bons résultats.

§ VI. — Machine à battre complète.

On a cherché à réunir en une seule ces diverses opérations, en adaptant à la machine à battre le tarare et les cribles nécessaires pour que le blé se trouvât définitivement conditionné de manière à pouvoir être porté au marché. Jusqu'à présent les combinaisons n'ont pas été très heureuses, si l'on en juge par l'augmentation considérable de forces qu'elles imposent. Nous voyons en effet que dans les expériences de Versailles, dans une des machines qui, étant complète, exigeait un tirage de 220 kilogrammes, il tomba à 125 quand on eut supprimé le secoueur et le tarare. Or l'opération coûte avec les machines anglaises 0f,31 pour le battage et 0f,07 pour le vannage; total 0f,38; et ici l'opération du vannage étant à l'opération du battage comme 125 : 95, le second étant toujours de 0f,31, le premier coûterait 0f,23, ce qui donnerait un total de 0f,54 au lieu de 0f,38. Jusqu'à ce que l'on ait trouvé de meilleurs modes d'engrenage qui ne fassent pas perdre autant de force, il sera donc préférable de séparer ces opérations.

§ VII.— Les rouleaux.

Dans les pays du nord, l'espace resserré des granges conduisait à l'invention de la machine à battre, tandis qu'au midi l'étendue des aires à dépiquer portait plutôt à perfectionner les chariots battants et les rouleaux agissant sur les gerbes par une plus large surface que le sabot des chevaux et devant produire un effet plus prompt. Lors des premières recherches qui ont eu lieu dans les temps modernes, on s'est servi de prismes hexagonaux ou de cylindres à côtes saillantes qui devaient agir comme les battants de la machine à battre, puis l'on a fini par s'apercevoir que les cylindres unis, agissant par la simple pression, donnaient un aussi bon résultat avec un tirage moins pénible.

Le rouleau uni n'agit qu'en comprimant et faisant changer de forme à l'enveloppe des grains sans les écraser. On a reconnu que sur une couche de gerbes de $0^m,06$ d'épaisseur, il fallait une pression de 22 kil. par zone de $0^m,01$ pour que l'épi, ainsi comprimé, laissât échapper toutes ses graines. Mais comme, dans cette opération, les épis ne sont pas seuls et que la paille mêlée avec eux occupe quatre fois leur longueur, il s'ensuit qu'il faut faire supporter successivement à la masse une pression de cinq fois 22 kil. pour opérer un égrenage parfait. C'est de cette première base qu'il faut partir [1]. Si nous supposons donc un rouleau de 2,000 kil. de poids et de la largeur de $0_m,90$, pesant ainsi 22 kil. par zone de $0_m,01$, il devra passer cinq fois sur les gerbes étendues, de manière à former un lit de $0^m,06$ d'épaisseur.

(1) La paille a plus de quatre fois la longueur de l'épi; mais on place les gerbes sur l'aire les unes sur les autres, de sorte que la surface de la paille, comparée à celle des épis, n'est plus que dans le rapport indiqué.

Chaque gerbe placée l'épi en avant, faisant face au rouleau, occupe, déployée, après qu'on a coupé ses liens, 1 mètre de largeur sur 1 mètre de longueur. Ainsi 900 gerbes occupant 900 mètres carrés exigent 450 mètres de parcours qui se font au pas en une heure ou une heure et demie. Pareille opération peut être recommencée le soir sans fatiguer les bêtes. Six hommes sont attachés à chaque rouleau pour retourner la paille à mesure qu'elle est foulée; deux chevaux mènent le rouleau, qui dépique dans sa journée 20 à 22 hectolitres de grain. Les frais de l'opération seront donc :

6 journées d'hommes à 2 fr. 50 c. . .	15 fr.
2 journées de mules.	4
Total. . . .	19 fr.

Le dépiquage d'un hectolitre reviendrait donc à $0_f,90$. C'est à peu près le prix auquel revient le dépiquage. Tel est le rouleau qui a été usité jusqu'ici dans le midi [5].

Un des défauts d'un pareil rouleau est d'exiger la force de deux bêtes. La pratique a rendu évident que pour obtenir une marche régulière à l'ardeur du soleil et sous la piqûre des mouches un seul cheval devait être attelé au rouleau, et qu'alors il fallait borner son poids à 900 kil.; le tirage sur la paille molle et tassée étant considérable pendant les premiers tours. Un autre inconvénient est l'inclinaison de la ligne de tirage, à cause du petit diamètre des rouleaux actuels : l'animal, tirant de haut en bas, tend sans cesse à soulever le rouleau diminuer le poids qui presse sur la paille.

Mais le point du poitrail du cheval d'où part le tirage étant élevé des $0^m,77$ de sa taille serait à $0^m,93$ du sol pour un cheval de $1^m,50$ de taille. Ainsi le rouleau devrait avoir $1^m,86$ de diamètre pour remplir complétement l'indication d'un tirage horizontal. La surface de sa base serait de $2^{mq},62$. Construisons

(2) *Bulletin de la Société du Gard*, mai 1842, p. 299.

le en pierre calcaire pesant 2,400 kil. le mètre cube; chaque zone de 0^m,01 pèsera 62 kil., et en deux passages de rouleau l'œuvre pourra être accomplie. Mais si l'on voulait n'atteler qu'un cheval à cet instrument, selon les conditions prescrites, il ne pourrait avoir que 900 kil. de poids et 0^m,14 de longueur ; ce serait une vraie meule de moulin qui ne remplirait pas les conditions de stabilité nécessaire. En effet, pour que cette stabilité existe, il faut que la hauteur du rouleau (son diamètre) ait avec sa longueur une proportion telle que la verticale passant par le centre de gravité du rouleau ne puisse jamais être entraînée en dehors de sa base. Le rouleau n'ayant à agir que sur une aire unie et sur des lits de gerbes étendues, nous avons observé qu'il ne prend jamais une inclinaison qui dépasse 6°; le diamètre pourrait donc atteindre sans danger de versement une largeur de 9, 8 fois sa base[1]. Dans le rouleau de pierre que nous venons de décrire, le diamètre 1^m,86 est plus grand que la base 0,14 multipliée par 9,8. Il manquera donc de stabilité.

Si nous le construisons en bois de chêne pesant 1,000 kil. le mètre cube, chaque zone pèsera 20 kil., et le rouleau de 900 kil. pourrait n'avoir que 0^m,35 de longueur. La stabilité sera assurée. Le rouleau devra parcourir 10,286 mèt. au pas en passant quatre fois sur les gerbes pour achever l'opération qui exigera les deux reprises de la journée pour être achevée avec un seul cheval et trois hommes qui suffisent, puis-

(1) En effet, le centre de gravité C (*fig.* 126), pour venir en C′, décrit l'arc de cercle CC′; mais tout le corps tourne en même temps de la même quantité, par conséquent l'angle C AC est égal à l'angle B′AB. Or, dans l'angle C′AC, si nous prenons AD pour rayon, la tangente sera DE = AB. Nous avons donc AB : AD :: tang. 6° : R, et par conséquent $AD = \frac{AB \times R}{\text{tang. } 6°}$,

Faisons AB = 1, nous aurons AD = 9,8.

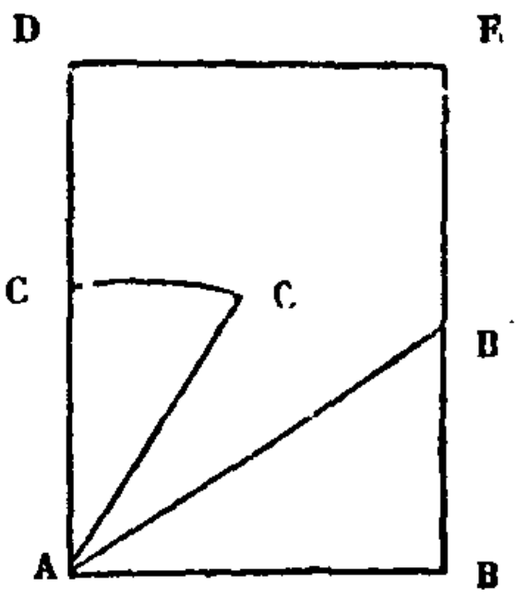


fig. 126

que l'opération sera plus de moitié plus lente qu'avec le rouleau actuellement usité. Le cheval tirera sans aucune fatigue et sans être embarrassé par son accouplement avec un autre cheval.

Il est facile de prévoir cependant que l'on sera encore effrayé de la hauteur du rouleau et de son peu de longueur et que l'on préférera occasionner un peu plus de tirage au cheval en se réduisant aux proportions suivantes que nous avons vu usiter : $1^{m},44$ de diamètre, $0^{m},62$ de longueur, $14^{k},47$ de poids par zone, qui parcourent 10,000 mètres en passant sept fois sur les gerbes.

Ces rouleaux de chêne sont faits de trois pièces (*fig.* 127) qui

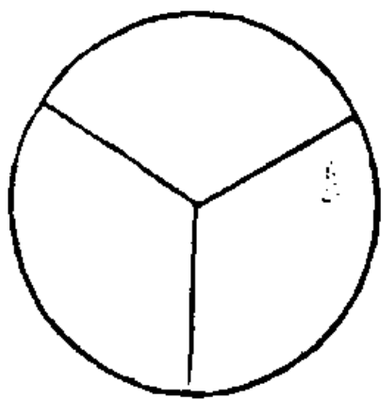


fig. 127.

se réunissent par des surfaces planes garnies de tenons en bois pour éviter les glissements, cerclés en fer aux deux extrémités et au milieu. On doit leur adapter un brancard pour qu'ils ne glissent pas sur les jarrets des chevaux dans un temps d'arrêt, ce qui serait plus à redouter avec les grands diamètres plus mobiles. Le bois coûte 80 fr., les cercles et l'axe 20 fr.; le brancard 10 fr. Les rouleaux en pierre précédemment décrits coûtent, sans les accessoires, seulement 20 fr. C'est donc une somme de 60 fr. qu'il en coûte pour avoir un instrument plus parfait, qui d'ailleurs est d'une durée éternelle.

Nous avons considéré jusqu'ici les rouleaux comme un corps cylindrique ; mais menée en cercle, la base extérieure parcourt une circonférence plus grande que la base intérieure et la parcourt dans le même temps. La première doit donc avoir un diamètre plus grand que la seconde pour s'adapter à la ligne qu'elle parcourt. Si la circonférence des deux bases était la même, celle qui est le plus près du centre tendrait sans cesse à reculer pour suivre la base la plus éloignée; il y aurait des frottements et des pertes de force qui seraient d'autant plus

grandes que le rouleau serait plus long. Ainsi, dans ce cas, il doit représenter un cône dont le sommet serait au centre du cercle parcouru et la base à la circonférence extérieure. Si l'on tourne sur des rayons différents, on sent que le rouleau cônique reprend tous les défauts du rouleau cylindrique, et que l'inclinaison du cône est adaptée au cercle d'un diamètre donné. Mais ce défaut se manifeste d'autant plus que le rouleau est plus long et qu'il y a plus de différence entre les deux bases du cône tronqué. Et comme il arrive assez souvent que par inattention ou autrement le rayon sur lequel on tourne s'allonge ou se raccourcit, c'est encore une raison qui nous fait préférer les rouleaux courts aux rouleaux plus allongés.

Le rouleau se manœuvre de plusieurs manières : 1_o Sur une aire carrée; on garnit de gerbes seulement l'espace compris entre les deux cercles *a* et *b* (*fig.* 128), espacés de cinq fois la longueur du rouleau. Le conducteur se place au centre du cercle et fait tourner le rouleau dans cette piste en donnant ou retirant de la longe au cheval par l'éloignement ou le rapprochement successif du centre, jusqu'à ce que toute la paille soit foulée. Ici la différence de la circonférence des deux bases doit être réglée sur la distance moyenne et n'est parfaitement adaptée qu'à celle-ci.

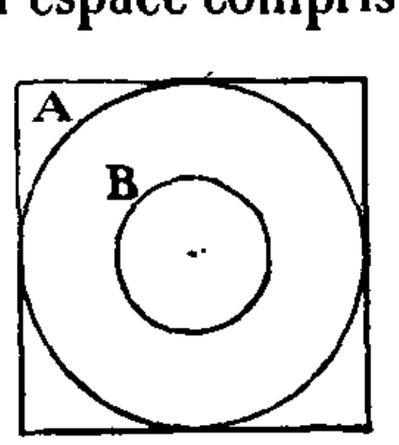


fig. 128.

2_o Sur une aire carrée; on garnit toute la surface de l'aire de gerbes. On place au centre un piquet solidement fixé, soit en terre, soit mieux encore dans un trou percé dans une pierre pesante. En tournant sur le plus grand cercle, la longe qui retient le cheval et dont l'autre extrémité est fixée au piquet s'enroule (*fig.* 129) autour de celui-ci et force l'animal à décrire une spirale, jusqu'à ce que le rouleau, complétement rapproché du centre, ne puisse plus tourner. Alors on arrête le cheval, on retourne le piquet de haut en bas, et le cheval,

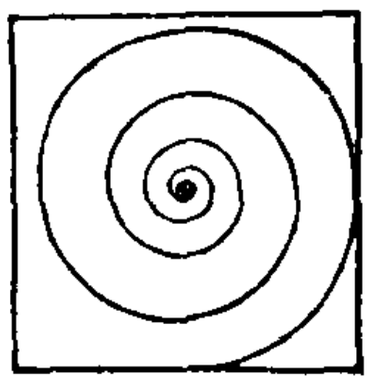


fig. 129.

en se remettant en marche, déroule la longe jusqu'à ce qu'il retourne au plus grand cercle, et ainsi successivement tant que les gerbes ne sont pas complétement foulées. Dans ce cas, les deux diamètres du cône tronqué qui forme le rouleau doivent être réglés sur le rayon moyen à parcourir, c'est-à-dire par la moitié du rayon total.

3° Si l'aire est longue et rectangulaire, on peut faire tourner le cheval sur des cercles ayant toujours le même diamètre, et le travail s'en trouve mieux. Le conducteur tient la longe et se place sur la ligne médiane de l'aire au point A, éloigné du côté C D de la moitié de la largeur de l'aire entièrement couverte de gerbes. Il s'avance ensuite progressivement et lentement vers le côté F G, en suivant la ligne médiane A, A, A, A,

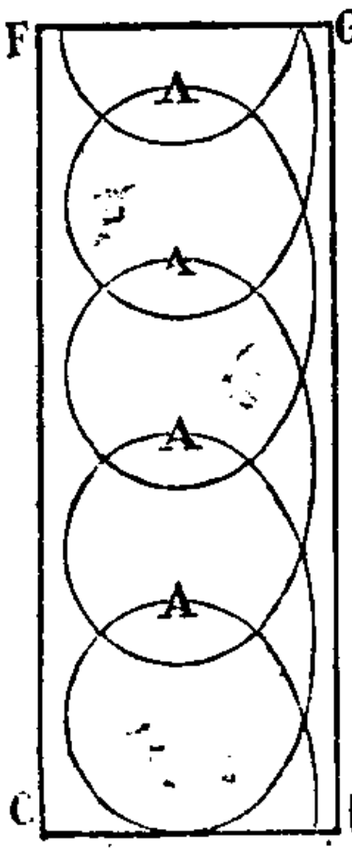


fig. 130.

(*fig.* 130), en changeant ainsi continuellement le centre du cercle sans changer son rayon. Le cheval décrit une spirale jusqu'à ce que le dernier tour étant arrivé au côté F G, on l'y arrête un peu plus, pour compenser en faveur des gerbes placées au bord la répétition des passages qui a lieu sur les autres points. On revient alors au côté C D et on répète la manœuvre jusqu'à ce que les gerbes soient suffisamment foulées.

On trouve la différence qui doit exister entre les deux bases du rouleau en connaissant le rayon du cercle à décrire, qui dans ce cas, est la moitié de la largeur de l'aire et le rayon moyen ; dans les deux autres cas par la formule suivante : Appelons d cette différence, b le grand diamètre, l la largeur du cylindre et r le rayon du cercle; nous aurons :

$$d = \frac{b \times l}{r}$$

Ainsi le rayon étant de 8 mètres, nous avons pour le rouleau en bois ci-dessus décrit

$$d = \frac{144 \times 62}{300} = 11{,}16.$$

Le petit diamètre sera donc de $144 - 11{,}16 = 132_c{,}84$.

En récapitulant ce que nous venons de dire, nous trouvons que les différents modes d'égrenage du blé coûtent les prix suivants, en supposant la journée des hommes employés à ces travaux de $2_f{,}50$:

1 hectolitre	battu au fléau.	1f30
—	dépiquage par les chevaux. . .	1,11
—	par le rouleau.	1,15
—	machine à battre écossaise. . .	0,21

Ces chiffres expriment les véritables rapports qui existent entre ces diverses opérations.

Dans le rapport sur les différents modes d'égrenage publiés par la Société centrale d'agriculture, on trouve, il est vrai, des chiffres différents; mais le rapporteur n'a pas fait attention que les prix indiqués dans le midi pour le dépiquage renfermaient tous les frais de la récolte depuis le moment où les gerbes sont apportées des champs sur l'aire jusqu'à l'entrée des blés dans les greniers et l'arrangement des pailles [1], tandis que le battage au fléau que l'on mettait en comparaison ne consistait que dans le pur égrenage. Cette erreur aurait pu être dissipée par la simple observation que l'on faisait l'opération du dépiquage en prélevant 4 p. 100 du blé dépiqué, ce qui, à 22 fr. l'hectolitre donnait $0^f{,}88$ par hectolitre. Il est donc bien constaté aujourd'hui que de tous les modes, le plus cher comme le plus pénible est le fléau, et que la machine à battre écossaise, construction de Ransomme, l'emporte sur les autres méthodes.

(1) *Voir* aussi nos *Mémoires d'agriculture*, t. II, p. 170.

CHAPITRE X.

Instruments de transport.

Les transports à courte distance se font au moyen du panier porté sur la tête, de la civière, du brancard formé de deux pièces de bois sur lesquelles on établit une plate-forme de planches, et qui est portée par deux hommes placés l'un en avant, l'autre en arrière; de la hotte, qui est un panier oblong retenu aux épaules de l'homme par deux courroies; mais surtout de la brouette, dont on doit l'invention à Pascal.

Les transports plus éloignés se font au moyen de voitures à deux ou quatre roues, qui prennent le nom de charrettes, chariots, tombereaux. Nous ne décrirons pas les instruments de premier ordre; ils sont bien connus et leur construction n'a rien de compliqué. Mais avant de comparer leurs effets entre eux et avec ceux du second ordre, qui servent à des transports éloignés, nous croyons devoir les considérer d'une manière moins générale, à cause de leur importance dans les exploitations et des résultats que leur choix peut avoir sur leurs succès. Nous allons d'abord examiner en détail les parties dont se composent ces véhicules.

SECTION Ire. — *Véhicules à deux roues. Charrettes.*

§ Ier. — Les roues.

Des expériences positives semblent avoir mis hors de doute que le frottement des roues était en raison inverse de la racine carrée de leur diamètre [1]. Ce frottement diminue donc à mesure que le diamètre de la roue augmente, mais aussi son

(1) Dupuis, *Annales des ponts et chaussées*, t. XV, p. 30.

poids augmente avec le diamètre. On peut donc bien diminuer indéfiniment le rapport de la force de tirage à la pression; mais passé une certaine limite, on ne peut le faire qu'en augmentant le rapport du tirage à la quantité de marchandise transportée par le véhicule.

Comparons, par exemple, ce qui se passera pour deux paires de roues montées sur leurs essieux dont l'une aura $1^m,80$ de diamètre et l'autre 1 mètre seulement, l'une et l'autre avec la même largeur de bande de $0^m,11$. La première pèsera 600 kil., la seconde 428 kil.

Le tirage de la première était à celui de la seconde comme la racine de 1 est à la racine de 1,8, ou comme 10000 : 13416; nous verrons que la première paire exigeant un tirage représenté par 600, la seconde en exige un représenté par 574, c'est-à-dire de 34 p. 100 plus considérable que si, avec son poids de 428 kil., elle avait le diamètre de $1^m,80$, et que si le tirage de la seconde est de 428, celui de la première ne sera que de 447 : tellement la différence des diamètres a effacé celle du poids.

Mais il faut remarquer aussi que les bandes augmentent de 3 quand le diamètre augmente de 1, et qu'elles font la principale partie du poids des roues. On se trouve donc ici très près de la limite, et l'on s'explique fort bien comment les voituriers ont généralement adopté les roues de $1^m,80$ comme celles qui conviennent le mieux à leur exploitation. En les prenant plus hautes, ils perdraient en poids utile à transporter ce qu'ils gagneraient en diminution de tirage.

Ce choix se justifie encore mieux si, ne se bornant pas à calculer la moindre résistance des roues en elles-mêmes, on se rappelle qu'elles doivent être tirées par des chevaux et que le point d'où part leur force est de 0,77 de la taille de l'animal à partir du sol, ou pour un cheval de la taille de $1^m,50$ à $1^m,15$ de hauteur. Il semblerait donc que les roues devraient avoir aussi

1^m,15 de rayon; elles n'en ont que 0^m,90. Mais c'est que l'on a remarqué que quand le cheval voulait donner un coup de collier, il abaissait son poitrail d'une quantité qui va jusqu'à 0^m,20. C'est surtout pour ces cas où la résistance est considérable qu'il importe que toute la force soit disponible, et en abaissant le rayon des roues à 0_m,90, on ne fait que rendre le tirage horizontal au moment de ces grands efforts. D'ailleurs, dans les voitures de roulage, le collier du limonier étant attaché à 3^m,70 de l'essieu, les traits ne font pas un angle de plus de 4° avec l'horizontale dans les moments où le cheval tire sans abaisser son poitrail.

§ II. — Les bandes.

Le tirage est proportionnel à la pression du véhicule sur le sol; c'est un principe que les expériences de M. A. Morin ont définitivement acquis à la science. La largeur des bandes n'est pour rien dans la résistance, en supposant que le véhicule roule sur un plan parfaitement uni. Ainsi le tirage augmentant avec les poids, la largeur de la bande qui dépasse les conditions de solidité nécessaire pour résister au poids à transporter est onéreuse, en ajoutant un poids inutile à la roue et en accroissant la dépense de construction du véhicule.

Ce principe, exactement vrai sur les plans durs et résistants comme le pavé et la route à empierrement dont le fond est solide, ne l'est pas également sur les terrains mous et sur les empierrements nouvellement chargés ou construits avec des matériaux trop friables. Dans ce cas, si la profondeur des ornières et des frayés surpasse la largeur des jantes, les frottements latéraux augmentent en proportion de cette profondeur, et il y a plus d'avantage à se servir de jantes larges. C'est ainsi que pour parcourir les prés tourbeux dans lesquels les roues ordinaires s'enfonceraient et occasionneraient un tirage

considérable, on se sert de véhicules montés sur de longs rouleaux. Mais il faut observer que les roues à larges bandes rencontrent de très grands obstacles et une grande augmentation de tirage quand elles trouvent des ornières plus étroites que leur largeur.

L'augmentation de largeur des bandes amène un rapide accroissement du poids des roues. Celles-ci sont composées, comme on sait, de jantes, de rayons et d'un moyeu; les jantes et le moyeu sont en bois d'orme au, les rayons en bois de chêne. Dans le moyeu se place une boîte en fonte qui détermine le vide dans lequel entre l'essieu. Une bande en fer, retenue par les clous, embrasse la circonférence des jantes.

Dans les roues de $0^m,17$ de bande, les parties en bois pèsent comme il suit :

Jantes.	100k
Rayons. . . .	25
Moyeu.	25
	150k

Et selon les dimensions des roues, le poids de leurs différentes parties est le suivant pour les deux roues :

Dimension des bandes.	Bois.	Bandes.	Fiches et frettes.	Boîtes.	Total.
0,08	70	120	20	30	240
0,11	170	250	30	60	510
0,14	220	350	40	70	680
0,17	300	420	50	80	850
0,25	400	640	80	90	1210

Ainsi la substitution des roues de $0^m,11$ de bandes aux roues de $0^m,08$ entraînerait un surcroît de poids de 270 kil. qui réduirait à 629 kil. le poids utile transporté par le cheval, que nous supposons de 900 kil., en supposant que les autres parties de la voiture restassent les mêmes. C'est encore un tiers du poids perdu. Il faudrait un terrain bien habituellement humide et peu résistant pour occasionner toute l'année une augmentation d'un tiers de tirage avec les roues de la bande la

plus étroite. Nous voyons en effet, par les expériences de M. A. Morin [1], que sur des terrains maintenus très humides le tirage a augmenté de près de moitié, et ce serait seulement dans le cas où cet état des terrains serait permanent qu'il conviendrait d'adapter aux roues des bandes plus larges.

§ III. — Poids total et chargement d'une voiture à deux roues.

L'expérience a appris depuis longtemps aux constructeurs et aux voituriers d'un pays où l'usage des voitures à deux roues est général les véritables dimensions qu'elles doivent avoir. Une critique sévère a presque toujours confirmé les résultats de la pratique. Celle-ci a su obtenir le minimum de poids des véhicules pour le maximum de la charge. Nous avons dit que le poids moyen des charges était de 900 kil., 1,000 en été et 800 en hiver. Les poids des différentes parties des voitures sont ainsi qu'il suit :

	Roues.	Essieux.	Corps de la voiture.	Total.
Charrettes de 0,08 de bande.	240k	60k	200k	500k
0,11	510	90	300	900
0,14	680	120	400	1200
0,17	850	150	500	1500
0,25	1210	190	800	2200

En tenant note du poids moyen des chargements aux ponts à bascule, on a trouvé les résultats suivants :

	Charge moyenne utile.	Par cheval.	Poids de la voiture vide.	Total.	Charge moyenne par cheval.
Charrette à 1 cheval.	941k	941k	500k	1441k	1441k
2 chevaux.	1977	988	900	2877	1438
3	2733	911	1200	3933	1311
4	3700	925	1350	5100	1275
5	3925	785	1500	5425	1085
6	3942	657	1500	5442	907
7	3978	568	1500	5478	783
8	3384	460	1500	5484	685

(1) *Expériences sur le tirage des voitures*, Effets destructeurs, p. 40.

Ce tableau montre que le maximum d'effet utile s'obtient par les voitures de 1 à 4 chevaux, mais qu'il diminue ensuite rapidement, de sorte qu'à huit chevaux il n'est pas la moitié par cheval de ce qu'il est pour les voitures de 1 à 4 chevaux. Nous y voyons aussi que la charge moyenne qu'un cheval est susceptible de tirer diminue de 1 à 8 chevaux, et que dans ce dernier cas chaque cheval ne tire pas la moitié de ce que tire un cheval seul.

Pour compléter ce qui concerne la question économique, il faut maintenant joindre ici ce qui concerne le prix d'achat de chaque nature de voiture :

	mèt.	
Charrette de	0,08 de bande dite *maringotte*. .	400 fr.
	0,11.	700
	0,14.	950
	0,17.	1200
	0,25.	1700

L'entretien des voitures se compose du renouvellement des roues que l'on suppose durer deux ans pour les voitures constamment attelées et de celui du corps de la voiture, qui dure six ans. Cet entretien, avec l'intérêt des sommes avancées, se porte à 0,45 par an du prix d'achat, et suppose que les voitures marchent 280 jours par an; c'est donc par jour 0,0016 de leur prix. Ce dernier chiffre est essentiel à constater, puisque par son moyen chaque fermier, sachant le nombre de jours où il emploie sa voiture, pourra calculer ses frais d'entretien.

Si nous reprenons ces éléments de calcul par journée, nous aurons les résultats suivants :

Largeur des bandes.	Usure de la voiture.	Une journée d'homme.	Une journée de cheval.	Total.	Pour 100 de poids utile.
mèt.	f	f	f	f	f
0,08	0,64	2	2	4,64	0,493
0,11	1,12	2	4	7,12	0,360
0,14	1.52	2	6	9,52	0,349
0,17	1,92	2	8	11,92	0,322
0,25	2,72	2	10	14,72	0,375

D'où l'on voit que le prix du transport de poids utile diminue continuellement à mesure que l'on se sert de voitures plus fortes, jusqu'à celui qui représente le nombre de cinq chevaux; et voilà ce que les rouliers ont parfaitement compris, d'autant plus que leur dépense personnelle excède de beaucoup celle que nous avons fixée pour l'ouvrier, et qu'ainsi l'avantage d'avoir un seul conducteur pour plusieurs chevaux devient plus considérable; aussi ont-ils adopté généralement la voiture à quatre chevaux de $0^m,17$ de bande et conduite par un seul homme.

Mais si nous faisons conduire quatre à cinq voitures par un seul homme, comme cela se pratique journellement sur les routes et comme M. Mathieu de Dombasle le pratiquait dans son exploitation, nous aurons :

	Entretien.	Un homme.	Quatre Chevaux.	Total.	Prix de 100 kil. de production.
5 voitures à $0^m,08$.	$3^f,20$	2^f	10^f	$15^f,20$	$0^f,309$

Ainsi le transport de 100 kilogrammes reviendra à meilleur marché pour cinq voitures à un cheval que pour une voiture à cinq chevaux. Le capital d'autant de voitures est de 2,000 fr. au lieu de 1,200 fr., mais on en retrouve l'intérêt dans l'emploi, puisque nous l'avons compris dans les frais d'entretien. Ce mode a surtout l'avantage de pouvoir proportionner la charge de chaque voiture à la vigueur individuelle du cheval qui la traîne et de ne pas exiger l'emploi de chevaux de renfort, puisque l'on peut doubler et tripler chaque attelage dans les mauvais pas en dételant successivement les voitures pour porter toutes les forces sur une partie du convoi.

SECTION II. — *Voitures à quatre roues. Chariots.*

Les chariots à quatre roues sont employés principalement en Allemagne et dans les pays limitrophes Le chariot à un cheval

construit à $0^m,08$ et même $0^m,06$ de bande est le plus répandu en France, où l'on ne voit que plus rarement les chariots allemands attelés de 3, 5, 7 et 9 chevaux. Le chariot comtois est très léger et très simple dans sa construction; il n'a presque point de ferrure; les essieux sont en bois, ses brancards consistent en deux pièces de sapin élastique portées sur les essieux de devant et de derrière; les roues sont presque égales, de $1^m,80$ de diamètre.

Si le poids du chariot est le même que celui de la charrette, la pression sera la même, quoique reportée sur quatre roues, ainsi que la résistance au tirage quand on est sur un sol ferme et résistant. Mais chaque roue de chariot ne portant que la moitié du poids soutenu par les roues de la charrette, elle doit moins s'enfoncer que ces dernières dans un sol qui manque d'élasticité, et il y a alors moins de frottement latéral sur la jante et moins de tirage.

Les chariots allemands ont leurs roues de derrière de $1^m,80$ environ de diamètre, plutôt même un peu plus basses; celles de devant de 1 mètre, ce qui leur permet de passer sous le chariot en tournant. Les deux trains sont mobiles séparément, l'avant-train tournant sur un pivot (cheville). Le chariot peut donc être considéré comme l'assemblage de deux voitures qui se suivent. Le centre de gravité se trouvant placé entre les deux essieux, et la transmission de la force à la résistance se faisant toujours en ligne droite, le tirage tend à soulever le train de devant qui est plus bas pour placer dans une direction rectiligne le point de départ de la force (l'épaule du cheval) et le centre de gravité. Il y a donc sur l'essieu de devant une décomposition de forces dont une partie tend à soulever l'essieu de devant en diminuant la pression qui pèse sur lui pour la reporter sur le train de derrière. Cet effort est d'autant

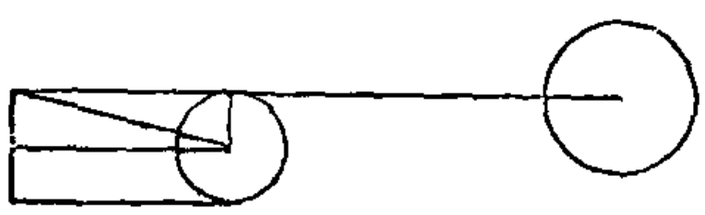


fig. 131.

plus sensible que la différence du diamètre des roues est plus grande.

Le poids des chariots vides est ainsi qu'il suit :

	mèt.	kil.
Chariot à	0,08 de bande.	340
	0,11	1500
	0,14	1730
	0,17	2500
	0,22	3400

Cent chariots comtois, conduits par vingt-deux rouliers, portent chacun 960 kil. de poids utile et 1,300 kil. de charge totale.

Cent huit chariots attelés moyennement de sept chevaux portent 5,341 kil. de poids utile et pèsent 7,841 kil., ou, par cheval 763 kil. de poids utile et 1,119 kil. de poids total. Un chariot lorrain pesant 1,750 kil. porte 3,750 kil. de poids utile et porte en totalité 5,500 kil.; il est attelé de cinq chevaux, qui ont chacun à traîner 1,100 kil. dont 750 kil. de poids utile[1].

Le prix des chariots est à peu près 1,46 fois celui des charrettes de même largeur de bande. Le prix relatif du chariot comtois est beaucoup moindre. Avec ses essieux en bois, il coûte moins qu'une charrette de même largeur de bande, mais aussi il dure moins et a besoin de plus de réparations, ce qui fait compensation. Les bandes sont moins larges pour un chariot que pour une charrette, de sorte qu'un chariot pesant 1,750 kil. peut être assimilé à une charrette à trois chevaux; car l'un et l'autre ont une largeur de bandes de $0^m,14$. Cette dernière coûtant 950 fr., le chariot ayant la même largeur de bandes coûtera $950 \times 1,46$ ou 1,387 fr.

(1) *Annales des ponts et chaussées*, t. III, p. 105 et suiv.

D'après ces données, nous aurons pour les chariots les résultats économiques suivants :

	Entretien.	Conducteurs.	Chevaux.	Total.	Poids utile.	Par 100 kil.
Chariot comtois.	0,64	0,50	2,00	3,14	960	0,327
Chariot allemand à 7 chevaux. .	4,00	2,00	14,00	20,00	5341	0,374
Chariot lorrain à 5 chevaux. . .	2,21	2,00	10	14,21	3750	0,378

En comparant ces chiffres avec ceux obtenus pour les charrettes, nous avons donc pour 100 kil. de poids utile transporté pendant une journée par ces différents véhicules :

1 charrette à un cheval avec un conducteur.	0,309
1 chariot comtois avec un conducteur.	0,327
1 charrette à 5 chevaux avec un conducteur.	0,322
1 chariot de 5 à 7 chevaux.	0,374

Les faits viennent à l'appui de ces résultats théoriques. On sait que le commerce intérieur de la France s'est fait et se fait encore par le roulage, et ce roulage est immense. Sans cesse obligé par la concurrence et par la baisse des prix des marchandises à réduire ses dépenses, il a dû arriver à choisir les moyens de transport les plus économiques. Or voici comment il s'est organisé : M. Schwilgué a trouvé que sur la route de Rouen au Havre les différentes voitures étaient dans le rapport suivant :

5125 charrettes, dont le plus grand nombre avait $0^m,17$ de bandes et 5 chevaux.
100 chariots comtois.
108 gros chariots.

Sur d'autres routes on trouverait un plus grand nombre de chariots comtois et de chariots à un cheval ; ces derniers tendent à s'accroître en nombre, cependant les charrettes de quatre à cinq chevaux sont partout les plus nombreuses.

L'exemple de l'Angleterre n'est pas moins concluant en faveur de la charrette à deux roues : on la substitue partout au chariot.

M. Mathieu de Dombasle, qui avait adopté d'abord les chariots à un cheval dans son exploitation de Roville, sentait bien la supériorité de la charrette, car après avoir fait l'éloge du chariot, il ajoute : « Je suis convaincu qu'il y aurait encore plus d'avantage, sous le rapport de la force de tirage, à l'emploi de la charrette à deux roues attelée d'un seul cheval; mais les chargements et déchargements seraient moins commodes, et elles seraient beaucoup plus versantes que les chariots à quatre roues.[1]» Nous pouvons rassurer nos lecteurs sur ces deux points. La charrette est aussi facile à charger que le chariot; on a bien vite saisi le point où le poids est en équilibre sur l'essieu; il suffit de s'assurer si la sellette fait un léger appui sur le dos du cheval et si la sous-ventrière ne porte pas. Pour le déchargement, on monte sur une charrette comme sur un chariot s'il s'agit de transport de gerbes, de foin ou d'engrais; et s'il s'agit de matières pesantes, comme des pierres, des tonneaux, etc., on déboucle la sous-ventrière, on fait basculer la voiture en arrière, et l'on se procure ainsi un plan incliné sur lequel il est bien plus facile de faire descendre le fardeau que quand on veut l'enlever de dessus un chariot. Quant au danger de verser, il est bien faible, car pendant vingt-deux ans que nous avons dirigé notre exploitation en nous servant uniquement de la charrette, il n'est pas arrivé un seul accident de cette nature, quoique les chemins fussent loin d'être bons.

Mais aussi les chariots ont évidemment l'avantage dans les terrains gras habituellement humides et dans les terrains sablonneux. Le poids qui porte sur chaque roue étant moindre,

(1) *Annales de Roville*, t. I, p. 197.

son enfoncement est moindre aussi, et les frottements latéraux des jantes diminuent.

Une difficulté sérieuse est attachée à l'usage des chariots dont les roues de devant sont trop élevées pour passer sous le corps de la voiture. On ne peut alors tourner dans les chemins étroits et tortueux, dans les rues des villes, dans les cours de fermes embarrassées ou qui ont peu d'étendue. Nous connaissons plusieurs exploitations qui avaient adopté le chariot et qui y ont renoncé pour cette raison.

Ceux qui se sont occupés pratiquement de ce choix de véhicule ont souvent confondu la question de l'attelage à plusieurs chevaux ou à un cheval avec celle de la préférence à donner au chariot sur la charrette. Ils ont comparé des chariots à un cheval avec $0^m,08$ de bandes, avec des charrettes à deux chevaux de $0^m,14$ de bande [1]. On a trouvé que deux chariots transportaient 3,000 kilogrammes de fourrage, et que la différence était d'un quart en moins pour la charrette; on avait alors :

Deux chariots portant avec leur charge.	4000k
Une charrette portant avec sa charge.	3450
Différence.	550k

Cette différence ne pouvait tenir qu'à la nature du terrain ou plutôt à l'inhabileté dans le chargement de la charrette; car sur un terrain solide on aurait dû avoir le poids ci-contre :

Poids de deux chariots.	1000k	Poids de la charrette de $0^m,14$.	1200k
Charge.	3000	Charge.	2800
	4000k		4000k

perte seulement de 200 kil. sur le poids utile; mais cette perte résulte uniquement de ce que la comparaison a été établie sur

(1) *Journal d'agriculture pratique* de Bixio, novembre 1843, p. 211.

de fausses bases; pour une charge pareille, il ne fallait employer pour la charrette que des bandes de $0^m,11$ au lieu de $0^m,14$, et on aurait eu alors :

Poids de la charrette. . . .	900k
Charge.	3100
	4000k

et un avantage de 100 kil. de poids utile en faveur de la charrette au lieu d'une perte de 100 kil. Nous avons cité cette discussion pour indiquer la source des erreurs que l'on commet dans l'examen de pareilles questions.

Ainsi nous pensons que la préférence doit être donnée à la charrette dans toute situation où, dans le cours de l'année, on fait les transports sur un terrain solide, dans celle où l'on est obligé de parcourir des routes sinueuses, présentant dans leur tracé des angles aigus, ou d'entrer dans des villes à rues étroites ; et qu'au contraire on devra préférer le chariot sur les terrains habituellement mous, dans les chemins qui manquent de solidité, quand d'ailleurs on ne peut être embarrassé par la nécessité de tourner fréquemment sur de petits rayons.

Nous ne parlerons ici que pour le signaler à la réprobation des agriculteurs, du système mis en avant dans plusieurs des discussions qui ont eu lieu sur la police du roulage; il s'agissait tout simplement de rendre obligatoire l'usage du chariot dans le but de diminuer les frais d'entretien des routes et de procurer plus facilement à la cavalerie des chevaux propres à la remonte. Cette restriction apportée à la liberté d'action de l'industrie n'aurait été nulle part plus sensible qu'en France où l'usage de la charrette prévaut sur les quatre cinquièmes du territoire. C'était un matériel immense à créer dont on imposait la charge aux transports; mais en outre, d'après ce que nous venons de dire, c'était un lourd impôt à prélever sur le pays. Supposons en effet qu'on parvienne à faire

effectuer les charrois par chariots à un cheval au lieu de charrettes à un cheval, nous aurons pour 100 kil. une différence de frais de 1^{c},8 par journée; pour des chariots au lieu de charrettes à cinq chevaux, nous aurons une différence de 5^{c},2. Appliquons ces différences à un cas déterminé. Sur la route d'Avignon à Lapalud (Vaucluse), il passe 500 colliers par jour portant moyennement 863 kil. chacun, ce qui donne par jour une moyenne de 431,500 kil. de transport et par an 157,497,500 kil. Le plus grand nombre de ces transports se fait par des charrettes de 4 à 5 chevaux. Mais nous supposons qu'ils soient partagés entre des convois de charrettes à un cheval et de charrettes à 5; si nous leur substituons des chariots de même dimension, nous aurons dans les prix une différence de 3^{c},5 par 100 kil., et la perte totale pour l'année sera pour le roulage de 55124 fr. Les charrettes parcourent 35 kilom. par jour; c'est donc 1,575 fr. de perte par kilom. qu'on impose au roulage. Or l'Etat donne, pour le bon entretien de cette route, 1,000 fr. par kilom. C'est donc un impôt supérieur aux frais d'entretien tout entiers que frapperait une telle disposition. Remarquez d'ailleurs que toutes nos évaluations de dépenses ont été faites sur le pied des travaux de la ferme et que la vie d'auberge est beaucoup plus chère pour le roulage.

La pensée d'augmenter le nombre des chevaux propres à la selle par l'usage exclusif des chariots ne peut se justifier si l'on conserve les chargements actuels. Nous ne pensons pas que les attelages des chevaux de gros roulage et même des chariots comtois séduisent beaucoup les officiers de cavalerie; mais ils se rappellent les chariots des fermes allemandes attelés d'un grand nombre de chevaux et marchant à des allures accélérées, sans penser que ce n'est pas parce que l'on a des chariots qu'on les attelle d'un si grand nombre de chevaux, mais parce qu'en élevant des chevaux en grand nombre, on peut doubler et tripler l'attelage dans le but d'exercer les chevaux

sans les fatiguer. Ayez un nombre excédant d'élèves et vous aurez des chariots, parce qu'ayant à traîner un faible poids, les conducteurs préféreront les mener à longues guides plutôt que de marcher à leurs côtés. Mais si vous êtes obligé de faire entrer dans vos prix de revient le nombre de bêtes à entretenir, si vous êtes obligé d'en tirer tout le travail dont elles sont susceptibles, alors la thèse change, et il faut aussi choisir le véhicule qui donne le maximum d'effet; et si maintenant vous introduisez dans la loi une disposition qui oblige à diminuer les chargements, vous établissez comme un véritable impôt sur l'agriculture la perte qu'elle fera sur la force non employée de chaque animal.

Les chevaux de selle manquent en France, parce qu'il n'y a plus une riche aristocratie qui entretienne un grand nombre de chevaux de luxe, parce que l'état de notre société exige que les pères de famille songent à l'économie, et qu'au lieu de quatre chevaux de selle, ils n'en ont plus qu'un attelé à une voiture; parce qu'au lieu de sentiers impraticables, nous avons de bonnes routes; parce que le bétail destiné à la boucherie paie mieux le fourrage que l'élève du cheval. Voulez-vous aussi recréer les circonstances qui donnent une forte population chevaline? voici ce que vous avez à faire : rétablissez les majorats, conservez avec soin les communaux, cessez d'entretenir vos routes, faites qu'on n'y puisse faire en voiture que de courtes journées avec beaucoup de péril; rendez le peuple assez misérable pour qu'il ne puisse pas manger de viande de boucherie, vous aurez alors des remontes très faciles et un trésor bien dégarni.

SECTION III. — *Tirage des voitures selon la nature du sol.*

M. A. Morin[1] a fait des expériences d'un haut intérêt sur le

(1) *Aide-mémoire de mécanique*, p. 310.

tirage des différentes espèces de voiture sur les sols de natures diverses ; il en est résulté le tableau suivant, qui donne le rapport du tirage à la charge totale, véhicule compris, pour les différentes sortes de routes ou de terrains qu'on rencontre habituellement :

		Chariots comtois.	Chariots de roulage.	Voitures suspendues.	
ROUTE EN EMPIERREMENT	Avec détritus et boue épaisse.	$\frac{1}{21,3}$	$\frac{1}{18,7}$	Au pas. . .	$\frac{1}{17,9}$
				Trot. . . .	$\frac{1}{15,8}$
				Grand trot.	$\frac{1}{14,9}$
	Très dégradée ; ornières profondes de $0^m,006$ à $0^m,008$; boue épaisse.	$\frac{1}{16,2}$	$\frac{1}{14,3}$	Pas.	$\frac{1}{13,7}$
				Trot. . . .	$\frac{1}{12,4}$
				Grand trot.	$\frac{1}{11,8}$
	Très mauvaise ; ornières profondes de $0^m,010$ à $0^m,012$; boue épaisse ; fond dur et inégal	$\frac{1}{14,4}$	$\frac{1}{12,7}$	Pas.	$\frac{1}{12,2}$
				Trot. . . .	$\frac{1}{10,5}$
PAVÉ EN GRÈS	Ordinaire sec.	$\frac{1}{69\ 2}$	$\frac{1}{59,6}$	Pas.	$\frac{1}{57,1}$
				Trot. . . .	$\frac{1}{38,1}$
				Grand trot.	$\frac{1}{32,7}$
	En état ordinaire, mouillé et couvert de boue.	$\frac{1}{52,9}$	$\frac{1}{46,0}$	Pas.	$\frac{1}{44,0}$
				Trot. . . .	$\frac{1}{32,9}$
				Grand trot.	$\frac{1}{29,2}$
Accotement en terre en très bon état et sec.		$\frac{1}{31,0}$	$\frac{1}{27,2}$	Pas et trot.	$\frac{1}{26,1}$

		Chariots comtois.	Chariots de roulage.	Voitures suspendues.	
ROUTE EN EMPIERREMENT	Accotement solide revêtu d'une couche de gravier de 0m,03 à 0m,04 d'épaisseur.	1/11,9	1/10,5	Pas et trot.	1/10,1
	Accotement solide de gravier recouvert d'une couche de gravier de 0m,05 à 0m,06.	1/10,1	1/8,9	Pas et trot.	1/8,6
	Route neuve avec 0m,10 ou 0m,15 de gravier ou de sable.	1/9,4	1/8,3	Pas et trot.	1/8,0
	Bon état, sèche et unie.	1/57,5	1/49,9	Pas. . . .	1/47,6
				Trot. . . .	1/40,9
				Grand trot.	1/39,7
	Un peu humide et couverte de avec quelques cailloux à fleur du sol.	1/40,3	1/35,2	Pas. . . .	1/33,7
				Trot. . . .	1/26,8
				Grand trot.	1/24,3
	Très solide avec gros cailloux à fleur du sol, mouillée. . . .	1/49,1	1/42,8	Pas. . . .	1/40,8
				Trot . . .	1/26,5
				Grand trot.	1/22,6
	Solide avec un frayé léger et une boue molle.	1/31,0	1/27,2	Pas. . . .	1/26,1
				Trot. . . .	1/21,7
				Grand trot.	1/20,0
	Solide avec ornières et boue. .	1/25,2	1/22,2	Pas. . . .	1/21,0
				Trot. . . .	1/18,5
				Grand trot.	1/17,C

Ainsi, pour connaître la force de tirage qu'exigera une charrette pesant avec son chargement 1,500 kil. sur une route à empierrement en bon état, nous aurons :

$$1500 \times \frac{1}{49,9} = 30 \text{ kil.};$$

sur une route neuve couverte de gravier, nous aurons :

$$1500 \times \frac{1}{8,3} = 180,7.$$

Le tirage serait six fois plus considérable.

D'après M. Dupuits [1] le rapport du tirage à la pression est ainsi qu'il suit :

	Diamètre des roues. mèt.	Largeur des bandes.	COEFFICIENT SUR Empierrement.	Pavé. Pas.	Pavé. Trot.
Charrette..	1,82	0,05	0,032	0,021	0,028
Tombereaux.	1,89	0,11	0,031	0,205	
Tombereaux.	1,90	0,14	0,030	0,176	
Charrette de roulage.	1,96	0,17	0,029	0,166	
Cabriolet.	1,48	0,05	0,036	0,240	0,034
Char à bancs.	1,50	0,05	0,036	0,300	0,037
	0,86		0,036	0,300	0,037
Diligences.	1,50	0,13	0,029	0,160	0,020
	0,86				

Selon M. Navier, le coefficient de tirage sur le sable est de 0,125.

Nous trouvons ici que la charrette pesant 1,500 kil. sur un empierrement exigera un tirage de $1,500 \times 0,32 = 48$ kil. au lieu de 30 que lui assigne M. Morin, et d'après M. Navier nous aurions sur le sable $1500 \times 0,125 = 187$ kil. au lieu de 180 que M. Morin assigne pour la route neuve.

Pour déterminer le tirage produit par un véhicule chargé sur une route en pente, il faut observer qu'outre le poids du véhicule, le cheval est obligé d'élever le poids de son

(1) *Annales des ponts et chaussées*, t. XX, p 34, et 2e série, t. III, mai et juin.

corps. Si nous appelons h la différence du niveau par unité de mètre, p le poids du cheval ; l'effort fait pour élever le poids à la hauteur h sera exprimé par $p \times h$; appelons maintenant P le poids du véhicule chargé, m le coefficient de frottement eu égard à l'état de la route que l'on trouvera dans un des deux tableaux précédents, n le nombre de chevaux, le tirage T' du véhicule sera exprimé par P $(h + m)$, et par conséquent le tirage total ou le travail de chaque cheval deviendra :

$$T = \frac{P\,(m + h)}{n} + ph.$$

Soit une pente de 0,5 par mètre, le poids des chevaux étant de 300 kil., celui du véhicule chargé 5,000 kil., le coefficient du tirage 0,030, le nombre des chevaux de quatre; le tirage en plaine était exprimé par $0{,}03 \times 5000 = 150$ kil. et par cheval $37^{k},5$; le tirage sur la pente sera :

$$\frac{5000 \times (0{,}03 + 0{,}05)}{4} + 300 \times 0{,}05 = 115 \text{ kil.}$$

Quand de pareilles montées sont fréquentes, ce résultat doit faire sentir la nécessité d'en tenir grand compte dans le chargement des voitures et dans le nombre des chevaux à atteler. Quand la montée doit durer plus de 100 mètres, on prend un cheval de renfort pour franchir l'obstacle, toutes les fois que le tirage par cheval peut excéder 75 kil.

Si le véhicule descend la pente, la formule devient :

$$T = \frac{P\,(m - h)}{n} - ph,$$

et sous les mêmes conditions nous aurions :

$$\frac{5000 \times (0{,}03 - 0{,}05)}{4} - 300 \times 0{,}05 = -40 \text{ kil.}$$

Le tirage devient négatif, par conséquent il faudrait enrayer sur cette pente; alors le frottement de roulement se change en frottement de glissement, ce qui augmente le coef-

ficient *m*, mais seulement pour une des roues si l'on n'enraye qu'une roue.

SECTION IV. — *Nombre de chevaux à atteler au véhicule.*

Ce que nous avons dit dans les articles précédents suffit pour apprécier la question économique de l'espèce de voitures à choisir et du nombre de chevaux à employer; mais ce n'est pas en raison des chiffres absolus qu'elle se résout dans les diverses situations agricoles; d'autres circonstances peuvent avoir une influence bien supérieure à l'économie que l'on peut faire sur le prix de journée des voitures. Ces prix sont décisifs pour celui qui fait son métier du roulage, mais pour le fermier d'autres nécessités viennent quelquefois balancer et effacer tout à fait cette considération. Ecoutons les motifs qui déterminaient Mathieu de Dombasle à donner la préférence aux voitures à un seul cheval. « L'expérience m'a démontré, dit-il[1], qu'il y a de grands avantages à isoler les bêtes pour le tirage; dans un attelage de quatre à six chevaux, il se trouve toujours des différences individuelles sous le rapport de la force et de l'ardeur. Les chevaux les plus ardents tirent toujours plus que les autres, et par cette raison durent moins longtemps, même en supposant qu'ils soient conduits par un bon charretier. Mais si c'est un homme maladroit, inexpérimenté ou négligent, l'inconvénient est encore bien plus grave. D'ailleurs il est presque impossible, si ce n'est à un très petit nombre d'excellents charretiers, de faire *prendre* à la fois dans un pas difficile tous les chevaux d'un attelage. Lorsqu'au contraire chaque cheval n'a affaire qu'à sa charge, on proportionne le chargement à la force de chacun, et chacun est obligé d'employer constamment sa force. Aussi, dans l'attelage isolé, le

(1) *Annales de Roville*, tome Ier, page 194.

même nombre de chevaux conduit une charge à peu près double. Pour le transport des récoltes ou la conduite des fumiers, chacun de nos chevaux conduit au moins un millier (500 kil.), tandis que les autres cultivateurs du pays, avec des attelages de quatre chevaux de même force que les miens, chargent très rarement plus de 2 milliers (1,000 kil.).

« Les chargements et déchargements des petites voitures sont aussi proportionnellement plus prompts que ceux des gros chariots, et il y a beaucoup moins d'accidents soit des chariots, soit des harnais. Moyennant un nombre suffisant de petits chariots pour que les chargements et déchargements de foins et de gerbes se fassent toujours avec un chariot dételé, le service se fait avec une très grande promptitude, parce qu'il ne faut qu'un instant pour dételer et atteler de nouveau.

« Cette année, je n'ai jamais été dans le cas d'employer mes cinq chevaux à la fois pour la rentrée des moissons, des foins, des pommes de terre et pour la conduite des fumiers, et les travaux se sont faits avec beaucoup plus de promptitude que chez les fermiers précédents qui, pour cette besogne, mettaient sur les dents leurs nombreux attelages. Il y a, dans l'exploitation, des pièces de terre extrêmement escarpées dans lesquelles la moisson ou la rentrée des sainfoins ne s'est presque jamais faite sans qu'il versât quelques voitures; avec mes petits chariots il n'est pas arrivé le plus léger accident.

« Sur une route, un homme peut conduire trois ou quatre de ces chariots; mais pour la rentrée des récoltes et autres travaux semblables, un homme est nécessaire pour chaque cheval, en sorte que cela emploie réellement un plus grand nombre d'hommes qu'avec des attelages de quatre à six chevaux proportionnellement au nombre des bêtes, mais non pas proportionnellement à la quantité d'ouvrage fait, car sous ce dernier rapport l'avantage reste encore aux petits chariots, quoique dans une beaucoup moins grande proportion que pour les bêtes

de trait. D'ailleurs, lorsqu'il s'agit de conduire un cheval seul, tout homme y est propre, tandis qu'avec un attelage nombreux il est nécessaire d'y mettre un habile charretier, sous peine de ruiner les chevaux.

« L'emploi des chariots attelés d'un cheval dispense aussi le cultivateur de la nécessité d'avoir des voitures à larges jantes pour les travaux qu'il exécute sur les routes, ce qui est l'objet d'une grande dépense; ces mêmes chariots servent à tous les genres de transport. Pour monter une côte ou pour franchir un pas difficile, on dédouble l'attelage et on passe en deux fois, de sorte qu'on n'est pas forcé de diminuer la charge de chaque cheval pour le passage d'un seul endroit, comme cela arrive quand on n'emploie qu'un seul chariot. »

C'est alors que l'auteur ajoute cette phrase que nous avons déjà citée : « Je suis convaincu qu'il y aurait encore plus d'avantages, sous le rapport de la force du tirage, à l'emploi de charrettes à deux roues attelées d'un seul cheval, etc. »

Ceci réduit donc la question à celle d'un attelage à un ou plusieurs chevaux, en faisant disparaître celle des chariots et des charrettes que nous avons déjà traitée. Il faut que les chemins à parcourir autour de Roville soient bien détestables, les côtes bien abruptes ou les chariots du pays bien mal construits, pour que les fermiers mettent les chevaux sur les dents avec des charges de 250 kil. par cheval. On conçoit alors qu'en employant le double du temps pour atteler et dételer les chevaux de renfort, les voitures à un cheval aient porté 500 kil.

Mais dans nos plaines du midi nous chargeons 830 kil. par cheval sur des charrettes à trois chevaux, non pas seulement pour aller sur les routes, car alors chaque cheval porte plus de 1,000 kil., mais pour entrer dans les champs avec des fumiers.

Mais si nous admettons de part et d'autre des véhicules proportionnés à la force de tirage, la question n'est plus sujette à controverse, car Mathieu de Dombasle enlève à ses petits

chariots leur principal avantage, celui d'avoir un seul conducteur pour plusieurs véhicules; il convient que pour les travaux des champs, où il ne s'agit pas de suivre une route bien tracée, il faut un conducteur par cheval. Alors la question économique est tellement tranchée qu'il n'y a plus lieu à la discuter; la charrette à plusieurs chevaux l'emporte évidemment dans les pays de plaine. Il n'en est pas de même quand les chemins offrent des pas difficiles. En effet, supposons que nous ayons à faire un transport d'un kilomètre qui exigerait 21 minutes pour la voiture chargée et 16 minutes pour le retour à vide; si les pentes et la nature du sol s'opposent, sur tout le parcours, à ce que le chargement des véhicules arrive à son maximum, elles auront les mêmes effets sur la voiture à un seul cheval, leurs rapports ne changeant pas.

Si c'est un seul mauvais pas qui force à réduire le chargement des voitures à la moitié, par exemple; quand deux voitures à un cheval y seront arrivées, elles se dédoubleront successivement et le traverseront avec leur charge entière; supposons que la double opération exige 10 minutes, nous aurons :

Pour les voitures à plusieurs
chevaux. . . . . 21 min. à $\frac{1}{2}$ charge = 42 min.
Pour les voitures à 1 cheval. 21 + 10 minutes = 31 min.

Mais il y a alors à examiner si, avec un travail bien inférieur à la perte annuelle que le mauvais pas fait subir, il ne peut pas être réparé.

S'il y avait deux mauvais pas pareils, les voitures à plusieurs chevaux conserveraient leur demi-charge et emploieraient 42 minutes.

Les voitures à un cheval, 21 + 20 = 41 minutes.

L'égalité serait rétablie. Concluons donc que, sous le rapport des chargements, la question ne peut être tranchée d'une manière absolue, mais qu'elle dépend des circonstances locales qu'il faut apprécier.

Au reste rien de plus vrai que ce que dit M. Mathieu de Dombasle de l'avantage d'isoler les bêtes, des différences individuelles de force, des efforts des chevaux ardents et de leur rapide usure, de la facilité de trouver de bons conducteurs pour les petits équipages et de la difficulté d'en avoir de suffisamment habiles pour les gros. Ce sont des raisons fort graves qui doivent être mûrement pesées, surtout dans les pays où la population manque d'adresse et d'énergie, car il y en a d'autres où les bons charretiers sont communs.

SECTION V. — *Du mode d'attelage.*

L'attelage d'un seul cheval à un véhicule ne présente aucune difficulté. Il est placé entre les brancards et tire sur un palonnier fixé au corps de la voiture. Mais quand on doit atteler plusieurs chevaux soit à une voiture, soit à une charrue, on peut se demander s'il est plus utile de les faire tirer de front ou à la file. Supposons que l'on ait deux chevaux à atteler; il y a d'abord une première observation à faire qui est celle de leur taille relative. Si les tailles sont inégales et que vous mettiez les chevaux en file, il y aura une décomposition de forces sur les épaules du cheval de derrière, qui pèsera sur le grand cheval s'il est placé derrière, et qui soulèvera le petit si le grand est en avant. Il vaudrait donc mieux, dans ce cas, les atteler de front, ou rendre les harnais indépendants l'un de l'autre, en faisant tirer le cheval de devant sur un palonnier fixé au corps de la voiture.

Cette considération paraît avoir dirigé les Allemands dans le mode d'attelage de leurs chariots.

Soit AB (*fig.* 132) le timon du chariot, *b c* une longue chaîne qui en part et se prolonge tout le long de l'attelage; D, D, D, D, des palonniers tenant à la chaîne et auxquels les chevaux sont

attelés deux à deux, jusqu'à celui qui marche en tête et qui est placé en arbalète. Cette disposition se justifie parfaitement par

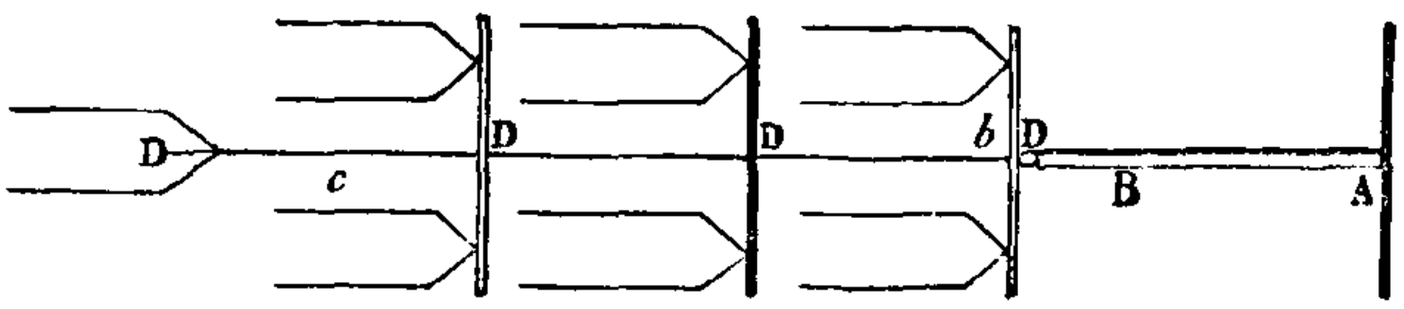


fig. 132.

ce que nous venons de dire. Elle a cependant l'inconvénient du poids de la chaîne centrale et de cette multitude de palonniers qui, par leur poids, traînent à terre et entravent les chevaux toutes les fois que le tirage n'est pas considérable. Les chevaux tirent de très loin, ce qui paraît aussi avoir eu pour but de diminuer l'angle que fait la ligne de tirage avec le train de devant du chariot.

Les voitures à deux roues sont attelées de chevaux placés en file. Les traits des chevaux sont attachés par un crochet à un anneau qui tient au collier du cheval qui le suit. On a cherché à adopter ce mode d'attelage pour les chevaux attelés deux de front. On supprime alors la chaîne centrale, et on attelle le cheval qui précède au collier de celui qui le suit. Ce mode d'attelage, qui a pour les charrettes le défaut qui provient de la différence de taille des chevaux, a de plus pour les chariots celui d'augmenter l'angle de tirage, en rapprochant du train de devant la direction de la force moyenne des chevaux.

Quant aux charrues, l'attelage à deux de front a sans doute l'avantage de rendre le tirage plus égal et plus énergique, de ne pas causer de tiraillement sur les chevaux qui sont en arrière; mais il a le défaut de faire marcher un des chevaux dans le sillon, et par conséquent de faire piétiner et tasser le sous-sol et de le rendre imperméable aux pluies. Cette considération nous paraît l'emporter sur toutes les autres, et il nous semble-

rait préférable d'atteler les chevaux en file, marchant hors du sillon, dans les terrains compactes, durs, peu filtrants, surtout quand on les laboure par les temps humides; mais on devra cultiver avec des chevaux attelés de front les terrains meubles et secs.

M. Mathieu de Dombasle[1] voulait que dans les sols tenaces et humides les chevaux marchassent à la file, mais dans la raie. Il ne pouvait par là avoir d'autre but que de ne pas tasser et rendre plus dure et plus difficile à briser la tranche de terre qui allait être soulevée par le trait suivant de charrue; mais si l'on considère que la tranche une fois détachée se trouve exposée à l'action des météores et ameublie postérieurement soit par leur effet, soit par les seconds labours, soit par le rouleau, le scarificateur, la herse, etc., on trouvera que cet inconvénient est bien moins grand que celui qui résulte du tassement du sous-sol qui finit par former un plafond imperméable, trop rarement entamé par les labours.

Section VI. — *Harnachement.*

Le harnachement est maintenant à peu près uniforme dans toute l'Europe et consiste en un collier adapté au cou du cheval, portant au défaut des épaules et présentant ainsi une vaste surface à ses efforts. On a abandonné avec raison la bricole qui, s'appuyant sur le devant du poitrail, s'adaptait imparfaitement à cette surface inégale et gênait les mouvements de l'avant-bras. Les colliers des voitures de luxe montés en fer sont maintenant parfaits; ceux de nos rouliers ont gagné de plus en plus en légèreté, sans perdre de leur solidité. On a conservé en Allemagne des colliers massifs qui ont un poids exagéré.

Pour les travaux rustiques, du collier du cheval partent les

(1) *Annales de Roville*, tomo IV, page 411.

traits qui s'attachent à des palonniers ou au collier du cheval qui suit immédiatement dans la file. Quand on laboure des vignes ou des cultures en lignes, on trouve de l'avantage à prolonger l'age d'une seule pièce, ou mieux encore au moyen d'une pièce de bois qui s'y rattache par une chaînette; cette pièce de bois porte en avant un cadre de bois à double compartiment dans lequel chaque cheval passe le cou et auxquels s'attachent les colliers.

B, Trou dans lequel passe la cheville de fer qui assujettit le cadre.

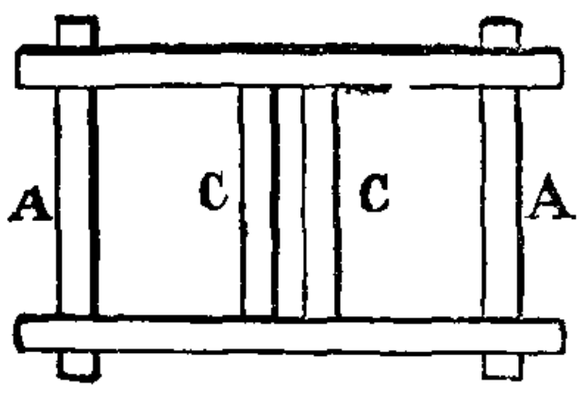


fig. 133.

Cadre. Les pièces A, A s'enlèvent pour faire passer le cou du cheval et se remettent aussitôt. Le collier s'attache par un bout de courroie en C, C, et porte ensuite sur le cadre. Cette monture est solide et cependant légère; après l'avoir proscrite comme barbare, on y revient avec avantage pour les cas où il importe que les bêtes soient contenues et ne puissent s'écarter l'une de l'autre.

Si l'on paraît être d'accord sur l'harnachement du cheval, il n'en est pas de même pour celui du bœuf; on se partage entre le joug et le collier. Le joug est une pièce de bois à double échancrure qui s'adapte à la tête de deux bœufs, de manière à porter sur la base des cornes. Il repose sur un coussinet ou sur un tampon de paille qui défendent le front de ces animaux de la pression immédiate du bois. On attache le joug au front de chaque bœuf au moyen de fortes courroies qui s'entortillent autour des cornes et qui servent aussi à fixer le timon dans l'intervalle intermédiaire entre la tête des deux bœufs. Dans quelques pays on fait porter le joug sur le cou; mais ce mode a l'inconvénient de former des durillons sur une partie si délicate. En Saxe et en Bavière le bœuf tire aussi par la tête, mais par le moyen d'une planchette concave qui porte sur le

front de chaque bœuf, et qui est indépendante de celle de son voisin; ce harnachement permet de le faire tirer accouplé, ou seul ou en file. En Savoie, on se sert de deux jougs par chaque bœuf, l'un semblable au joug ordinaire et placé à la base des cornes; l'autre plus léger, appuyé sur la partie inférieure du cou, est destiné à supporter le poids du timon dont la tête se trouve ainsi déchargée. Olivier de Serres a été le plus ancien avocat de cette méthode. Enfin on attelle les bœufs comme les chevaux par le moyen du collier. Voici ce que l'on dit pour ou contre ces différentes méthodes ; écoutons d'abord les partisans du joug. Selon eux, le cou du bœuf est court, droit et épais. La nature a placé sur la tête de cet animal des armes redoutables dont l'action émane du cou; elle semble donc avoir indiqué ses cornes et sa tête comme la partie faite pour résister aux chocs, aux ébranlements, et l'on peut en conclure que le bœuf attelé par ses cornes agit dans la position la plus naturelle au déploiement de ses forces, et que loin de conclure que cette position, où il baisse le cou et tend la tête, ait pour lui rien de douloureux, on n'y doit voir que la disposition la plus naturelle pour redresser la ligne de tirage et fournir un meilleur appui au joug. Cette pièce de harnais tient le bœuf assujetti et lui ôte les moyens de nuire ; il permet de rétablir l'égalité entre deux bœufs de force inégale, en rapprochant du plus fort le point d'intersection de la ligne de tirage. En effet, il porte au milieu de sa face intérieure trois crochets et trois anneaux placés sur une ligne droite à $0^m,055$ l'un de l'autre, et la chaîne de tirage et le timon se fixent à l'un de ces crochets; il est donc facile de le diriger du côté du bœuf le plus fort.

L'opinion contraire à l'emploi du joug est très ancienne. Columelle le proscrivait déjà; car, disait-il, les bœufs sont en état de faire de plus puissants efforts avec le cou et la poitrine qu'avec les cornes. Voici ce qu'ajoutent ses adversaires

plus modernes : les bœufs attelés deux à deux par les cornes, poussant dans cette attitude, sont mal à l'aise; ils sont contraints de porter la tête plus bas qu'ils ne le font naturellement. Libres, ils la relèvent dans la marche, et d'autant plus qu'elle est plus accélérée. La tête, chez les quadrupèdes, est un balancier qui tend à rétablir l'équilibre rompu par la marche, avantage perdu pour le bœuf accouplé à un autre par un joug inflexible qui retient leurs têtes toujours dans la même situation, sans qu'ils puissent s'en aider pour dégager l'avant-main quand il se porte en avant, ce qui rend ses allures lentes. Le bœuf ainsi attelé est forcé de suivre les attitudes de son compagnon, dont il diffère souvent de force, d'allure, d'habitudes. Ne voit-on pas souvent, quand une voiture est arrêtée, un des bœufs couché et l'autre rester debout, forcé à tordre l'encolure et à rester longtemps dans cette attitude fatigante? Les bœufs tirent obliquement à cause du trop grand rapprochement de leurs têtes, qui les force à écarter le train postérieur, ce qui amène une déperdition de forces. L'animal, dont la tête est abaissée près de terre, aspire la poussière, éprouve vivement les effets de la chaleur rayonnante; il ouvre la bouche, sort la langue, halète sous les feux ardents de la canicule, et à peine lui a-t-on ôté son joug qu'il relève la tête et respire profondément. Le joug est tellement la cause du ralentissement excessif des allures du bœuf et de son infériorité comme animal de travail, qu'attelé au collier il va aussi vite que le cheval, et va plus longtemps en traînant un fardeau égal. Il y a des circonstances où, pour un labour léger, un seul bœuf suffirait, et cependant on est obligé de les faire travailler par paires quand ils sont habitués au joug; d'autres fois il conviendrait de les atteler en file, ce qui ne peut non plus s'effectuer; la perte d'une corne rend les bœufs incapables de servir sous le joug et les conduit à la boucherie; enfin, avec ce mode d'attelage, chaque animal d'une paire doit conserver in-

variablement sa place à droite ou à gauche; il ne peut être déplacé sans un nouvel et long apprentissage, tandis qu'avec le collier, étant moins dépendants des mouvements de leurs voisins, il faut très peu de temps pour les habituer à changer de place.

D'un autre côté, on objecte contre le collier que les bœufs sont plus difficiles à dresser au travail avec ce harnachement qu'avec le joug; mais on y parvient cependant avec de la douceur et en les envoyant aux pâturages, traînant une pièce de bois retenue à leur cou par le moyen d'une longue courroie. On reproche aussi aux colliers de ne pas retenir assez fortement la charrette sur les terrains en pente, tandis qu'elle est fortement assujettie au joug. Mais cette objection vient de ce que l'on n'accompagne pas le collier des bœufs des accessoires des harnais du cheval, la sous-ventrière, les reculements, la croupière; alors il est manifeste qu'aux descentes les bœufs sont entraînés par la voiture. Il ne faut pas se dissimuler cependant qu'il existe dans les montagnes des chemins tellement inclinés que les harnais ne résisteraient pas longtemps à leur fréquentation, et qu'alors le joug est une sûre garantie contre les accidents.

Le bœuf étant un animal plus indocile que le cheval, il est plus difficile d'obtenir, dans le labour au collier, la parfaite régularité que l'on obtient par le moyen du joug : cette circonstance rend les valets de ferme assez rétifs à l'introduction du premier mode d'attelage; d'ailleurs quand ils ont été accoutumés à l'allure lente des bœufs sous le joug, ils répugnent à suivre l'allure plus vive des bœufs attelés au collier ; enfin la fabrication du joug se fait aisément dans la ferme, où on l'obtient à peu de frais, tandis que le harnais complet est plus coûteux et force de s'adresser au bourrelier. Ces dernières raisons expliquent principalement la persistance de l'usage du joug, sans cependant le justifier ; car l'accélération seule

de l'ouvrage compenserait largement tous les inconvénients qui ont été signalés.

Les buffles, plus indociles encore que les bœufs, ne peuvent être conduits que sous le joug et au moyen d'un anneau de fer passé dans leurs naseaux. Il serait difficile et dangereux de leur laisser la liberté de mouvements que favorise l'usage du collier.

SECTION VII. — *Instruments de transport à bras d'homme.*

§ 1er. — Paniers.

On se sert souvent, pour les transports, de paniers d'osier et de cabas de sparterie qui se posent sur la tête des ouvriers; ce mode est principalement adapté à l'emploi des femmes et des enfants. Il se recommande aussi en ce qu'avec peu de frais de première mise il permet d'occuper dans les moments de presse une classe d'individus pour lesquels on trouve rarement de l'ouvrage salarié.

Le panier se remplit de 10 à 12 kilogrammes de terre ou d'autre matière, selon la force de l'ouvrier. Quand il s'agit de déblais, il faut que le nombre des paniers soit tel que le chargement puisse agir sans interruption, et qu'en arrivant, les ouvriers en trouvent toujours de chargés. Outre le chargeur, il faut encore un ouvrier sédentaire pour aider le porteur à placer le panier sur sa tête. Alors il n'y a presque pas de temps d'arrêt, et les porteurs font 3,000 mètres à l'heure en allant chargés et revenant à vide, l'allure du retour étant plus accélérée que celle de l'allée.

Ce genre de travail a l'avantage de se faire sur toutes espèces de terrains, avec peu de ralentissement sur les plus mauvais, dans ceux, par exemple, où il faut choisir ses pas, enjamber des flaques d'eau ou traverser des ruisseaux. Si les terrains en forte pente causent du ralentissement à la montée, les

ouvriers revenant sans charge s'abandonnent à la descente et compensent ainsi le retard; cette descente se fait souvent à la course, surtout dans les ateliers nombreux et animés et quand on paie les ouvriers à la tâche.

§ 2. — La hotte.

La hotte est l'instrument de transport par excellence des vignobles escarpés au haut desquels il faut transporter des terres et des engrais et dont il faut descendre les fruits; elle est employée à un grand nombre de transports, surtout dans les pays montagneux et qui manquent de route. On la charge de 50 à 60 kilog. Les porteurs font 2,500 mètres à l'heure en plaine, tant à l'allée qu'au retour; 2,000 mètres si le trajet est long. Comme les porteurs au panier, ils montent aussi des escarpements rapides, mais s'abandonnent moins à la descente, à cause du ballottement de la hotte qui les gènerait au pas de course. Cependant, sur les côtes très inclinées, leur descente est deux à trois fois plus rapide que leur montée.

§ 3. — La civière.

La civière est un instrument très économique, puisque partout on peut en confectionner un nombre indéfini avec quelques barres de bois et des planches clouées en travers. Elle est portée par deux hommes. On la charge de 40 à 50 kilog. de déblais. Les maçons transportent à petite distance 80 à 100 k. de matières, mais ce travail ne pourrait se continuer longtemps. Les porteurs de civière parcourent 2,500 mètres par heure, quand la traite est au plus de 100 mètres. Quand elle est plus longue, ils ne font pas plus de 2,000 mètres. Le retour à vide n'est pas beaucoup plus pressé. En montant, ils se ralentissent beaucoup, et gênés l'un par l'autre, ils ne peuvent,

à la descente, prendre l'accélération qui compenserait le retard de la montée. Il leur est plus difficile de choisir leurs pas qu'aux porteurs de paniers, parce que leurs mouvements doivent être combinés; ils ne peuvent donc pas agir sur des terrains aussi mauvais. Ils ne peuvent non plus gravir des escarpements trop grands, car alors leur charge glisserait. Il faut, dans ce cas, qu'ils prennent une ligne oblique qui allonge le chemin. Sous ce double rapport, ils ont peu d'avantages sur la brouette.

§ 4. — La brouette.

La dimension et la charge des brouettes varient considérablement. Dans les travaux publics réguliers la brouette porte 50 k.; le rouleur fait 2,400 mètres par heure, soit à l'allée, soit au retour. La résistance au roulement est relative à la nature du sol; il faut donc préparer avec soin la voie que doit parcourir la brouette si l'on veut que l'ouvrage soit fait économiquement : pour peu que le terrain ne soit pas résistant, il faut même le planchéier. Quand la brouette doit franchir des pentes, on les dispose de manière à ce qu'elles ne dépassent pas $\frac{8}{100}$ et que la hauteur à laquelle on s'élève ne soit au plus que le 12e de la distance à parcourir. Le général Vaillant trouve que c'est la pente qui donne le maximum d'effet.

On a reconnu que pour obtenir le maximum du travail, il fallait que la distance à parcourir par chaque relais fût proportionnée à la charge, de sorte que, la brouette pesant 15 kil., la charge de 40 kil. était celle qui convenait à une distance de 34 mètres, et qu'une charge de 50 kil. réduisait la longueur des relais à 29 mètres.

Comme pour tous les véhicules à roue, le travail qui résulte d'un plus fort chargement est dans un rapport plus faible que celui qui résulte de plus de distance à parcourir. Il est plus avantageux à l'ouvrier à la tâche de charger beaucoup pour

transporter à une moindre distance. En effet le coefficient de frottement étant, par exemple : 0,03, la charge de $30^k + 15$, et la distance à parcourir 56 mètres, l'effort pour soutenir la brouette chargée étant de 0,18 de son poids, le travail sera exprimé par $(45 \times 0,18 + 45 \times 0,03) \times 56 = 453,60$, et pour le retour $(15 \times 0,18 + 15 \times 0,03) \times 56 = 170,40$. En totalité 624 kil.

Doublons le poids à transporter et diminuons la distance de moitié, nous aurons pour le poids $60 + 15 = 75$, et l'allée nous donnera : $(75 \times 0,18 + 75 \times 0,03) \times 28 = 441,00$; et pour le retour : $(15 \times 0,18 + 15 \times 0,03) \times 28 = 88,20$, et en totalité $529^k,20$. Ainsi on aura obtenu, de la même journée de travail, 30 kil. transportés à 56 mètres, d'un côté avec 624 k., et de l'autre avec 529.

La brouette a un avantage que n'ont pas les autres véhicules, c'est de permettre de substituer avec facilité un porteur à un autre. Ainsi ayant reconnu que le travail le plus avantageux consistait à transporter une charge de 40 kil. à une distance de 34 mètres, si nous avions la distance de 68 mètres à parcourir, nous aurions deux rouleurs et deux brouettes. Le premier mènerait la brouette chargée à 34 mètres : là il trouverait le second revenant avec sa brouette vide ; il lui transmettrait la brouette chargée et retournerait à vide au point de chargement. On peut établir ainsi une ligne de relais assez prolongée, tandis qu'avec la civière, par exemple, le changement de porteur est beaucoup plus incommode; il est plus difficile encore avec la hotte, et impossible avec le panier, dont une partie du chargement se répandrait dans ces changements de porteurs.

SECTION VIII. — *Comparaison des véhicules dans les transports avec retour à vide.*

Si le voiturier de profession peut calculer sur un char-

gement moyen pendant toute l'année, soit à l'allée, soit au retour, le cultivateur n'effectue presque jamais que des transports avec retour à vide. C'est donc les résultats économiques de ces transports examinés en eux-mêmes et dans leurs rapports avec les différents genres de véhicules décrits que nous avons maintenant à constater.

La distance à laquelle doit se faire le transport est un des premiers éléments qui entre dans ces calculs. En effet, le chargement doit se faire autant de fois qu'il y a de retours, et le nombre des retours est d'autant plus grand que la distance à parcourir est plus petite; de plus, la longueur des relais n'est pas la même pour tous les modes de transports : elle est la moindre possible pour la brouette, à cause de la fatigue qu'éprouvent les bras tiraillés par le poids qu'ils supportent; il arrive aussi que selon certains de ces modes, l'allée est plus lente que le retour, dans un certain rapport qui n'est pas le même pour tous; enfin la nature du chemin à parcourir et son inclinaison ont aussi des effets différents selon les modes différents adoptés.

Les transports de matériaux, d'engrais, de fruits de la terre, etc., s'opèrent dans l'agriculture au moyen de ces véhicules. Il règne une si grande diversité dans les usages locaux, comme par exemple dans la dimension des gerbes, dans la manière de charger le foin bottelé ou en rame, etc., qu'il serait difficile de parcourir en détail toutes ces opérations ; une seule d'entre elles se prête à des évaluations générales, c'est celle des déblais de terre, qui s'appliquent aux constructions de digue, au nivellement des terrains et surtout aux charrois de marne et de chaux, et aussi, avec de légères modifications, au transport des engrais. C'est donc elle que nous prendrons pour exemple, et on pourra appliquer ensuite avec facilité les résultats que nous allons indiquer aux autres cas particuliers. Nous supposerons que la distance où doit se faire le transport varie

de 20 à 1,000 mètres, et nous allons donner des tables contenant le prix du transport à ces différentes distances et avec chaque véhicule.

Paniers.

Conditions : vitesse, 30,000 mètres par jour; poids moyen porté, 10 kil.; prix des journées de porteurs, 0f,75; prix de la journée du chargeur, 2 fr.; poids chargé par le chargeur dans sa journée, 34,292 kil.; un aide-chargeur pour élever le poids sur la tête des porteurs, 1 fr.

Distance. mèt.	Nombre de chargements.	Poids transporté par chaque ouvrier.	Nombre d'ouvriers pour un chargeur.	Prix des journées de l'atelier.	Prix du transport de 100 kil. à la distance indiquée.	Prix du transport de 100 kil. à 1 kilomètre.
20	750	7,500 k.	4,57	6f43	0f019	0f95
30	500	5,000	6,86	8,13	0,024	0,80
40	375	3,750	9,14	9,86	0,029	0,72
50	300	3,000	11,43	11,57	0,034	0,68
60	250	2,500	13,71	13,27	0,039	0,65
100	150	1.500	22,86	20,14	0,058	0,58
500	30	300	114,31	88,73	0,260	0,52
,000	15	150	228,61	174,45	0,508	0,51

Hotte.

Conditions : Vitesse, 20,000 kilom. par jour; poids moyen porté, 50 kil.; poids chargé par le chargeur, 34,292 kil.; prix, 2 fr. par homme.

Distance. mèt.	Nombre de chargements.	Poids transporté par chaque ouvrier.	Nombre d'ouvriers pour un chargeur.	Prix des journées de l'atelier.	Prix du transport de 100 kil. à la distance indiquée.	Prix du transport de 100 kil. à 1 kilomètre.
20	500	25,000 k.	1,37	4f74	0f013	0f65
30	333	16,650	2,05	6,10	0,017	0,56
40	250	12,500	2,74	7,48	0,022	0,55
50	200	10,000	3,43	8,36	0,024	0,48
60	167	8,350	4,11	10,22	0,029	0,48
100	100	5,000	6,86	15,72	0,046	0,46
500	20	1,000	34,29	68,58	0,200	0,40
000	10	500	68,58	139,00	0,278	0,28

Civière.

Vitesse, 20,000 mètres; poids transporté, 50 kil.; poids chargé, 34,292 kil.; prix de la journée des hommes, 2 fr.

Distance mèt.	Nombre de chargements.	Poids transporté par chaque ouvrier.	Nombre d'ouvriers pour un chargeur.	Prix des journées de l'atelier.	Prix du transport de 100 kil. à la distance indiquée.	Prix du transport de 100 kil. à 1 kilomètre.
20	500	25,000 k.	2,74	7f48	0f022	1f10
30	333	16,650	4,10	10,20	0,030	1,00
40	250	12,500	5,48	12,96	0,038	0,95
50	200	10,000	6,86	15,72	0,046	0,92
60	167	8,350	8,22	18,44	0,054	0,90
100	100	5,000	13,72	29,44	0,086	0,86
500	20	1,000	68,58	139,16	0,400	0,80
1,000	10	500	137,16	276,32	0,806	0,80

Brouette.

Vitesse, 24,000 mètres; poids transporté, 40 kil.; poids chargé, 34,292 kil.; prix de la journée, 2 fr.

Distance. mèt.	Nombre de chargements.	Poids transporté par chaque ouvrier.	Nombre d'ouvriers pour un chargeur.	Prix des journées de l'atelier.	Prix du transport de 100 kil. à la distance indiquée.	Prix du transport de 100 kil. à 1 kilomètre.
20	600	24,000 k.	1,42	4f84	0f014	0f70
30	400	16,000	2,14	6,28	0,018	0,60
40	300	12,000	2,84	7,68	0,022	0,55
50	240	9,600	3,51	9,02	0,026	0,52
60	200	8,000	4,28	10,56	0,031	0,50
100	120	4,800	7,15	16,30	0,048	0,48
500	24	960	35,72	73,44	0,214	0,43
1,000	12	480	71,44	144,88	0,422	0,42

Tombereaux.

L'action de dételer et d'atteler le tombereau exigeant cinq minutes, équivaut à 300 mètres de parcours; l'action de vider le tombereau et de remettre le cheval en marche exige deux minutes, équivalant à 120 mètres de parcours. Ainsi, dans les calculs qui auront lieu pour apprécier le parcours du tombereau, il faudra ajouter 420 mètres à la distance où sont portés

les matériaux pour obtenir le nombre de voyages possibles en un jour. Dans la journée, le tombereau parcourt 36,000 mètres; le chargeur charge 16,791 kil. de terre ; le chargement du tombereau à un cheval est de 900 kil.; nous avons vu plus haut que la journée de voiture à un cheval coûte 4f,64 avec son conducteur (prix de ferme) : nous aurons donc pour les différentes distances :

Distance. mèt.	Nombre de voyages.	Nombre de kil. transportés dans une journée.	Nombre de chargeurs par attelage.	Prix de la journée.	Prix de 100 kil. transportés à la distance.	Prix de 100 kil. à un kilomètre.
20	78,2	70,380	4,19	13f02	0f0187	0f93
30	75,0	67,500	4,02	12,68	0,0186	0,62
40	72,0	64,800	3,83	12,30	0,0189	0,47
50	69,2	62,280	3,74	12,12	0,0194	0,39
60	66,6	59,940	3,56	11,76	0,0196	0,33
100	58,1	52,290	3,11	10,86	0,0208	0,21
500	25,4	22,860	1,36	7,36	0,0322	0,06
1,000	14,9	12,810	0,76	6,16	0,0481	0,05
18,000	1,0	900	0,59	5,82	0,6470	0,035

En comparant maintenant ces différents modes de transport entre eux, nous trouvons que le prix du transport de 100 kil. à un kilomètre coûtera pour chacun d'eux et à différentes distances :

Distance. mèt.	Panier.	Hotte.	Civière.	Brouette.	Tombereau.
20	0f95	0f65	1f10	0f70	0f93
30	0,80	0,56	1,08	0,60	0,62
40	0,72	0,55	0,95	0,55	0,47
50	0,68	0,48	0,92	0,52	0,39
60	0,65	0,48	0,90	0,50	0,33
100	0,58	0,46	0,86	0,48	0,21
500	0,52	0,40	0,80	0,43	0,06
1000	0,51	0,28	0,80	0,42	0,05

Ainsi, jusqu'à la distance de 30 mètres, il est plus avantageux de faire les transports à la brouette qu'au tombereau, et jusqu'à celle de 40 mètres à la hotte; au-dessus de cette distance le tombereau a la supériorité. La hotte l'emporte évi-

demment sur tous les autres modes de transport au dessous de 40 mètres. La civière est le moins économique de tous. Le panier n'a pour lui d'autre avantage que de pouvoir réunir promptement un grand nombre d'ouvriers et de ne pas exiger de capital de première mise.

CHAPITRE X.

Des machines propres à élever l'eau.

Les bienfaits de l'irrigation ont été longtemps réservés aux terrains tellement situés qu'on pouvait y dériver les eaux courantes facilement et de niveau. On est loin d'avoir épuisé encore cette faculté, et il faut espérer que les progrès de la législation, de l'administration publique et des lumières des cultivateurs étendront beaucoup à l'avenir l'emploi de ces eaux, qui portent avec elles tant d'éléments de fertilité. Mais tous les terrains ne sont pas si heureusement placés, et pour ceux qui auraient pu dériver facilement les eaux, tant d'obstacles se sont interposés pour leur en disputer la jouissance, que l'on s'est vu trop souvent obligé à élever les eaux qui étaient le plus à portée, faute de pouvoir atteindre celles qui coulaient de niveau avec le sol à arroser. Aussi s'est-on d'autant plus occupé de machines que la pratique des canaux était plus arriérée, et aujourd'hui encore nous en sommes réduits à recourir à l'emploi de moyens mécaniques pour nous procurer l'eau nécessaire à l'irrigation, non-seulement dans les positions où l'eau de niveau ne pourrait parvenir, mais encore dans celles où, soit par des associations, soit par des travaux généraux faits par l'Etat ou des compagnies, on pourrait fertiliser des territoires entiers en y amenant des canaux.

Nous n'entrerons pas ici dans la description détaillée des

appareils proposés ; nous devrons renvoyer ceux qui s'occupent de leur construction aux traités spéciaux, principalement à l'excellent Traité d'hydraulique de M. Daubuisson; mais nous chercherons à en donner une idée générale, propre à diriger les agriculteurs dans le choix qu'ils auront à en faire.

Les machines hydrauliques peuvent se diviser en neuf classes : 1° celles où l'on agit sur l'eau par la percussion; 2° celles où l'on se sert de l'adhérence de l'eau pour un corps qui tourne rapidement; 3° celles où l'on met en usage la propriété d'un corps en mouvement à persister dans cet état; 4° celles où l'on emploie une force agissant en sens contraire de la pesanteur; 5° celles agissant par l'effet d'un plan incliné; 6° celles où l'eau monte par la pression de l'atmosphère sur sa surface supérieure; 7° celles où l'on déplace l'eau en s'emparant de la place qu'elle occupait au moyen d'un corps solide; 8° celles où l'on se sert de la force centrifuge; 9° celles qui emploient la réaction de l'eau.

SECTION Ire. — *Machines à percussion.*

L'écope est la plus simple de ces machines. C'est une pelle creuse que l'on plonge dans l'eau et que l'on relève vivement en dirigeant le jet d'eau en avant. C'est ainsi que l'on arrose les fumiers dans les petites exploitations qui n'ont pas de pompes, et les petits espaces de terrains situés près des cours d'eau. Un homme élève de la sorte en huit heures 48,000 lit. d'eau à un mètre de hauteur.

Une roue qui tournerait dans un coursier ferait monter l'eau le long du plan incliné par l'action de percussion de ses aubes, et elle la déposerait dans le réservoir supérieur préparé à cet effet; mais on n'obtiendrait ainsi que peu d'eau et à une petite hauteur.

SECTION II. — *Machines agissant par l'adhérence de l'eau,*

La machine de Vera consiste en une corde sans fin passant sur une poulie A (*fig.* 134) placée à l'orifice d'un puits, dirigée vers le fond par la petite poulie B, et ramenée du fond en s'engageant sur la petite poulie C placée au fond du puits. Si on imprime un vif mouvement de rotation à la poulie A, l'eau qui adhère à la corde vient se verser en D dans un réservoir préparé. On a voulu depuis substituer des pièces de drap passant à la partie supérieure entre deux cylindres à la corde de Vera. Ce moyen si simple d'élever l'eau a été de temps en temps reproduit avec des variantes; mais son succès exige une si grande rapidité de mouvement que toutes les parties de ce mécanisme sont bientôt mises hors de service quand on en exige un travail continu. M. Lasteyrie l'a vu en action au couvent de Vinarès, en Catalogne, où il existait trente ans au moins avant la communication de Vera, et où il donnait toute l'eau nécessaire aux besoins du couvent en plongeant dans un puits de 10 mètres de profondeur [1].

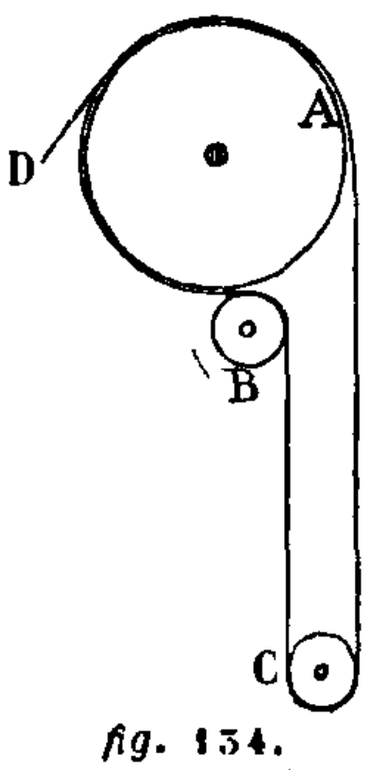


fig. 134.

SECTION III. — *Machines employant la force d'inertie.*

Ces machines sont fondées sur le principe que si un corps est animé d'une certaine vitesse et vient à choquer un corps à l'état de repos, il ne perd qu'une partie de sa vitesse et continue à se mouvoir avec celle qui lui reste.

Supposons un tube suivi de deux soupapes s'ouvrant de dehors en dedans, et placées à une certaine distance l'une de l'autre; plongeons-le rapidement dans l'eau en repos, l'eau ouvrira la soupape inférieure et pénétrera dans le tube à une

(1) *Collection des machines*, tome I[er], page 82.

certaine hauteur : quand on le soulèvera, le poids de l'eau fera fermer la soupape. Si, après la première immersion, l'espace A B (*fig.* 135) est rempli d'eau, et que l'on en fasse une nouvelle, le second choc fera ouvrir les deux soupapes, l'eau entrera au-dessus de la soupape B, et en continuant les chocs, elle pourra atteindre une grande hauteur. C'est ce que l'on appelle la canne hydraulique.

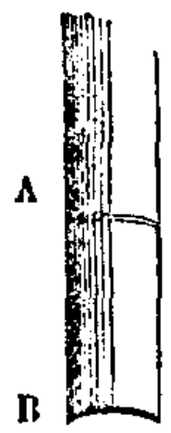


fig. 135.

Au lieu d'un corps solide en mouvement agissant contre l'eau en repos, supposons l'eau en mouvement frappant un corps solide, et voyons ce qui arrivera. L'eau tombe d'une certaine hauteur dans le tuyau AB (*fig.* 136); en parcourant le tuyau BC, elle trouve l'ouverture D, et elle en sort; mais par son impulsion, elle pousse le boulet E, soutenu par un grillage EF, contre l'ouverture qu'il ferme; dès-lors l'eau est obligée de s'élever dans le tube GH, elle soulève la soupape H, et entre dans le récipient K, dont elle comprime l'air. Cette compression agit sur l'eau, et la soupape H se referme : alors l'air continuant toujours à réagir pousse l'eau dans le tuyau LM, d'où elle s'échappe en jet continu. Cependant la soupape D, qui est un peu plus pesante que l'eau, n'éprouvant plus la même impulsion dès le moment que la soupape H s'est ouverte, s'ouvre aussi, et se referme aussitôt que se ferme la soupape H; et à

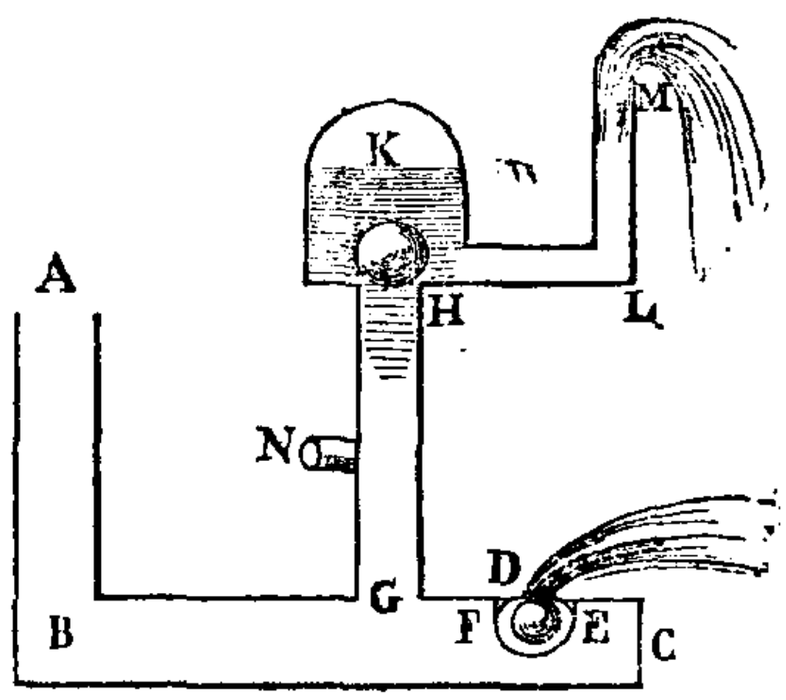


fig. 136.

chacune de ces alternatives, il y a un choc qui fait monter une nouvelle colonne d'eau. La petite soupape N, qui communique avec l'air extérieur, s'ouvre au moment de la dépression de la colonne d'eau montante, et un filet d'air pénètre avec elle dans le récipient K, pour y renouveler celui qui est incessamment absorbé par l'eau. Tel est le mécanisme du *bélier hydraulique*. Faire monter à une hauteur indéfinie une petite quantité d'eau au moyen d'un fort courant, telle est la propriété distinctive de cette machine, qui fait le plus grand honneur à l'esprit d'invention de M. de Montgolfier. Elle peut être utile dans certains cas déterminés; par exemple, quand, étant placé sur le haut d'un plateau, on verrait courir à ses pieds et à un grand enfoncement une rivière dont on voudrait élever une partie pour des usages domestiques ou pour une petite irrigation. Mais la perte d'eau devient si considérable à mesure que la hauteur devient plus grande et que le nombre des chocs doit s'accroître pour porter l'eau au point déterminé, que l'on ne pourra jamais s'en servir pour des irrigations en grand; et si la hauteur à franchir n'est pas grande, beaucoup d'autres machines seront préférables. La violence des chocs des soupapes d'un bélier les use très rapidement et nécessite de fréquentes réparations. Essayée en beaucoup d'endroits, elle a été bientôt abandonnée, et nous ne connaissons plus de bélier hydraulique en action dans le but de procurer une grande quantité d'eau.

Le table suivante d'Etelweyn indique les éléments du calcul que l'on peut établir pour faire usage du bélier.

Nombre de battements par minute.	Hauteur de la chute.	Volume d'eau dépensé.	Volume d'eau élevé par seconde.	Hauteur à laquelle l'eau est portée.	Effet utile.	Travail du moteur.	Rapport du travail à l'effet utile.
	mèt.	lit.	lit.	mèt.	kil.		
66	3,066	48,4	15,40	8,02	123	148,0	0,835
42	2,262	49,8	6,82	11,78	112	102,0	0,830
23	1,255	50,5	2,95	11,78	34,7	63,4	0,547
10	0,601	44,6	0,41	11,78	4,8	26,8	0,179

Ainsi, pour obtenir du bélier ce que l'on doit attendre des autres machines, c'est-à-dire plus de 0,50 de la force employée, il ne faut pas que la chute soit moindre de 1^m,255; mais quand elle est de 2^m,26, on obtient déjà 0,83 de la force. On voit aussi qu'une grande partie de l'eau est perdue, puisqu'à une hauteur de chute de 1^m,255, on n'élève que la seizième partie de celle qui a agi sur la machine, et à 0^m,601 de chute seulement la centième partie. Si donc l'eau avait peu de pente, qu'elle fût peu abondante, on voit combien peu d'utilité on tirerait de l'emploi du bélier hydraulique.

SECTION IV. — *Machines employant une force agissant dans le sens contraire de la pesanteur.*

L'eau tirée d'un puits au moyen d'un seau attaché à une corde passant sur une poulie est l'application la plus simple de la force employée en sens contraire de la pesanteur. On facilite cette opération par le secours de la mécanique, soit en faisant enrouler la corde autour d'un treuil, ce qui économise la force aux dépens du temps consacré à monter l'eau; soit, quand l'eau est peu profonde, au moyen d'un levier (*fig.* 137). On applique alors la force à l'extrémité du plus long côté; on peut aussi placer à cette extrémité un poids qui diminue la force nécessaire pour remonter le seau quand il est plein. Il ne doit cependant pas être trop considérable, et faire équilibre au plus avec le seau vide, puisqu'il faut le soulever pour faire plonger le seau et le remplir.

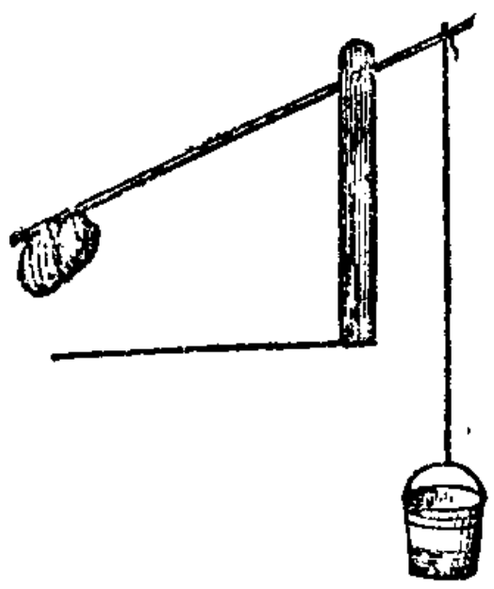


fig. 137.

Si au lieu d'un seau fixé à une corde, on place une série de seaux ou de vases autour d'une roue verticale plongeant dans l'eau par sa partie inférieure, on a la *roue à godets, a tympan* et la *noria*. Si la rivière a un courant rapide et un niveau peu

variable pendant une grande partie de l'année, on place la roue immédiatement à son bord; dans le cas contraire, on commence par diriger l'eau par un canal qui la fait arriver à la roue au moyen d'un coursier. On élève ainsi l'eau à la hauteur du diamètre au moyen de godets attachés à son pourtour, ou à la hauteur du rayon de la roue, selon le niveau du terrain à arroser au moyen de tuyaux creux partant de la circonférence et dirigés en développements du cercle, et versant par le centre de la roue. Les roues à godets établies sur les bords de l'Adige portent l'eau à 7 ou 8 mètres de hauteur, qui est la dimension de leur diamètre. L'eau est ainsi obtenue presque gratuitement; car elle ne supporte que les frais d'établissement de la machine.

Pour établir une roue à aubes dans des proportions convenables, il faut d'abord connaître la force dont on peu disposer: nous en avons indiqué les moyens dans la première partie; il s'agit alors de proportionner le volume des godets qui montent remplis d'eau à cette force, en calculant sur une perte de force de 0,60. Les godets sont placés sur les côtés de la roue de manière à plonger entièrement dans l'eau à chaque révolution. Supposons qu'ils soient cubiques et portent $0^m,30$ de côtés, ils présentent à l'eau une surface de 90 décim. carrés. Cette surface peut être considérée comme une aube. La vitesse du courant est de 2 mètres par seconde. M. Poncelet nous a donné, d'après les expériences de Bossut, une formule qui représente la force transmise par la roue : $F = 80AV\,(V-v)v$, dans laquelle, A étant l'aire de l'aube verticale, V la vitesse de l'eau, v est celle de la circonférence de la roue, qui, en général, ne s'éloigne pas de la moitié de la vitesse de l'eau. Nous avons alors $F = 80 \times 0,90 \times 2 \times (2-1) \times 1 = 144$ litres. Nous aurons donc 144 litres d'eau élevés par seconde à la hauteur d'un mètre, et par jour de 24 heures 12,441 mètres cubes d'eau. Supposons que l'on doive élever l'eau à 4 mètres,

la circonférence de la roue sera de 12 mètres, elle mettra 12 secondes à faire un tour; en espaçant des godets de $0^m,30$ à $0^m,30$ les uns des autres, nous aurions 20 godets sur le pourtour de la roue, contenant chacun environ 84 litres d'eau.

Si l'on voulait augmenter la puissance de la roue, dans le cas où l'on jouirait d'un cours d'eau d'une largeur indéfinie, comme cela arrive quand on établit la roue entre deux bateaux sur un fleuve, on n'aurait qu'à accompagner chaque godet d'une aube qui présentât une vaste surface au courant d'eau. Supposons que la surface immergée de ces aubes fût de 2 mètres carrés, nous aurions dans les mêmes conditions indiquées ci-dessus : $F = 80 \times 2 \times 2 \times 1 = 320$; et, pour élever l'eau à 4 mètres, nous aurions des godets de 192 litres, et par jour de 24 heures 27,648 mètres cubes d'eau.

La roue à godets (*fig.* 138) peut être mise en mouvement

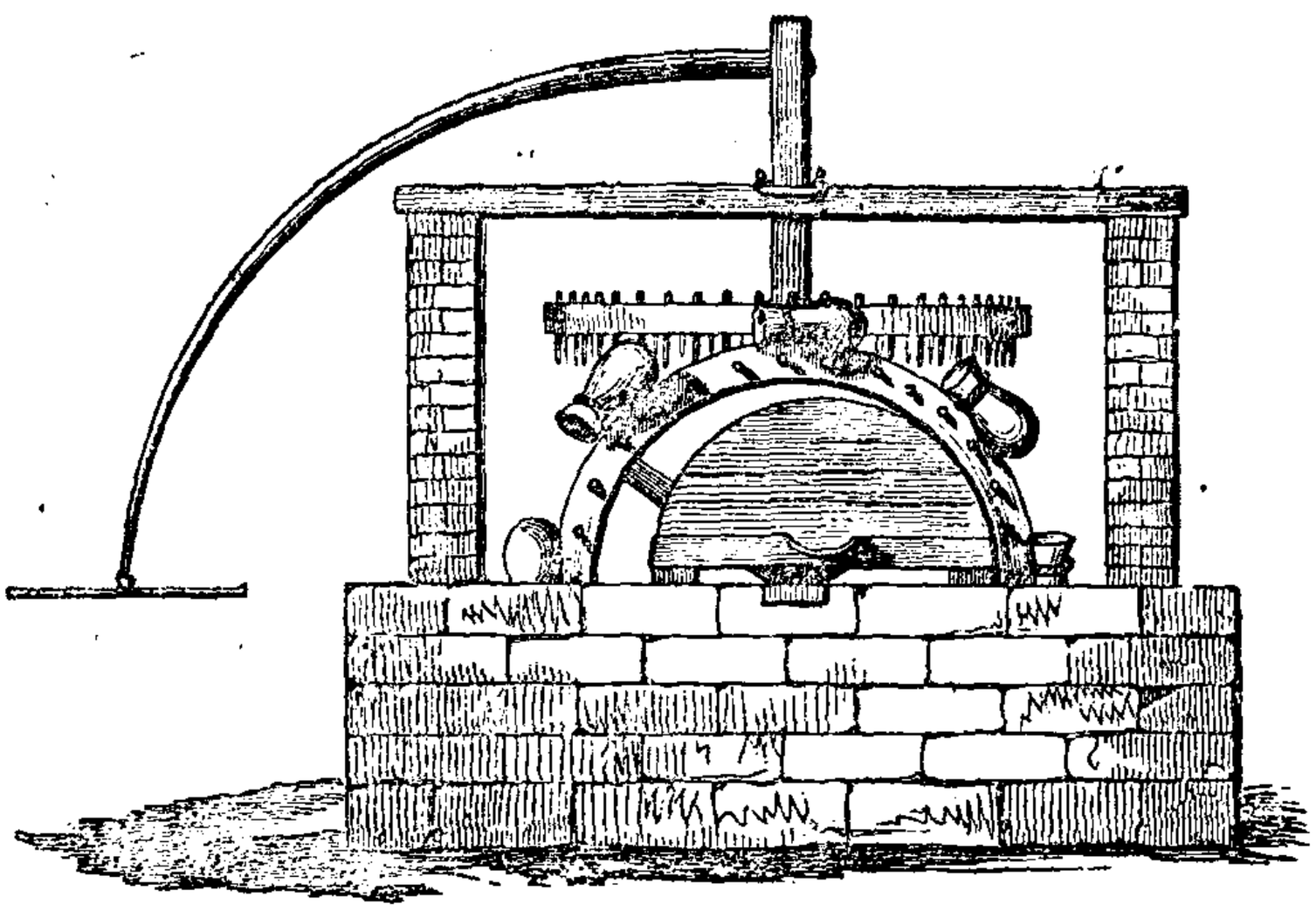


fig. 138.

par le courant d'eau, par le poids de l'homme ou des animaux marchant dans un tympan, enfin par un manége.

Mais si le réservoir où l'on puise l'eau est profond, on conçoit que si sa circonférence devait en atteindre le niveau,

il faudrait donner à la roue un diamètre tellement exagéré que son poids seul entraînerait un frottement considérable et exigerait l'emploi d'une grande force motrice. Alors on fait passer sur un tambour une corde sans fin portant les godets, qui se remplissent quand ils sont parvenus à la partie inférieure de leur circuit et se vident à la partie supérieure : la moitié des godets sont donc pleins et l'autre moitié vides. Exécutée grossièrement en bois, avec des pots en terre cuite pour godets, on a la noria des Arabes, transportée par eux en Espagne et dans le midi de la France. Mais à cet instrument grossier a été substitué une machine mieux combinée et qui cause une moins grande déperdition de forces.

Elle consiste en un tambour hexagone de fonte (*fig.* 139) mis

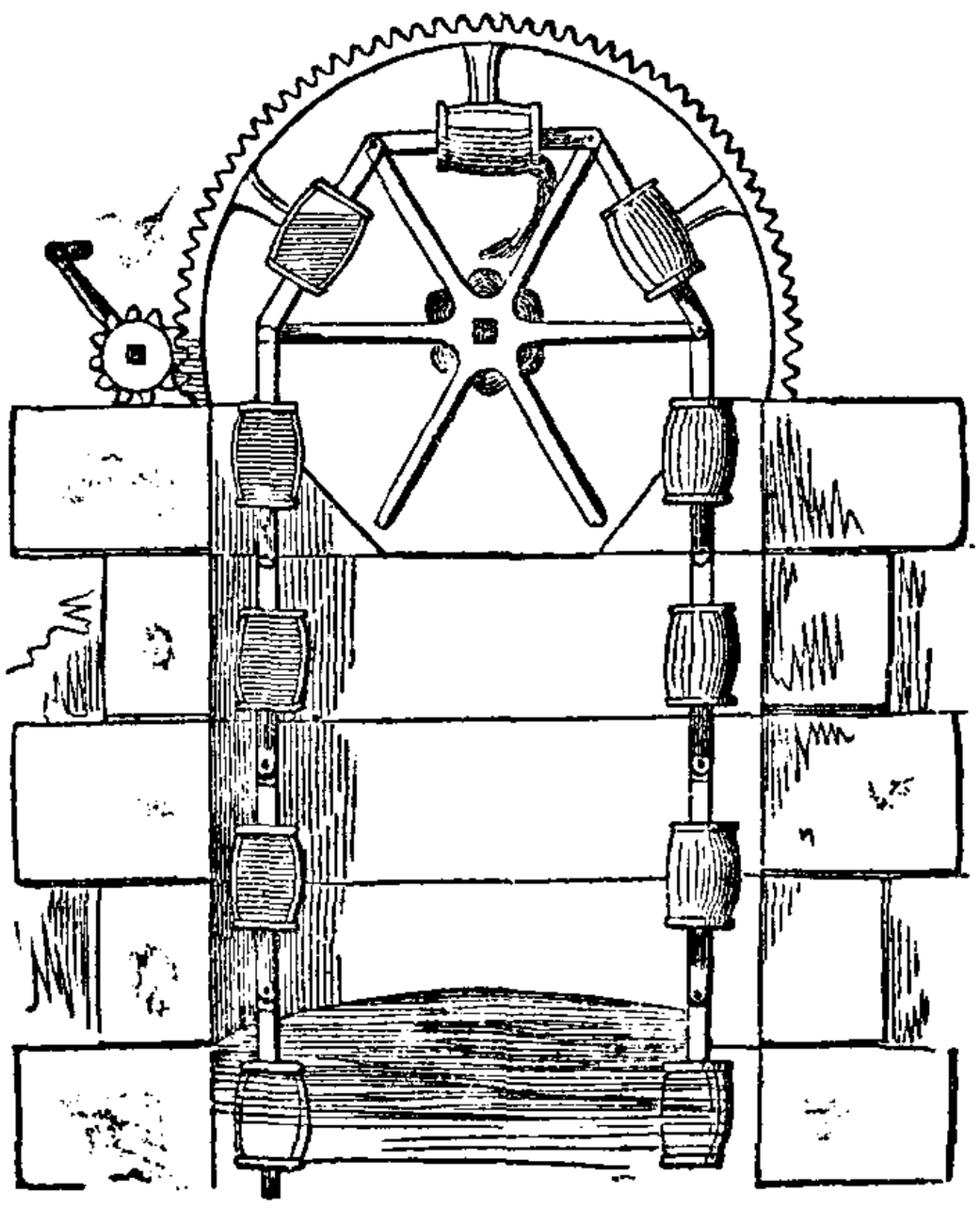


fig. 139.

en mouvement par une roue d'engrenage, qui elle-même se meut au moyen d'un manége; une chaîne sans fin est formée de barres de fer en nombre indéterminé, et chacune de la longueur d'un des côtés de l'hexagone, articulées entre elles. Chacune

de ces barres porte un godet en zinc, et, si l'on opère avec une force considérable, un baril cerclé en fer. Ces anneaux de la chaîne s'appliquent successivement, par l'effet de la rotation du tambour, à chacun des côtés de son hexagone, et versent l'eau qu'ils ont puisée dans un auget, d'où elle est déversée sur le champ à arroser. Les godets doivent être percés à leur fond, pour laisser échapper l'air qu'ils renferment à mesure qu'ils s'emplissent par leur ouverture. Pendant leur ascension, il s'échappe ainsi du fond des godets une certaine quantité d'eau qui retombe dans le godet placé au-dessous, mais qui diminue cependant un peu la quantité d'eau élevée. Dans tout le midi de la France, où l'on se sert beaucoup de norias, on trouve d'habiles constructeurs qui fournissent des norias en fonte, de la force d'un cheval, au prix de 5 à 700 francs. La noria ainsi construite utilise une aliquote de la force en rapport direct avec la hauteur à laquelle on élève l'eau. Ainsi, d'après les expériences directes, la noria de M. Gatteau employait :

Pour 1 mètre de hauteur. . .	0,48	de la force.
Pour 2 mètres de hauteur. . .	0,57	de la force.
Pour 3 mètres de hauteur. . .	0,63	de la force.
Pour 4 mètres de hauteur. . .	0,66	de la force.
Pour 6 mètres de hauteur. . .	0,70	de la force.

On détermine facilement la force perdue en appliquant le dynamomètre, ou seulement une romaine à ressort, à la machine dépouillée de ses godets; on mesure ensuite, par la même méthode l'effort qu'elle exige quand elle est pourvue de ses godets remplis.

Dans une expérience que nous avons faite sur une noria qui élevait l'eau à $3^{m},40$, la noria faisait 4 tours par minute, chaque tour versait 6 godets de 25 litres; ce qui nous donnait pour une journée de 8 heures, 288 mètres cubes d'eau, ou 975 à la hauteur d'un mètre; mais nous opérions avec un cheval ardent et qui ne travaillait pas la journée entière. La circonfé-

rence du manége était de 18 mètres, qu'il parcourait en 15 secondes : il faisait donc $1^{m},20$ par seconde, en déployant une force de 50 ou 60 kilom.; il élevait 10 litres d'eau par seconde à la hauteur de $3^{m},40$ ou 34 litres à la hauteur d'un mètre. Il employait donc utilement 0,57 de la force, un peu moins que dans l'expérience de M. Gatteau. Dans les expériences faites sur la noria de M. Burel, le produit était de 641 mètres.

Nous citerons une autre expérience, faite avec un cheval travaillant toute la journée dans le jardin d'un maraîcher et avec une machine toute pareille. L'animal ne parcourait que $0^{m},90$ par seconde et déployait une force de 55 kil., et produisait un travail mécanique de $49^{km},5$. Il élevait l'eau à 5 mètres de hauteur, et produisait $6^{l},4$ par seconde; ce qui équivalait à 32 litres élevés à la hauteur de 1 mètre, ou en 8 heures 921 mètres cubes. Il employait utilement le 0,65 de sa force. Il est probable, d'après ces deux essais faits dans des circonstances différentes, que la noria de M. Burel n'employait pas toute la force de tirage dont le cheval était susceptible.

Pour trouver le prix de revient de l'eau, nous cherchons d'abord quels ont été les frais d'établissement de la noria; pour nous ils ont été comme il suit :

	fr.	c.
Creusement d'un puits de 5 mètres de profondeur sur 4 mètres de côté, 80^{mc} de fouille ou de déblai à 0 fr. 96 c. le mètre.	76	80
80^{mq} de revêtement à 3 fr. le mètre.	240	»
Piliers pour soutenir la machine, ceux pour recevoir l'eau, et canaux de dégorgement.	100	»
Noria et godets.	700	»
	1,116	80
Nous aurons alors pour l'intérêt du capital et les frais d'entretien, estimés à 10 p. 100.	111	68
Coût, pour 150 jours, d'un cheval de la taille de $1^{m},50$, à 812 fr. 42 c. par an, en ayant 262 jours de travail ordinaire, $\frac{812,42 \times 150}{262} =$	464	87
	576	87

Produit de la noria: eau élevée à un mètre et pendant 150 jours de l'année $921^{tm} \times 150 = 138,150^{tm}$, coûtant, par mètre cube élevé à un mètre, $0^{f},00418$. Si l'on n'admettait que le résultat trouvé par M. Burel, ou 671^{m} par jour, on aurait $671 \times 150 = 100,650$ mètres qui coûteraient $0^{f},00573$ le tonneau métr.

Machine à chapelet. Si l'on imagine une chaîne portant des rondelles de cuir épais qui soient exactement du diamètre d'un tube, et que ce tube plonge dans l'eau; si l'on vient à soulever la chaîne, chaque rondelle soulèvera aussi la portion de liquide superposée, et la conduira jusqu'au haut du tube. La succession de ces rondelles forme ainsi une série de seaux mobiles. Pour utiliser cette idée, on a une chaîne sans fin qui passe sur un arbre horizontal à pignons, mis en mouvement par un manége; en entrant dans le tube A B (*fig.* 140), les disques de cuir soulèvent l'eau qui les surmonte jusqu'au sommet du tube, où elle se déverse en A. Le mouvement est communiqué à la chaîne par l'engrenage qui s'empare de chaque disque dans les intervalles des barreaux formant le pignon de l'arbre. Cette machine est en usage dans les jardins, et malgré le frottement des rondelles, elle ne paraît pas employer plus de force que la noria bien construite. Mais on conçoit la préférence qu'on lui doit accorder sur les norias imparfaites qui l'ont précédée. L'usure des rondelles et du tube finit par occasionner des pertes d'eau. Aussi n'avons-nous pas toujours retrouvé cet appareil dans les lieux où nous l'avions vu employer précédemment, tandis que les norias ne disparaissent pas de ceux où elles ont été introduites.

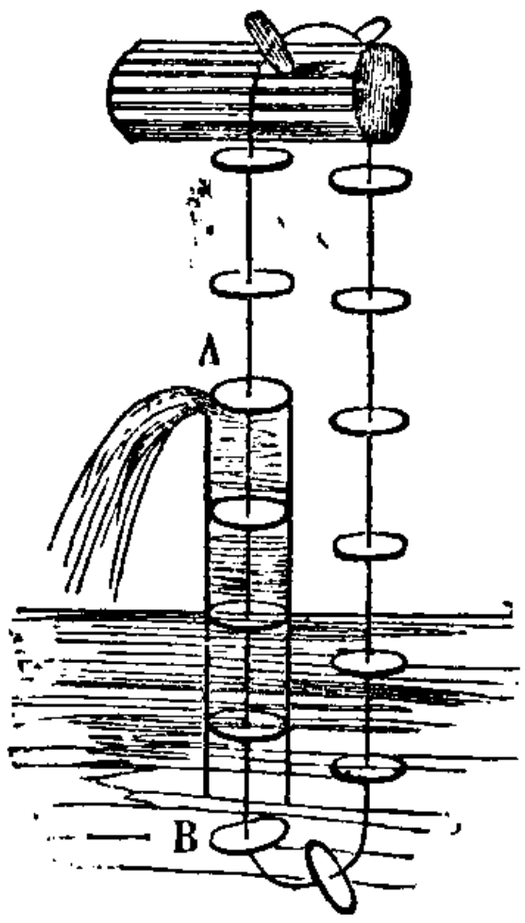


fig. 140.

SECTION V. — *Machines agissant par l'effet du plan incliné.*

Soit une cuillère à long manche fixée par un pivot C (*fig.* 141) à une pièce montante AB : quand elle s'abaissera au-dessous du niveau DF de l'eau, elle se remplira ; et quand elle sera remontée dans une position GH, où elle dépassera l'horizontale, elle versera l'eau qu'elle contiendra par son manche qui sera creux. S'il existe une seconde cuillère, semblablement disposée, puisant l'eau dans le réservoir où la première l'a versée, puis une troisième la prenant dans le réservoir de la seconde, on conçoit que l'on pourra élever l'eau indéfiniment. Mais l'élévation que l'on atteint par chacune de ces opérations successives n'étant que la tangente de l'angle d'inclinaison dont le rayon est la longueur de la cuillère, on conçoit que pour atteindre une hauteur considérable, il faut multiplier singulièrement les cuillères et les réservoirs, et que l'on a ainsi beaucoup de frottements. Aussi les machines de ce genre, souvent proposées, n'ont-elles jamais été adoptées que pour porter l'eau à une petite hauteur, à un mètre d'élévation, par exemple, avec des cuillères de la longueur de 2 mètres.

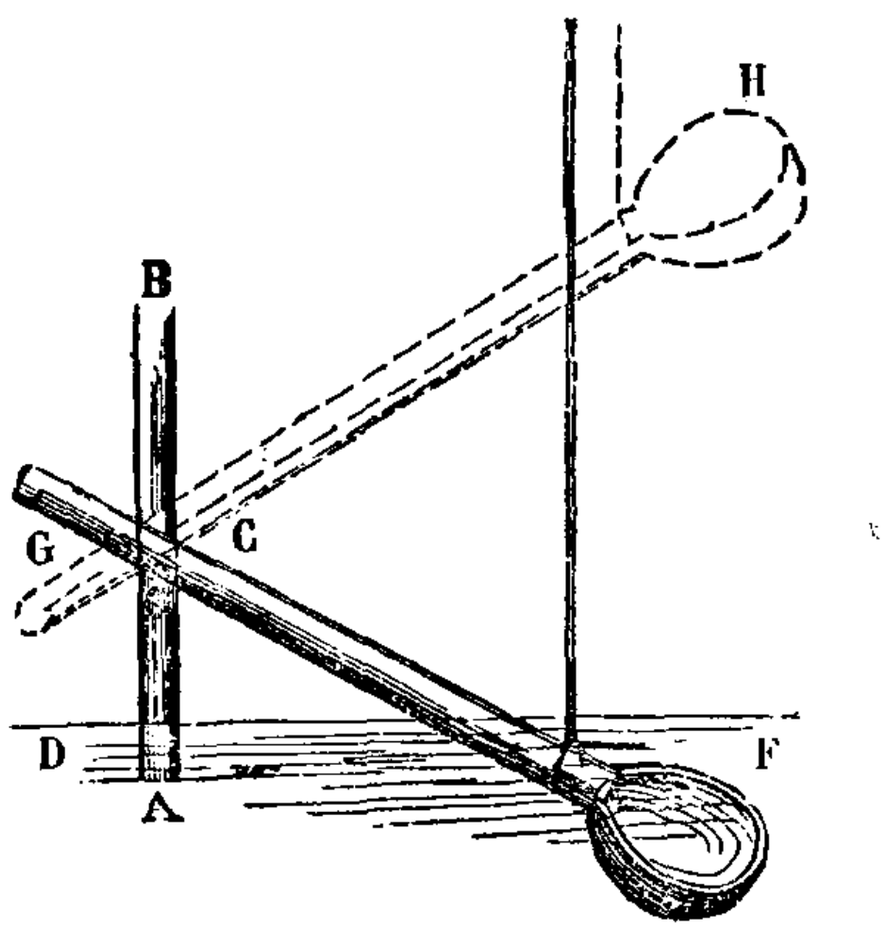


fig. 141.

La vis d'Archimède agit par le même principe, celui d'employer une force pour changer l'inclinaison du plan sur lequel se trouve l'eau. A mesure qu'elle tourne, elle présente toujours à l'eau des plans inclinés à descendre tout en s'élevant au sommet de la vis. On sait que cette vis consiste en un canal

fermé disposé en hélice autour d'un axe qui porte deux tourillons. Le tourillon supérieur est armé d'une manivelle, l'extrémité inférieure du canal plonge dans l'eau, et en faisant tourner la manivelle le liquide est porté à la partie supérieure.

La quantité d'eau élevée est d'autant plus grande que l'axe de la vis est plus incliné à l'horizon. Si l'on considère donc que quand on accroît la hauteur à laquelle l'eau doit s'élever, la longueur de la vis croît dans une plus grande proportion, on voit qu'il est un terme rapproché passé lequel la ténacité des matériaux ne résisterait pas au poids de l'eau qu'ils doivent supporter. La pratique a enseigné que la plus grande longueur qu'on pouvait donner à la vis était celle de $6^{m},5$, et que l'angle d'inclinaison le plus avantageux était celui de 35°, ce qui porte l'eau à une hauteur de $3^{m},73$. Le diamètre extérieur de la vis est de $\frac{1}{12}$ de sa longueur; les pas de vis de $0^{m},432$; la ligne génératrice de l'hélice fait un angle de 67 à 70 degrés avec l'axe; il y a trois spires entières. Une telle vis, même avec la vitesse de 16 à 20 tours par minute seulement, donne $20^{k},40$ d'eau par tour de vis, et par conséquent un peu plus de 6 litres d'eau par seconde, et par journées de 8 heures 176 mètres cubes d'eau. C'est le produit que l'on peut espérer du travail d'un homme. Mais on emploie ordinairement pour mouvoir la vis douze hommes, qui se relèvent trois par trois, et font tourner la machine en poussant et tirant dans le sens horizontal sur une pièce de bois. On produit ainsi 2,400 mètres cubes d'eau dans la journée de 12 heures, et le mètre cube d'eau à la hauteur de un mètre revient à $0^{f},010$.

SECTION VI. — *Machines qui élèvent l'eau par la pression atmosphérique.*

Supposez un cylindre creux plongé dans l'eau à sa partie

inférieure, et dans lequel se meuve un piston P (*fig.* 142) d'un égal diamètre. Au bas du cylindre se trouve une soupape S, qui s'ouvre de bas en haut; le long du tube d'ascension DD′ se trouve une autre soupape S′, qui s'ouvre dans le même sens. Si on soulève le piston, on fait le vide dans le cylindre, qui porte le nom de *corps de pompe*, la soupape S se soulève et l'eau pénètre sous le piston; au moment où on l'abaisse, la soupape se referme par l'effet de la pression : l'eau ne trouve pour échapper à cette pression que le tube d'ascension, elle soulève la soupape S′, qui se referme quand l'abaissement du piston est terminé et que l'eau cesse d'être refoulée. Une série de pareils mouvements fait monter l'eau à une hauteur qui n'est bornée que par le rapport qui existe entre la force qui met le piston en mouvement et le poids de la colonne d'eau DD. On voit ici que la pression de l'atmosphère sur la surface du liquide, qui le force à pénétrer dans le corps de pompe, est le principe générateur de l'effet de ce genre de machine, qui prend le nom de *pompe foulante*.

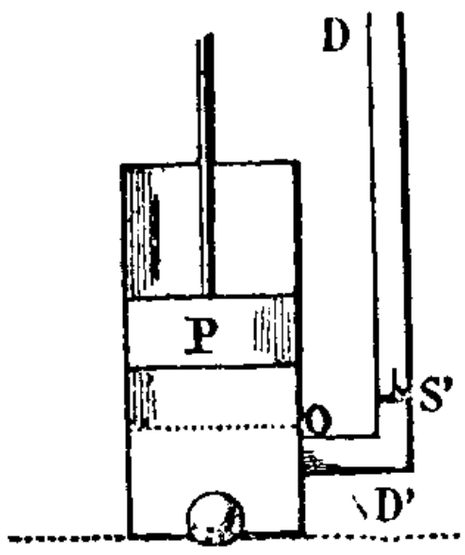


fig. 142.

Supposons maintenant que le piston, au lieu d'être plein, porte dans son milieu une soupape S (*fig.* 143), s'ouvrant de bas en haut, comme la soupape S′ placée au bas du corps de pompe et à l'entrée du tuyau aspirateur A, qui est plus ou moins allongé, parce que le corps de pompe ne plonge plus dans l'eau dont le niveau est plus bas. Quand le piston s'élèvera, le vide qu'il laissera au dessous de lui déterminera, comme dans le cas précédent l'ascension de l'eau dans le corps de pompe; mais quand il s'abaissera, la soupape S se

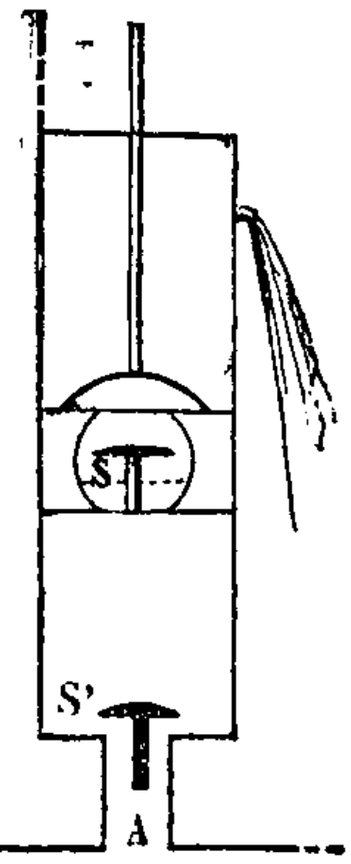


fig. 143.

soulevant, le liquide montera au-dessus du piston. Cette action réitérée procurera donc dans la partie supérieure du corps de pompe l'ascension d'une colonne d'eau qui sera limitée par le poids de l'atmosphère, comme dans le baromètre, dont ici le niveau de l'eau représente la cuvette et le corps de pompe le tube. Ce poids fait équilibre à une colonne d'eau de $10^{m},41$ de hauteur : c'est donc la limite extrême de l'ascension de l'eau distillée dans la pompe aspirante, au niveau de la mer et à la température de zéro. Dans la pratique, on a reconnu que l'absence de plusieurs de ces conditions, et surtout l'imperfection du vide obtenu par le piston, devait faire borner à un peu moins de 10 mètres la hauteur de l'ascension de l'eau au niveau de la mer. Ce genre de pompe prend le nom de *pompe aspirante.*

Mais on allie ordinairement ces deux méthodes, et l'on a la *pompe aspirante et foulante,* qui peut porter l'eau à une hauteur qui n'est aussi limitée que par la force employée. Elle ne diffère de la pompe foulante que parce que le corps de pompe n'étant pas plongé dans l'eau, il y a un tube d'ascension comme dans la pompe aspirante. D'ailleurs le piston est placé comme dans la pompe foulante.

Il est essentiel que le tube aspirateur ait un petit diamètre, et que la soupape inférieure soit placée à l'entrée supérieure du tube d'aspiration, et non au bas. Dans ces deux cas le vide reste imparfait, et l'on n'obtient pas d'effet, à moins d'avoir rempli préalablement d'eau le tube d'aspiration. Il ne faudrait pas non plus que celui-ci eût un trop faible diamètre ; car alors le piston pourrait avoir plus de vitesse que l'eau montant dans le tube, et il y aurait ainsi une cause d'arrêt. Le diamètre doit être les $\frac{2}{3}$ de celui du corps de pompe, et les soupapes doivent avoir une surface égale à la moitié de la surface de la base du piston.

Dans un temps donné, le produit d'une pompe est égal au

volume du piston multiplié par le nombre de coups de piston effectués pendant ce temps. Ainsi, soit un piston de $0^m,20$ de diamètre sur $0^m,15$ de hauteur : son volume sera de $0^{mc},0045$, et, s'il donne une pulsation par seconde, nous aurons pour produit $0^{mc},0045$ ou $4^{lit.},5$ d'eau.

Le travail développé pour mettre le piston en mouvement est égal au poids de la quantité d'eau élevée multiplié par la hauteur du déversoir au-dessus du niveau du réservoir, plus l'effort nécessaire pour vaincre les résistances causées par les frottements. Ainsi, dans le cas que nous venons de citer, supposons que l'eau doive être élevée à 6 mètres, nous aurons $4^k,5 \times 6^m,0 = 27$ kilogr. Dans les pompes en bon état et bien construites, le travail utile n'étant que les 0,66 du travail mécanique, celui-ci sera donc de $40^{km},5$ par seconde, ou à peu près la moitié d'un cheval-vapeur.

Ce principe est exact pour les pompes aspirantes et les pompes foulantes. Le travail n'a lieu pour les premières qu'à la montée du piston; pour les secondes, qu'à la descente. Dans les pompes aspirantes et foulantes le travail est double, puisque le moteur agit deux fois pendant une oscillation, une fois en montant et l'autre en descendant ; c'est ce qui rend le travail de ces dernières plus égal et mieux réparti : il y a donc ici double produit et double travail mécanique.

Le mouvement de la colonne d'eau dans le tuyau d'ascension des pompes est nécessairement intermittent comme le mouvement du piston. Aussi, à chaque changement de direction de celui-ci, il a à vaincre la force d'inertie de l'eau. Il y a là une perte de force considérable, que l'on a essayé d'éviter en rendant le jet continu au moyen d'un réservoir d'air C (*fig.* 144). L'eau, au lieu de s'élever immédiatement dans le tuyau d'ascension, parvient dans ce

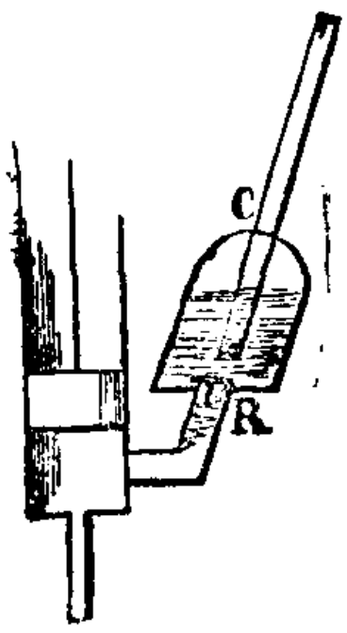


fig. 144.

réservoir, dont elle refoule l'air; quand le piston, en se relevant, permet à la soupape R de se refermer, l'air réagit sur l'eau qui est entrée dans le réservoir, et la chasse dans le tube d'ascension. Cet écoulement est continu, mais n'est pas uniforme, parce que la détente de l'air perd de sa force à mesure de l'ascension de l'eau qui lui laisse occuper un plus grand espace.

Le réservoir d'air ne s'applique qu'aux pompes de petite dimension. Pour celles qui fournissent beaucoup d'eau, on fait de préférence décharger plusieurs pompes dans le même tuyau d'ascension, et l'on règle leurs mouvements de manière que leurs pistons se trouvent au même moment à plusieurs points différents de leur course. C'est en particulier ce qu'on a fait à la machine de Marly, où huit pompes élèvent d'un seul jet, en vingt-quatre heures, plus de 800 mille litres d'eau à 160 mètres de hauteur.

Le jeu des pompes est sans contredit un des moyens les plus réguliers et les plus utiles d'élever l'eau, celui qui exige le moins de place et nécessite le moins de constructions; mais on a été souvent obligé d'y renoncer, parce que les pompes s'usent rapidement, quand elles font un service continu, par le frottement continuel du piston contre le corps de pompe et le mouvement des soupapes. Alors il y a des fuites considérables, et on ne fait qu'un vide imparfait qui réduit progressivement les produits à mesure de leur durée. Les détériorations sont d'autant plus sensibles qu'on se sert d'une eau moins pure, transportant des parties terreuses qui, engagées une fois entre les parties frottantes, les usent très rapidement. Aussi, quand on avait à élever des eaux limoneuses, fallait-il recourir aux norias, aux roues à godets ou aux vis d'Archimède. L'ingénieuse invention de M. Letestu est venue surmonter heureusement cette difficulté. Il remplace les soupapes par des rondelles de cuir retenues par un clou; il remplace le piston par un

cône métallique, dans lequel il place un cuir ou un feutre qui déborde sa base et s'adapte contre les parois du corps de pompe, prenant exactement, grâce à sa flexibilité, la forme qu'on veut lui faire prendre; de sorte que ses parois peuvent même ne pas être alésées.

Nous devons nous arrêter ici dans la description des machines hydrauliques et renvoyer, pour compléter leur description et leur usage, à l'excellent ouvrage de M. Daubuisson. Les roues à réaction (turbines) nous ouvriront peut-être un jour de nouvelles perspectives qu'il serait prématuré d'indiquer.

SECTION VII.—*Considérations sur l'application des différentes forces aux machines hydrauliques.*

§ I. — Le vent.

Le vent, considéré comme moteur, a été appliqué en grand aux polders de la Flandre et de la Hollande pour opérer leur desséchement. Il y met en mouvement des chaînes sans fin garnies de godets très volumineux. Il n'a été jusqu'à présent que d'un usage borné et précaire pour les irrigations, ce qui tient surtout à son irrégularité, que nous avons déjà signalée. Nous avons vu comment ont échoué un grand nombre d'entreprises de ce genre dans notre climat très venteux et très sec des bords de la Méditerranée, et nous avons recherché avec soin les causes de ces insuccès. Les principales nous paraissent être :

1° La timidité des essais. Pour obtenir des effets vraiment agricoles, quand on peut disposer d'une masse d'eau considérable, comme cela arrive dans le voisinage des fleuves et des rivières, il faut se servir de moulins capables de marcher

avec la vitesse moyenne du vent dans le pays, et doubler, ou même, s'il le faut, tripler le nombre des moulins, plutôt que de les rendre gigantesques, résultat qui est toujours accompagné d'un grand inconvénient, la difficulté des réparations.

A l'aide de son ingénieux mécanisme, M. Durand[1] assure à ses moulins une marche régulière et uniforme. Il se met en mouvement avec un vent d'une vitesse de 3 mètres par seconde; il ne fait alors que 10 révolutions par minute; à 4 mètres de vitesse il en fait 20; mais dès que la vitesse du vent parvient à lui faire faire de 30 à 32 tours par minute, il conserve ce maximum sans le dépasser, quelle que soit l'impétuosité du vent.

Le rayon des ailes est de 3 mètres; elles sont trapézoïdales et ont $1^{m},5$ de largeur à leur extrémité la plus large. Étant au nombre de six, elles présentent une surface de $13^{mq},5$ à l'action du vent.

Le piston a $0^{m},16$ de diamètre et une course de $0^{m},22$; il élève $4^{lit.},5$ d'eau à chaque coup. Le produit des journées (24 heures) où le vent atteint la vitesse nécessaire pour le faire marcher au maximum (30 tours par seconde) est en réalité, d'après l'expérience, de 216 mètres cubes, et par conséquent, pendant les six mois d'arrosage, il fournirait 38,880 mètres cubes, ou la quantité nécessaire pour l'irrigation de 39 hectares, en supposant que le vent soufflât tous les jours avec la vitesse nécessaire pour qu'il n'y eût pas de chômage. Dans les environs de Paris on recueille seulement une moyenne de 140 mètres cubes par jour et de 25,550 mètres cubes par an, c'est-à-dire l'eau nécessaire pour l'irrigation de 25 hectares.

(1) Voir *Bulletin de la Société d'encouragement*, novembre 1845, page 525.

Cette excellente machine, étant construite avec beaucoup d'économie et marchant sans être surveillée, peut devenir très utile à l'agriculture. Voici le prix de revient de son travail mécanique tel que l'a donné M. de Saint-Preuve[1]?

Prix d'achat sans les voiles.	1240 fr.
Chevalet sur lequel porte le moulin. . . .	50
Pompes.	200
Pose de la machine.	50
	1540

COUT DU TRAVAIL.

1° *Service pendant l'année entière.*		2° *Service pendant six mois.*	
1400 × 365 = 511000 tm.		1400 × 182,5 = 25550 tm.	
Dépense : intérêt de 1540 fr. à 10 p. 100. . .	154f »	. . . . .	154f »
Entretien et renouvellement de voiles.	26 »	. . . . .	13 »
Entretien de la pompe (cuir, etc.).	12 »	. . . . .	6 »
Huile.	4 »	. . . . .	2 »
Salaire pour graissage, tension des voiles.. . . .	3 70	. . . . .	1 85
	199 70		176 85

COUT DE CHAQUE UNITÉ DE TRAVAIL :

$\frac{199,70}{511000} = 0^f,00039.$ $\frac{176,85}{255500} = 0^f,00069.$

2° La nature des eaux limoneuses a obligé à adapter les forces des moulins à vent à des machines, telles que les chaînes sans fin à godets, qui les chargeaient beaucoup, qui étaient sujettes à beaucoup d'avaries et de réparations, ou à des vis d'Archimède sujettes à se déjeter en montant l'eau à une très-petite élévation. Les pompes mettront fin à toutes ces hésitations par la perfection de leur service.

3° L'irrégularité du vent et sa cessation prolongée pendant la saison la plus chaude ont découragé tous ceux qui avaient voulu l'appliquer à l'irrigation. En voyant périr leurs cultures

(1) *Bulletin de la Société d'encouragement*, nov. 1815, p. 533.

malgré les dépenses qu'ils avaient faites, ils n'ont pas tardé à se dégoûter d'un moyen aussi incertain. Pour parer à cet inconvénient, on est entraîné dans la construction d'un réservoir qui puisse emmagasiner la quantité d'eau nécessaire pour pourvoir à ces calmes prolongés. Il faut se rendre compte de ces frais tout à fait indispensables si l'on veut établir l'irrigation sur des bases stables et ne pas compromettre des dépenses faites avec trop de légèreté et sans calculer les résultats.

Si nous prenons le prix de revient des immenses réservoirs destinés à l'approvisionnement de nos canaux, nous trouvons les chiffres suivants :

	Volume d'eau. mèt.	Par mètre cube.
Étang Berthenet.	1,700,000	0f0062
Réservoir de Gros-Bois.	8,516,000	0,0139
— Chazilly.	5,281,000	0,0310
— Cercy.	3,741,171	0,0318
— Pauthier..	1,836,436	0,0178
— Tillot.	598,940	0,0377
Moyenne.		0,0350

Les circonstances locales variables ont rendu les constructions plus ou moins coûteuses. Mais, à circonstances égales, les réservoirs sont d'autant plus chers que leur contenance est moindre et que par conséquent le périmètre des digues est plus grand par rapport à la surface.

Supposons maintenant que l'on ait à construire un réservoir situé en plaine, dont il faille élever les digues au dessus du niveau du sol en prenant les terres à l'extérieur et à la distance moyenne de 34 mètres seulement. Nous le destinons à l'irrigation de 20 hectares de prairies et à contenir l'eau nécessaire à un seul arrosage, qui exige 20,000 mètres d'eau. L'évaporation du mois d'août étant supposée, dans le pays où on le construit, de $0^m,314$, les filtrations étant portées hypothétiquement au double de l'évaporation, nous aurions une perte de $0^m,942$ dans le mois, ou environ un mètre.

Si la filtration était trop considérable, il faudrait garnir la digue en pavé maçonné à la chaux hydraulique ou au moins d'un béton, ce qui augmenterait encore les frais. Nous donnons aux digues 3 mètres d'élévation; l'eau, après les pertes, aura 2 mètres de profondeur. Le bassin devra donc avoir 1,000 mètres de superficie, et, en le faisant carré, $31^{m},6$ de côté et $126,^{m}4$ de périmètre, ce qui, avec les talus, donne un cube de 3,402 mètres de remblais, qui, à 2 fr. le mètre, y compris la fouille, reviennent à 6,804 fr., ou par mètre cube d'eau, $0^{f},34$. Pour arroser régulièrement tous les huit jours 20 hectares de prairies, ou $2_{h},5$ par jour, nous aurions donc, pour réservoir, 6,804 fr., dont l'intérêt à 10 p. 100, ou 680 fr., réuni aux $884^{f},25$ que coûte l'action de cinq moulins à vent de M. A. Durand, propres à produire 10,000 tonneaux métriques d'eau par jour, nous donnerait 1,564 fr., et $0^{f},1564$ pour la valeur d'un tonneau métrique d'eau.

§ II. — De l'eau comme moteur.

Quoique la force de l'eau soit donnée gratuitement par la nature, il est bien rare qu'elle ne soit pas devenue une propriété particulière et qu'on puisse l'obtenir sans l'acheter. Dans les pays les plus avancés en civilisation, les chutes d'eau sont occupées d'avance par des usines, des moulins à blé, et ce n'est que dans les parties éloignées des centres de population, sur les rivières torrentielles descendant des montagnes, ou enfin sur les bords des grands fleuves qui suppléent par leur masse à leur défaut de pente, qu'on trouve le moyen de s'emparer de la force de l'eau sans la payer un prix qui équivaut quelquefois presque à la force que l'on obtiendrait des moteurs animés. Le plus souvent, dans les heureuses positions où l'on peut disposer des chutes, il sera plus avantageux de dériver les eaux par un canal que de les employer à faire mouvoir des machines

hydrauliques qui emploieraient toute leur masse à en élever une petite quantité.

Supposons, en effet, une rivière qui roule un mètre cube d'eau par seconde et qui nous présente une chute de 2 mètres, nous aurons une force de 20,000 kil. qui, avec les machines les mieux construites, pourrait élever 12,000 kil. à un mètre, et seulement 1,200 kil. à 10 mètres. Or, la situation des terrains à arroser dans les pays de montagnes est généralement telle que ce dernier cas se réalisera. Ce sont des plateaux ondulés, assez élevés au-dessus du lit des torrents pour qu'il faille une très grande force pour y porter une petite quantité d'eau. Ici nous n'aurions à disposer que de la 100e partie de la masse qui coule dans le lit du torrent, tandis qu'il arrive presque toujours qu'en prenant l'eau à un point plus élevé on pourrait disposer de toute la masse à bien meilleur marché que par l'établissement d'une machine. La grande diversité des circonstances locales ne permet pas d'assigner un prix à la force de l'eau; mais soit qu'on puisse la conduire de niveau, soit qu'on l'emploie comme force motrice, c'est celle qui est la plus économique, quand on n'est pas obligé d'en payer trop cher la jouissance.

§ III. — De la vapeur.

Quand on dispose d'une grande quantité d'eau qui n'a point ou presque point de chute, il faut bien se décider à l'élever à l'aide de machines, et l'on a reconnu que dans certaines circonstances la force que l'on pouvait leur appliquer le plus économiquement était celle de la vapeur. Ces circonstances sont le bon marché du charbon et une irrigation assez étendue pour que les frais généraux soient réduits dans une très forte proportion.

De grandes étendues à arroser, un réservoir abondant, telles

sont les conditions premières qui créent une spécialité particulière à la machine à vapeur. Nous disons de grandes étendues, parce que, pour une grande comme pour une petite machine, il faut un ou plusieurs machinistes chauffeurs, et que leur salaire constitue une partie d'autant plus notable des frais que la machine est plus faible ; il est évident ensuite que le réservoir où l'on puise l'eau doit pouvoir fournir d'une manière régulière et constante à l'abondant débit de la machine. Cherchons à nous faire une idée du prix de revient de l'eau d'après toutes les données que nous avons posées dans la première partie.

M. de Sainte-Preuve nous a donné le prix de revient du travail des machines à vapeur, en supposant qu'elles consomment soit 4 kilogrammes, soit $2^{k},5$ de charbon par heure et par force de cheval-vapeur. La première de ces consommations est celle que l'on attribue généralement aux machines motrices à détente; mais il assure que, depuis peu de temps, l'on en construit (dans les ateliers de M. Farcot en particulier) qui ne consomment que $2^{k},5$ et même que 2 kil. par heure pour le même travail mécanique. Voici le compte qu'il établit dans les deux cas :

1° *Machine à vapeur de 40 chevaux-vapeur réduite à 30, et travaillant 12 heures par jour pendant six mois.*

PRIX D'ACHAT.

Machine à balancier, avec une chaudière de rechange et ses accessoires.	46000 fr.
Fourneau double, cheminée, maçonnerie.	8000
Machine hydraulique (pompes, etc.).	20000
Bâtiment pour loger la machine et les chauffeurs.. .	4000
	79000

COUT DU TRAVAIL.

Travail journalier : 270 tm. × 30 × 12 =	97200 tm.
Pour six mois.	1739000 tm.

DÉPENSES.

Intérêt à 10 p. 100 du capital d'achat.	7500 fr.
Intérêt à 5 p. 100 du bâtiment.	200
Charbon à 3 fr. 75 c. les 100 kil.; 4 kil. par cheval-heure, 4 × 40 × 12 = 1920 kil. × 3,75 = 72 fr.; pour six mois 72 × 180.	12960
Graisse, huile, mastic, etc., 1 fr. par jour.	180
Gages du chauffeur et des aides.	3000
	23840

COUT DU TM. DE TRAVAIL.

$$\frac{23840}{17739000} = 0{,}00133.$$

2° *Machine à vapeur de 4 chevaux réduite à 3, travaillant 12 heures par jour, consommant 4 kil. de charbon.*

Prix d'achat de la machine.	4500 fr.
Deux chaudières et accessoires.	3000
Maçonnerie, fourneau, cheminée.	3500
Appareil hydraulique.	4000
	15000
Bâtiment pour machine et chauffeur.	2000
	17000

SERVICE DE SIX MOIS.

Travail par jour, 270^{tm} × 3 × 12 =. . . .	9720 tm.
Pour six mois, 9720 × 182,5 = ...	1773900 tm.

DÉPENSES.

	fr.	c.
Intérêts des machines.	1500	»
Intérêts des bâtiments.	100	»
Charbon, 4^{k} × 4 × 12 = 192^{k} par jour, valant 7^{f},20 × 182,5.	1314	»
Graisse, etc.	182	50
Chauffeur.	3000	»
	6096	50

COUT DU TM. DE TRAVAIL MÉCANIQUE.

$$\frac{6096{,}5}{1773900} = 0{,}0031.$$

§ IV. — Comparaison des frais nécessaires pour élever l'eau à l'aide des différentes forces motrices.

D'après tout ce qui précède, le mètre cube d'eau élevé à un mètre revient aux prix suivants :

Par le moyen de la force de l'eau.		?
Moulins de M. Amédée Durand.	Par des vents constants.	0f00069
	Par des vents variables avec réservoir. . . .	0,00156
Machine à vapeur de 4 chevaux.		0,00340
Machine à vapeur à haute pression, de 40 chevaux.		0,00133
Force humaine employée à une roue à godets. . .		0,01490
Force humaine employée à une vis d'Archimède. .		0,01000
Chevaux à une noria.		0,00418

D'après ces données, nous trouvons que l'irrigation d'un hectare de prairie, exigeant pour l'année 10,000 mètres cubes d'eau nous coûtera, selon ces divers procédés :

L'eau élevée à.	1 mèt.	2 m.	3 m.	4 m.	10 m.	20 m.
Par des vents réguliers (moulins Durand).	6f9	13f8	19f7	27f6	69f	138f
Par des vents variables. . . .	15,6	31,2	46,8	62,4	156	312
Machine à vapeur de la force de 4 chevaux.	34,0	68,0	92,0	136,0	340	680
Machine de 40 chevaux. . . .	13,3	26,6	39,9	53,2	133	266
Force humaine à une roue. .	149,0	298,0	437,0	596,0	1490	2980
Force humaine à une vis d'Archimède.	100,0	200,0	300,0	400,0	1000	2000
Cheval à une noria.	41,8	83,6	124,4	167,2	418	836

L'eau conduite par le canal de la Martesane coûte 12 francs par hectare; celle conduite par le canal des Alpines coûtera, d'après la loi, et au prix moyen de 22 fr. l'hectolitre de blé, 42 fr. par hectare.

Ces rapprochements expliquent pourquoi les irrigations obtenues par les machines ne se sont pas étendues et se sont bornées au service des jardins maraîchers, dont le produit brut

était très considérable. Ils prouvent que les grandes machines à vapeur pourraient seules lutter contre les canaux et procurer de l'eau à un prix abordable pour l'agriculture. Mais dans plusieurs circonstances on ne sera pas libre de choisir; on ne pourra pas toujours trouver des différences de niveau convenables pour le tracé des canaux, et cela arrive surtout dans les pays plats où les cours d'eau ont perdu toute leur pente. La masse d'eau suffisante pour alimenter la machine existe alors, mais il faut l'élever au niveau du sol. La machine à vapeur peut offrir la solution de la difficulté où l'on se trouve, et donner l'eau à un prix bien peu supérieur à celui que coûterait l'eau tirée des canaux d'irrigation, pourvu que l'on procède sur une grande échelle.

Il sera d'ailleurs toujours facile, au moyen des données que nous avons fournies, de s'assurer de la convenance de pareilles entreprises. Supposons en effet que l'on puisse obtenir des prairies qui, tous frais déduits, puissent donner 340 fr. de rente par hectare; que la rente ordinaire du terrain privé d'irrigation soit de 170 fr.; que les frais de canaux, de conduits, de nivellement et de non-jouissance pendant la conversion des champs en prés représentent un capital de 700 fr., dont l'intérêt à 4 p. 100 sera de 28 fr.; le bénéfice de la conversion sera représenté par 142 fr. Le tableau suivant indique, dans ce cas, à quelle profondeur de l'eau s'arrête la faculté d'en puiser par les différents procédés; c'est-à-dire celle où se trouve le pair de la dépense et de la recette :

	mèt.
Pour les forces de l'homme.	0,96
Pour les forces de cheval.	3,40
Vents constants.	20,00
Vents variables.	9,10
Machine forte de 4 chevaux	4,20
Machine forte de 40 chevaux.	10,70

AGRICULTURE.

INTRODUCTION.

Nous venons de parcourir une bien longue carrière avant d'arriver au but que nous nous étions proposé. Nos lecteurs auront dû souvent se demander si toutes ces connaissances préliminaires étaient indispensables, et s'ils n'auraient pas pu aborder immédiatement l'étude de l'agriculture, sans passer par de telles épreuves; ils se seront demandé si tant d'habiles cultivateurs qui ont fondé leur réputation et leur fortune sur le succès de leurs entreprises étaient en effet les plus savants, ou si les plus savants auraient mieux réussi qu'eux. Ces questions, nous n'en doutons pas, ont été faites par ceux qui étaient encore étrangers à ces études préalables, et qui s'arrêtaient à la vue de la tâche laborieuse que nous leur présentions, bien plus que par ceux qui avaient le courage de l'entreprendre. Nous répondrons que dans l'exercice d'un art quelconque le savoir n'est qu'un des éléments du succès, mais que cet élément est stérile s'il n'est associé à d'autres qualités d'une aussi grande importance; nous répondrons aussi que ces qualités sans savoir ne conduisent pas davantage au succès.

Ainsi, d'abord, un homme qui est bon administrateur arrivera à de grands résultats en se servant de méthodes imparfaites, comme un habile ouvrier fait des chefs-d'œuvre avec des instruments insuffisants. Est-ce à dire que si l'un

employait de meilleures méthodes et que l'autre fût pourvu d'instruments perfectionnés, ils ne réussiraient pas mieux encore. Mais cet habile fermier qui fait l'admiration de ses voisins en suivant avec talent une pratique toute tracée, que deviendra-t-il si vous le transportez sur un autre sol, dans un autre climat? Combien n'avons-nous pas vu de ces essais de transplantations qui aboutissaient aux plus tristes résultats? Des cultivateurs expérimentés de Picardie sont venus échouer en Sologne, d'autres venus de la Flandre ont été impuissants en Bretagne; il en a été de même de Français, de Suisses, d'Allemands arrivant en Algérie. Mieux eût valu y transporter des hommes tout neufs et sans idées premières que ces habiles gens, habiles sur leurs terrains, dans leur pays, mais d'autant plus inhabiles ailleurs, que leur art était fixé dans leur cerveau à l'état de dogmes immuables. Mais accordez à un homme fortifié par la science les mêmes qualités administratives et pratiques, et les unes n'excluent pas les autres, vous verrez comme il saura modifier ses vues, changer sa culture et l'adapter à sa nouvelle situation, parce que sa nouvelle méthode se fondera sur l'observation des éléments avec lesquels il doit opérer, et que la science lui aura appris à les connaître et à les combiner.

Au commencement de notre carrière agricole, nous avons partagé l'erreur commune; nous avons cru aussi à la souveraineté de la pratique locale. Mais propriétaire de terres situées dans quatre départements différents et dans des conditions très variées, il nous a été impossible de fermer les yeux sur la diversité des résultats agricoles et économiques. Pour nous l'expliquer, pour modifier nos solutions selon cette diversité, il fallait remonter à sa cause. Ici la culture du blé nous coûtait deux fois plus que dans les autres situations; fallait-il en accuser la probité ou la maladresse de nos agents? La ténacité du sol, pendant la sécheresse, augmentait le tra-

vail mécanique nécessaire pour les labours, son humidité pendant la saison pluvieuse diminuait le nombre des jours utilement employés; ces deux circonstances réduites en chiffres nous donnaient pour résultat précisément la perte que nous ne pouvions plus attribuer qu'aux qualités du sol et du climat. Fallait-il continuer à cultiver les céréales dans des conditions aussi désastreuses? Mais il était possible de remédier à la sécheresse par l'irrigation et dès lors l'abandon des méthodes du pays, la conversion de ces terres en prairies était seule convenable. Voilà où nous conduisait l'examen attentif des circonstances agrologiques et météorologiques.

Ailleurs une terre profonde, légère, communiquant inférieurement avec le réservoir souterrain des eaux, mais sujette aux inondations, rendait les récoltes annuelles chanceuses, une plantation de mûriers permettait de profiter des richesses enfouies sous cette couche épaisse. L'examen raisonné de ces circonstances nous conduisit à modifier profondément le système d'exploitation. Les principes de l'agrologie nous auraient révélé toutes ces imperfections et mis sur la voie du remède, sans nous faire passer par de longs tâtonnements.

Et ces problèmes de tous les jours, l'opportunité de marner, de plâtrer le terrain, d'y conduire des engrais carbonés ou azotés, combien ils nous ont longtemps occupé, combien de fausses opérations ils ont occasionnées, jusqu'au moment où, cherchant à pénétrer au fond des questions, nous les avons attaquées par les méthodes scientifiques.

Nous ne craignons donc pas de le dire : les développements auxquels nous nous sommes livré sont autant le fruit de notre expérience que de nos études; ils seront d'autant moins sujets à induire en erreur que nous y avons été conduit par les faits. Si c'est dans le cabinet que nous les réunissons aujourd'hui en faisceau, c'est dans les champs qu'ils ont été étudiés et mis en œuvre. Vingt ans de notre vie ont été consacrés à des recher-

ches agricoles, jusqu'au moment où les événements nous firent un devoir patriotique de nous dévouer à la vie publique; et dès que nous avons pu honorablement reprendre notre liberté, c'est avec bonheur que nous sommes revenu à ces études et à ces travaux qui perdent toute leur aridité et toute leur monotonie quand ils sont animés par le besoin d'observer et de connaître la nature, bien plus encore que par celui d'en assurer les résultats matériels.

C'est parce que nous aurions été heureux de trouver de pareils enseignements au début de notre carrière agricole, que nous nous félicitons des loisirs qui nous permettent d'offrir à nos concitoyens le fruit des méditations de toute notre vie.

La science de l'agriculture enseigne les moyens d'obtenir les produits végétaux de la manière la plus parfaite et la plus économique.

Comme toutes les sciences technologiques elle a deux buts : obtenir le produit le plus recherché et l'obtenir au meilleur marché possible. Prenant la science naturelle qui s'occupe des matériaux de l'art au point où l'ont laissée les besoins de leur simple connaissance, les sciences technologiques ont à l'étendre, à la développer dans ses rapports avec l'application industrielle qu'elles se proposent de faire; et de plus elles doivent les allier aux données de l'économie. Toute science technologique est composée de ces deux termes dont l'un appartient à l'histoire naturelle et l'autre à la science économique.

PARTIE TECHNIQUE DE L'AGRICULTURE.

L'agriculture qui s'occupe de la production des substances végétales prend sa base scientifique dans la phytologie. Cette science naturelle a pour but la connaissance des végétaux, de leur organisation, de leur vie, de leurs espèces. Mais après

avoir achevé cette étude, l'agronome s'aperçoit bientôt qu'elle ne saurait lui suffire, dans les limites que la science pure s'impose. D'abord le phytologiste ne doit négliger aucun végétal ; le plus chétif, le plus rare a pour lui la même importance que le plus grand et le plus répandu. De là, la nécessité d'éviter de s'appesantir sur les détails, de rechercher les caractères qui rapprochent ou éloignent les plantes les unes des autres, et enfin de généraliser ses observations de manière à produire le plus qu'il lui est possible de grands groupes, embrassant les végétaux rapprochés par leur organisation. Plus le phytologiste approche de cette unité et plus son œuvre est parfaite; et il néglige nécessairement les caractères trop individuels qui ne présentent pas d'analogie dans les autres végétaux. Au contraire, l'agriculteur se borne à un petit nombre de plantes; ce qu'il a surtout besoin de connaître ce sont leurs dispositions individuelles, et il leur donne l'attention la plus détaillée. Il recherche pour chacune d'elles ce qui favorise sa germination, l'état d'humidité, de ténacité, de profondeur du sol qui amènent son développement le plus complet, les substances qui concourent à sa nutrition, enfin les effets que les phénomènes extérieurs, les modifications de l'atmosphère exercent sur elle. Ce n'est pas tout encore : souvent l'agriculteur ne vise pas à la production de la plante entière, mais seulement à obtenir une de ses parties, c'est son fruit ou sa semence, ou sa tige, ou sa racine qui est le seul but de sa culture; il cherche à développer cette partie aux dépens des autres, et à produire des monstruosités. Il doit donc étudier avec beaucoup de soin les tendances de la nature à cette production et les moyens de les déterminer.

Ce travail serait immense et impossible pour le phytologiste qui doit s'occuper de toutes les plantes de la création, il doit être superficiel pour des familles et des classes entières, l'agriculteur peut le faire pour des espèces et des variétés.

C'est l'œuvre du géomètre du cadastre comparée à celle du géographe. Cette partie de la science agricole peut être considérée comme un complément de la botanique et de la physiologie des plantes. Nous lui donnons le nom de *phytologie agricole.*

Le phytologiste reçoit ses plantes des mains de la nature, il les étudie sur leur sol natal, et dans les circonstances où elles se trouvent. Ce sol n'est pas toujours le plus favorable à leur existence; c'est celui où le hasard a disséminé leurs graines; elles y croissent souvent au milieu de plantes rivales ou ennemies qui mettent obstacle à leur libre développement. L'agriculteur, au contraire, cherche à mettre ses plantes dans la situation qui leur convient le mieux; il prépare une couche de terre meuble et suffisamment profonde où elles puissent étendre leurs racines; il les entoure des substances destinées à leur servir d'aliments; il les préserve des influences qui leur nuiraient et enfin il les isole en extirpant avec soin toutes les plantes étrangères qui viendraient leur disputer la place et la nourriture. L'état des plantes cultivées est donc tout artificiel, tandis que l'état de nature n'est le plus souvent pour elles qu'un état de gêne, de contrainte, de rapetissement, amené par la guerre et la famine. La plante cultivée et la plante venue spontanément représentent bien la situation respective de l'homme civilisé et de l'homme sauvage.

Mais pour parvenir à produire ces effets, l'agriculteur a dû recourir à des moyens mécaniques pour ouvrir, diviser, ameublir le terrain, c'est ce que nous appelons la culture; et il a dû aussi réunir, préparer, disposer à portée des plantes les substances minérales et organiques qui peuvent servir à leur nutrition, c'est-à-dire les engrais.

Ce n'est pas tout encore, il arrive souvent que deux ou plusieurs espèces de plantes ne peuvent vivre à la fois sur le même sol, sans se porter un préjudice qui égale le bénéfice que l'on

peut attendre de la simultanéité de leur culture; il arrive que l'époque de la maturité d'une plante peut être telle qu'on puisse lui faire succéder immédiatement une autre plante, enfin que certaines plantes aspirent et retiennent plus abondamment que d'autres les éléments nutritifs répandus dans l'atmosphère; l'art inconnu aux phytologistes et qui appartient en propre à l'agriculture, de déterminer les convenances de ces associations, de ces successions de plantes, l'art des assolements est donc une partie essentielle de la science agricole.

L'ensemble de ces notions qui ont pour but la connaissance des plantes, de la culture et de l'alimentation qui leur convient, de l'ordre dans lequel elles doivent s'associer ou se succéder dans les champs, est ce que nous appelons la *technique de l'agriculture.*

PARTIE ÉCONOMIQUE DE L'AGRICULTURE.

Obtenir les produits agricoles à des conditions telles qu'en soustrayant le chiffre des dépenses de celui des recettes, le reste soit le plus élevé possible. Voilà à quels termes peut se réduire la question économique.

Ce résultat peut s'obtenir de plusieurs manières : 1° En s'attachant à produire des marchandises d'une qualité supérieure et d'un prix élevé; 2° en cherchant à produire une grande masse de marchandises d'un prix peu élevé, compensant l'infériorité du prix par la quantité des produits; 3° en réduisant les frais de production.

La qualité supérieure des produits, susceptible d'être appréciée et payée par les consommateurs, résulte nécessairement de ce que cette nature de produits ne peut pas être créée indéfiniment et qu'elle constitue une espèce de monopole qui vient ou de propriétés particulières du sol ou du climat, ou

d'une culture compliquée, et d'une habileté peu commune nécessaire à ceux qui se livrent à la production; ou enfin de lois prohibitives qui resserrent la production dans certaines limites. Les vins fins, par exemple, sont dans la première catégorie des monopoles; la culture des jardins maraichers peut se ranger dans la seconde; la culture du tabac dans la troisième. Il ne dépend pas toujours des cultivateurs de pouvoir prendre part à ces riches cultures, ils en sont souvent empêchés par des circonstances indépendantes de leur volonté. Cependant on a vu des hommes habiles surmonter les difficultés du sol et du climat, et élever le prix de leurs produits par des procédés et des soins que le vulgaire ne peut pas s'imposer; mais c'est une carrière dangereuse dans laquelle on risque d'échouer; il arrive souvent que la masse des acheteurs est incapable d'apprécier à leur juste valeur ces perfectionnements, qu'il faut faire aussi leur éducation avant de les leur faire goûter et que l'améliorateur succombe sous le poids de son entreprise avant d'avoir atteint son but. C'est ce qui est arrivé à ceux qui voulaient porter à un haut degré de perfection les races de bestiaux, les laines, etc., dans les pays où l'on faisait peu d'usage de viandes grasses et de qualités superfines de lainages. Mais on a vu aussi des hommes doués d'une grande persévérance dans leurs vues et d'une capacité remarquable arriver à des résultats très importants, en cherchant à pousser leurs produits dans la voie d'une amélioration progressive.

Le plus grand nombre a préféré viser à l'abondance des produits. Ce genre de spéculation n'exige ni une capacité spéciale, ni des acheteurs exceptionnels. Il suffit pour réussir d'accroître le capital consacré aux cultures et de savoir en surveiller l'emploi. On ne court pas ici la chance de se tromper en se frayant sans guide une route nouvelle; on ne risque pas de voir le mérite de ses produits méconnu; on ne court que les chances ordinaires et communes de l'agriculture

générale, celles qui résultent de l'inclémence des saisons. C'est donc la spéculation la plus sûre tant que les marchandises de qualité commune trouvent un écoulement. Mais il arrive un point où il y a saturation du marché, et alors c'est le moment de savoir se replier sur un autre genre de produits, ou d'adopter quelque mode de perfectionnement qui favorise la vente de celui que l'on a adopté.

Enfin on a cherché à obtenir une balance favorable dans les résultats de la culture en réduisant les frais de production. Ces frais se composent de trois termes : 1° le loyer ou rente de la terre ; 2° les cultures mécaniques ; 3° les engrais.

Dans les pays où toutes les terres sont appropriées, leur rente est égale au produit qu'elles donnent en sus des frais de la culture telle qu'elle est exécutée dans le pays [1], c'est-à-dire qu'elle représente la valeur de l'engrais naturel que les plantes peuvent retirer du sol et de l'atmosphère sur un terrain donné. Ce qui excède cette valeur dans la grande variété de prix de fermage que l'on trouve partout, n'est en réalité que le paiement d'une quantité de vieil engrais existant dans le sol, et doit entrer dans la valeur de l'engrais lui-même dont nous allons parler plus loin. L'économie ne peut guère s'exercer sur la rente qui a un prix bien déterminé dans chaque pays, et ce n'est que par exception qu'on trouve des propriétaires négligents ou ignorants de la valeur de leurs fonds, des terres qui ont été mal exploitées, et dont les qualités sont méconnues. Sans doute on peut profiter de ces circonstances particulières, mais elles ne peuvent pas entrer dans la règle générale : nous admettons donc que la rente est une quantité constante, et qu'il ne nous est pas donné de faire varier.

Restent alors les frais de culture et les engrais sur lesquels nous pouvons agir pour diminuer le prix de revient des pro-

(1) *Voir* tome I^er^, 2^e^ édit., pages 405 et suivantes.

duits. Il y a sans doute quelque chose à faire sur les premiers. Les moyens mécaniques de l'effectuer peuvent être vicieux; on se sert peut-être de mauvaises charrues; on ignore l'usage des instruments perfectionnés qui emploient utilement toutes les forces dont on dispose; le choix de ces forces elles-mêmes peut être mauvais; on fait peut-être trop d'usage des bras de l'homme; les animaux sont trop peu vigoureux, de mauvaise espèce, etc. Le prix de revient de leur travail mécanique est peut-être trop élevé, parce que leur régime est mal entendu. En suivant les principes que nous avons indiqués dans la mécanique agricole, ceux que nous enseignerons plus tard dans la partie de ce travail qui traite des cultures, enfin en se conformant aux règles prescrites par la zootechnie, on ne peut manquer d'obtenir le maximum d'effets avec le minimum de dépenses.

Mais si nous croyons qu'on peut obtenir des économies sur la manière d'opérer les cultures en suivant les bons principes, nous nous garderons de chercher à en obtenir sur la nature et l'intensité de ces cultures elles-mêmes. Il est un certain degré de perfection qu'il faut atteindre dans ce genre, sous peine d'en être puni par une forte diminution dans les produits. Les plantes exigent, selon les espèces, une profondeur de labour, un ameublissement de sol qu'on ne peut leur refuser sans mettre à leur végétation des obstacles qui les empêchent d'atteindre les engrais naturels et artificiels disposés dans le sol, sans causer à leurs organes des fatigues inutiles. Ainsi nous improuverons formellement toute culture laissée imparfaite pour obtenir des économies; nous croyons qu'elles tourneraient contre le but que se propose le cultivateur, et que la réduction produite dans la récolte serait beaucoup plus considérable que celle que l'on obtiendrait dans les dépenses.

Ainsi, quand les cultivateurs d'une contrée auront adopté les mêmes instruments et les mêmes méthodes de culture, les

frais de culture deviendront aussi une quantité constante pour chaque nature de terrain, et il n'y aura plus à opérer que sur les engrais.

Une foule de circonstances agissent sur le prix des engrais. D'abord celles qui sont intérieures et propres à chaque exploitation, et qui dépendent de l'aptitude plus ou moins grande du sol à produire de l'herbe, du genre d'animaux auxquels on la fait consommer, et de la manière plus ou moins avantageuse de tirer parti de leurs produits; je ne parle pas du mode de préparation des engrais qui dépend de la capacité agricole de l'exploitant, capacité qui peut être acquise par tous ceux qui veulent connaître les ressources de l'art. Puis viennent les circonstances extérieures, le voisinage des grandes villes, des pays d'herbages, des routes fréquentées. Il suit de tous ces faits, que le prix des engrais est presque partout différent, qu'il y a des exploitations où il est très cher, d'autres où il est à très bas prix; qu'en outre leurs effets produisent une valeur très variable selon qu'ils sont employés à telle et telle culture[1]; c'est donc sur les engrais que peuvent se tourner toutes les combinaisons économiques de la ferme.

Après avoir perfectionné tout ce qui concerne leur fabrication, après avoir comparé leur prix réel résultant du dosage de leur ammoniaque, au prix des engrais que l'on peut acheter, le premier usage que l'on doit faire des connaissances agrologiques acquises, c'est de combiner le système de culture que l'on veut suivre, de manière à ce que l'engrais puisse s'appliquer aux plantes qui le paient au plus haut prix. Nous verrons, en parlant de ces systèmes, que, tout en continuant à produire l'engrais à aussi bon compte, il n'est pas toujours facile d'arriver à ce résultat; mais nous devons pour le moment laisser ces considérations de côté pour énoncer des principes généraux.

(1) *Voir* tome I^er^, p. 677, 1^re^ édit.; p. 616 et suiv., 2^e^ édition.

Ayant arrêté d'après ces bases le système de culture que l'on veut suivre, il reste, pour décider la question économique de l'usage des engrais, à comparer leur prix de revient avec les résultats que l'on doit en attendre. Ainsi, soit le kilogr. d'azote de l'engrais revenant au prix de 1^{f},50 et produisant en deux récoltes 10,8 kil. de blé, ce que nous avons obtenu dans les terres fraîches, l'engrais sera donc payé par la récolte à 2^{f},45 le kil. d'azote; le blé étant à 17 fr. l'hectolitre (22^{f},70 les 100 kil.). Si, au contraire, nos terres sèches ne produisaient que 3^{k},60 de blé, le kilogramme d'azote ne serait payé que 0^{f},82, et il y aurait perte à se servir de l'engrais. Dans le premier cas, il faut employer le fumier au *maximum*, c'est-à-dire autant que la récolte peut en consommer en reproduisant sa valeur; dans le second, il faut le destiner à d'autres cultures qui le paient plus libéralement, et se contenter pour le blé de la fertilité naturelle du sol et des dons de l'atmosphère, ainsi que des restes d'engrais provenant de cultures antérieures qui ont déjà soldé une grande partie de sa valeur.

Ainsi, dès que les produits provenant de l'addition d'engrais dépassent en valeur le prix d'achat ou de production de cet engrais, la culture devient d'autant plus riche qu'on en augmente la quantité. En effet, dans la balance des dépenses et des produits, nous avons, d'un côté, le loyer et les frais de culture, de l'autre côté le prix des récoltes obtenues. Supposons que ces deux quantités soient égales, si nous ajoutons, d'un côté, la valeur des engrais appliqués à la culture, et que chaque portion de ces engrais ajoutée amène dans l'autre terme de l'équation, l'addition d'un supplément de récolte d'une valeur plus grande que celle de la portion d'engrais qui la produit, il en résulte nécessairement que le second terme surpassera d'autant plus le premier, et par conséquent que la recette surpassera d'autant plus la dépense qu'il y aura de plus grandes masses d'engrais ajoutées au premier terme.

La science de l'économie en fait d'agriculture tient donc à connaître la valeur des engrais, et à les appliquer aux cultures qui donnent des produits correspondants supérieurs à cette valeur, et ensuite à les appliquer dans la plus grande proportion possible, jusqu'à ce que les plantes saturées, cessent de payer les nouvelles parties que l'on ajouterait à un prix supérieur à la valeur des engrais. On ne saurait trop le dire, c'est dans cette saine appréciation que réside un des principaux secrets des exploitations productives.

Mais les engrais proprement dits sont loin d'être les seules conditions de la vie facile des plantes. Il y a telle circonstance de terrain qui annule les effets du fumier en gênant leur développement, et leur impose une existence pénible et maladive. Le meilleur régime ne profite en rien à des tempéraments débiles et souffrants.

Le premier de ces obstacles, c'est l'humidité excessive du terrain : c'est donc à son desséchement qu'il faut d'abord s'attacher par les saignées, ainsi qu'il est indiqué dans la partie qui traite des amendements (1er volume); le second, c'est le manque de l'humidité nécessaire, à laquelle il faut suppléer, s'il est possible, par l'irrigation ; enfin le troisième, c'est le défaut de profondeur du terrain, qui est combattu, quand cela se peut, par les cultures profondes, qui remédient aussi jusqu'à un certain point à l'excès d'humidité et de sécheresse. Nous avons vu souvent des terrains doubler de valeur par l'emploi de l'une de ces améliorations; nous en avons trouvé qui ont décuplé et centuplé. On peut, au moyen d'une bonne culture dans des terrains sains et bien conditionnés, augmenter progressivement sa fortune; mais ce n'est que par l'amendement des terres dont la valeur était négligée ou méconnue, par leur desséchement, leur irrigation ou leur défoncement, que nous avons vu faire des fortunes rapides et multiplier en peu de temps le capital qui était affecté à ces opérations. La raison en est sim-

ple : dans les terres dès longtemps cultivées et mises en valeur, le loyer atteint à peu près son taux véritable; l'on ne peut donc bénéficier que sur l'excédant de valeur des produits sur les engrais : or ce bénéfice est limité par la concurrence et par le refus des plantes d'absorber une quantité illimitée d'engrais. Mais quant aux terres négligées, leur valeur est incertaine ; on n'en profite le plus souvent que sous le rapport des herbes qui y croissent spontanément; et on sait que dans les terrains humides ou trop secs toutes les herbes croissent mal et d'une manière intermittente. Quand donc on parvient à élever ces terres au niveau des terres cultivées, c'est presque toute leur valeur capitale que l'on gagne, et non pas seulement l'intérêt de cette valeur, surtout quand les frais de l'amendement, comme cela arrive. sont fort inférieurs au capital obtenu.

La question économique se présente donc sous deux faces ; comme réduction des dépenses, ce qui arrive par le perfectionnement des procédés employés à la culture et par la suppression des façons inutiles ; comme accroissement des recettes, qui s'obtient par l'application d'engrais plus abondants, par l'occupation de terres dont la rente est très faible, et qu'avec des travaux d'amendements on peut porter à une plus haute valeur, le prix du loyer restant le même.

Pour ne pas s'exposer à des répétitions superflues, l'enseignement économique devra se mêler nécessairement avec l'enseignement technique. Ainsi, à propos des labours, nous préférons tout de suite, après l'indication des instruments usités, traiter des réformes économiques dont ils nous semblent susceptibles, plutôt que de renvoyer ces considérations à une autre partie qui serait séparée de la première par un long espace; en traitant de chaque plante, nous groupons de même tout ce qui concerne la technique et l'économie des procédés qui s'adaptent à leur culture.

Mais ce n'est pas tout de connaître l'ensemble et les détails

des méthodes à employer pour l'exploitation agricole. Ces procédés doivent être mis en action par des agents intelligents. Le haut fourneau construit, la mine trouvée, les conditions économiques générales de l'exploitation indiquées par l'ingénieur, il faut encore le directeur de l'usine, qui applique ces règles à sa situation propre, qui en dirige et en régularise les mouvements journaliers. L'agriculture n'est en réalité autre chose que l'exploitation d'une fabrique dans laquelle les substances diverses servant de matériaux se transforment en matières susceptibles d'échange. La terre, c'est le local de la fabrique; les divers éléments organiques et inorganiques qui entrent dans la composition des plantes, soit qu'ils y préexistent, soit que nous les y déposions, s'y combinent à la suite d'opérations mécaniques, comme les métaux en fusion se mêlent dans le fourneau et forment des alliages. Dans la ferme comme dans l'usine l'intelligence de l'homme détermine les conditions de l'opération. C'est ce que l'on appelle proprement l'administration de l'entreprise. L'administration est une condition importante du succès de l'agriculture comme de la prospérité de la fabrique. Cela est tellement vrai que, comme nous l'avons déjà dit, une bonne administration fait prospérer une industrie établie dans des conditions médiocres, et une mauvaise administration parvient à annuler les avantages des meilleures conditions. C'est cette œuvre de direction et d'administration qui forme la troisième partie de notre sujet.

Nous pouvons maintenant présenter dans ce tableau la série des questions que nous aurons à traiter pour remplir le cadre entier de la science agricole.

Ainsi, deux divisions générales : 1° technique et économie de l'agriculture; 2° administration de l'agriculture.

1° La technique de l'agriculture, réunie à son économie, contiendra d'abord les moyens de préparer le laboratoire des opérations, qui est la terre. C'est ce que nous comprendrons

sous le titre général de *culture mécanique*. Nous passerons ensuite aux soins à donner à chacune des plantes admises dans l'exploitation, soins qui résultent de l'examen de ses mœurs, de ses besoins, des usages que l'on peut faire de la plante entière ou de quelques-unes de ses parties; c'est ce que nous nommerons la *phytologie agricole*. Nous rechercherons ensuite quelles limites les cultures et les dispositions physiologiques des plantes assignent à leur retour sur le même terrain, et à leur succession entre elles; c'est la *théorie des assolements*. Enfin nous considérerons les convenances locales et économiques qui doivent nous faire préférer certains genres de plantes, et nous engager à en bannir d'autres de l'exploitation : en un mot, qui donnent un caractère spécial à nos cultures; c'est ce que nous appellerons *système d'exploitation*.

2° L'administration agricole exige d'abord le choix d'un homme chargé de la diriger, d'agents pour le seconder : ils sont la tête et l'intelligence de l'entreprise. Puis viennent les forces dont ils doivent disposer ; le capital employé en amélioration du fond, à l'achat des instruments et des animaux ou des machines dont la durée est de plusieurs années, et que l'on appelle capital de cheptel; celui destiné aux dépenses faites dans l'année, ou capital circulant; l'application raisonnée et le meilleur usage à faire de l'un et de l'autre ; et enfin la récapitulation numérique des opérations de l'entreprise, qui en fait connaître les résultats économiques, et dont la comptabilité agricole trace les règles.

TECHNIQUE ET ÉCONOMIE AGRICOLE.	Culture.
	Engrais (application des).
	Phytologie agricole.
	Théorie des assolements.
	Système d'exploitation.
ADMINISTRATION DE L'AGRICULTURE.	Direction de l'entreprise agricole.
	Capital.
	Comptabilité.

PREMIÈRE PARTIE.

DE LA CULTURE.

Sous le nom de culture mécanique, nous comprenons les opérations qui ont pour but d'ameublir le sol, pour faciliter le développement des racines des plantes qu'on lui confie, de lui incorporer les engrais et de le purger des plantes inutiles ou nuisibles.

Nous supposerons que la culture d'un terrain aura toujours été précédée de l'application complète des principes décrits dans le tome I^er^ au titre des amendements, c'est-à-dire que l'on aura fait tout ce qui était nécessaire pour le mettre dans cet état moyen d'humidité, de chaleur, de ténacité, qui convient aux végétaux dont on veut retirer un produit. Ces soins constituent, en général, des opérations capitales durables, et qui ne se renouvellent que de loin en loin. On a saigné la terre par des tranchées couvertes ou par des fossés ouverts pour en faire écouler l'humidité superflue; on a cherché à lui amener des eaux d'irrigation pour remédier à son état de sécheresse; on a créé, s'il en était besoin, des haies et des abris pour la garantir des vents froids; on a modifié sa ténacité au moyen des colmates ou des transports de terre. On doit exécuter résolument chacune de ces opérations quand ses résultats économiques sont possibles; car chacun des défauts qu'il s'agit de corriger influe gravement sur le succès de la culture. Quelle pitié de penser que telle terre, après avoir été desséchée, rapporte le double de ce qu'elle produisait dans son premier état, et que depuis des siècles on s'obstine à laisser des terrains tout pareils dans un état complet d'improduction !

Après avoir donné à la terre toutes les qualités physiques qui peuvent la rendre susceptible d'une culture plus facile et la soustraire aux influences qui s'opposent à toute bonne végétation, il faut observer ce qui se passe pendant la vie des plantes, afin de les mettre dans les situations qui leur sont le plus favorables. La semence doit trouver un terrain disposé à faciliter sa germination, et, pendant sa croissance, elle doit pouvoir y puiser librement les sucs nécessaires à sa vie et à son développement. Quand les semences sont disséminées sans le secours de l'art, elles peuvent tomber sur une terre durcie qui ne permette pas à leur radicule de s'y enfoncer librement; elles peuvent trouver le terrain occupé par d'autres plantes déjà maîtresses du terrain, et qui en disputent l'espace et les sucs à ses racines. Enfin si la semence tombe sur les feuilles sèches des forêts, sa radicule s'insinue au-dessous de leur couche, et alors, au milieu de ces corps hygrométriques et à l'abri de leur ombre, elle germe et pousse avec facilité, pourvu qu'elle ne soit pas ensuite privée de lumière et de nourriture par les cimes et les racines des arbres qui lui ont fourni son premier berceau.

Ainsi, les semences spontanément disséminées rencontrent de grands obstacles pour devenir des végétaux parfaits, et on a remarqué combien peu échappent à ces nombreuses causes de destruction. Combien peu de chênes, par exemple, proviennent de l'immense quantité de glands produits par un seul arbre! Quand nous voulons obtenir le succès de toutes nos semences, nous devons donc les mettre dans les conditions que nous reconnaissons les plus favorables à leur germination, et ensuite les préserver des obstacles que nous venons de signaler, et qui s'opposent à leurs progrès.

En général, les semences ont besoin d'obscurité et d'humidité pour germer; d'espace, de lumière et de sucs nutritifs pour se développer. A l'imitation de ce qui se passe dans la

nature pour les semences qui tombent sur les couches de feuillages, on a proposé de les placer sur des couches de paille qui leur procureraient un abri, de l'humidité, et plus tard les éléments de leur nutrition. Mais comme cette masse de débris végétaux dépasserait celle que l'on pourrait obtenir par la culture, comme d'ailleurs les plantes adventives en profiteraient comme les plantes cultivées, on a bientôt reconnu que ce procédé était impraticable.

A défaut de corps aussi hygroscopiques que la paille et les feuilles mortes, qui ne se rencontrent que dans des cas exceptionnels, on a dû recourir à un procédé plus général : on a recouvert les semences d'une couche de terre. Nous avons vu, dans la météorologie (tome II, page 114), qu'à la haute température de 23 à 24 degrés, l'évaporation de la terre est en quatre jours d'environ $\frac{1}{6}$ de l'évaporation de l'eau. Nous trouvons aussi (tome II, page 294) qu'à Paris et à Orange les intervalles moyens des pluies sont, dans la saison des semis (avril, septembre, octobre), de trois à quatre jours, qui séparent des pluies de la durée de deux à trois jours ; nous avons vu qu'avec la haute température de l'été la terre n'est desséchée qu'à $0^m,003$ de profondeur après avoir été imbibée par la pluie (tome II, page 114), et que par conséquent cette humidité se conserve plus longtemps dans les autres saisons. Ainsi, à moins d'intempéries, on peut être certain que la semence trouvera en terre, pendant la durée de sa germination, et à une profondeur proportionnée à cette durée, l'humidité qui lui est nécessaire; elle y trouve de plus l'obscurité : on aura donc placé la semence dans la position qui lui est le plus favorable en la recouvrant de terre.

Mais après la germination, le plumule de la plante cherche la lumière en écartant les molécules de terre qui la recouvrent, puis sa racine s'enfonce dans le sol inférieur; pour qu'elle accomplisse ces deux actes avec facilité, il faut que la ténacité

du sol ne lui oppose pas d'obstacles; ensuite, pour qu'elle profite de tous les sucs répandus dans le sol, toutes les plantes étrangères doivent être préalablement détruites.

Ce n'est pas tout encore, la terre par son hygroscopicité est un réservoir qui tient l'eau en réserve pour les besoins de la plante; mais il faut que celle qui dépasse ses pouvoirs hygroscopiques ne séjourne pas à son pied, car cette eau stagnante entre les particules de terre, privée bientôt de son oxygène, deviendrait pour les racines une cause de destruction.

D'un autre côté, il ne faut pas perdre de vue que cette eau devient nécessaire à la plante quand l'évaporation a desséché la couche superficielle du terrain. Le moyen de la tenir en réserve sans nuire à la végétation, c'est d'approfondir les labours de sorte que l'eau pluviale puisse se répartir sur une assez grande masse de terre pour qu'elle ne produise jamais l'inconvénient d'une trop grande humidité, et qu'elle ne soit pas perdue pour les plantes qui la puisent par l'extrémité de leurs racines jusqu'au fond de la couche meuble.

Enfin, pendant le cours de leur végétation, il faut quelquefois couvrir de terre les tiges elles-mêmes, soit pour les préserver du froid, soit pour maintenir la fraîcheur à leur pied, soit pour procurer le développement de nouveaux bourgeons et la création de nouvelles racines au-dessus de la première couronne. C'est ce que l'on pratique par le moyen du butage.

Ainsi, extirpation de plantes étrangères à la culture, défoncement et ameublissement du sol, butage : telles sont les différentes opérations qui constituent la culture mécanique, et qui se font successivement et simultanément. La première œuvre se donne sur un terrain durci et battu par les pluies et le piétinement des animaux, ou par le tassement successif que lui a fait éprouver la privation prolongée de toute culture : c'est ce que l'on nomme le défrichement. En l'opérant,

on détruit aussi les plantes venues spontanément et qui s'étaient emparées du sol; puis viennent les œuvres d'ameublissement, pour diviser les mottes qui avaient été produites par le défrichement; à celles-ci succède l'œuvre de la semaille; puis les œuvres de nettoiement, pour détruire les plantes adventices qui poussent au milieu des semis; et le butage, quand il doit avoir lieu, qui en entassant la terre au pied des plantes, contribue aussi au nettoiement. Arrivent enfin les travaux de récolte, qui exigent aussi le remuement de la terre, quand on veut extraire les plantes avec les racines. Tels sont les différents travaux de la culture mécanique dont nous allons parcourir la série.

CHAPITRE Ier.

Des défrichements.

Section Ire. — *Opportunité des défrichements.*

Quand on a un terrain dont on peut librement disposer, et qui n'est soumis à aucune de ces servitudes légales instituées dans un but plus ou moins fondé d'utilité publique, on n'a plus qu'à se demander si l'opération sera avantageuse ou non.

Pour résoudre la question d'opportunité, nous supposerons d'abord qu'il s'agit du défrichement d'un bois, puis d'un terrain en landes, friche ou pâturage.

Le bénéfice que l'on doit retirer du défrichement d'un bois se compose du prix de la vente du bois et des racines, et de la valeur capitale correspondant à la valeur des récoltes annuelles que l'on peut espérer, on en déduit le prix de la terre à l'état de bois, et la main-d'œuvre nécessaire pour le défrichement. Or, tous ces termes sont variables. Ainsi, le prix du bois sur place peut ne représenter que la valeur nette de la

potasse qu'il contient, si le bois est situé loin des centres de consommation et s'il est privé de voies de communication, tandis que, dans des circonstances contraires, il peut avoir une valeur assez grande pour couvrir même le prix d'achat de terrain et la main-d'œuvre. Nous avons vu, lors des défrichements de bois en 1831, des acheteurs en abandonner la dépouille et les récoltes de trois ans à des ouvriers qui se chargeaient du défrichement, et payaient en outre une rente égale au prix d'achat lui-même; mais ceci se passait dans un pays où le bois était rare et les communications faciles. Le prix de main-d'œuvre ne varie pas moins que celui du bois, et par exemple, aux États-Unis, ce n'est que la rare fertilité des terrains qui peut en expliquer le défrichement.

Quant aux produits que l'on peut se promettre des récoltes successives, l'état de la végétation du bois, quand il n'a pas été dégradé par une mauvaise administration, indique bien la fertilité proprement dite du sol. Nous supposons que la superficie que l'on se propose de défricher est couverte de bois aménagés.

Connaissant le produit P d'une coupe; pour déterminer la valeur du fonds de terre exploité en nature de bois, il faut considérer que ce produit doit représenter, 1° la somme des rentes annuelles r que l'on retire du sol pendant la durée n de l'aménagement; 2° celle des frais de régie f que l'on débourse pendant ce même temps; 3° la somme de l'intérêt composé de $r+f$ pendant le nombre d'années n. Soit $r+f=x$, le taux de l'intérêt de l'argent égal à q pour franc. Nous aurons la valeur de x au moyen de cette formule :

$$x = \frac{q\,\mathrm{P}}{(1+q)^n - 1}$$

Soit maintenant $\mathrm{P} = 600$ fr.; l'intérêt de l'argent $q = \frac{4}{100}$ ou 4 p. 100, et la durée de l'aménagement $n = 25$ ans;

nous aurons :

$$x = \frac{\frac{4}{100} \times 600}{\left(1 + \frac{4}{100}\right)^{25} - 1}.$$

Nous trouvons que

$$\left(1 + \frac{4}{100}\right)^{25} = 2{,}665,$$

et par suite le terme du diviseur $(1 + q)^n - 1 = 1{,}665$. Alors

$$x = \frac{\frac{4}{100} \times 600}{1{,}665} = 14^{f},44.$$

Cette valeur de x doit être diminuée des frais annuels f pour qu'on ait la véritable rente r. Soit $f = 5$ fr.; alors $r = 9^{f},44$. Maintenant, si les terres se vendent dans le pays à un taux tel que la rente représente le $\frac{3}{100}$ du capital, le prix du fonds sur lequel aura crû la coupe sera de 314 fr. 33 c.

Si le bois n'était pas aménagé, s'il ne consistait qu'en arbres isolés, en broussailles, en genets, on ne pourrait calculer sur ses produits annuels qu'au moyen de comptes très bien tenus, qui n'existent pas le plus souvent, et il faudrait recourir alors, comme pour les terrains entièrement nus, à d'autres éléments d'évaluation. Voici ceux qui présentent les résultats les plus certains.

On peut défricher sans hésitation si le terrain s'enherbe de telle façon que chaque hectare nourrisse une bête à laine dont la toison atteigne au moins le poids de $2^{k},5$; si l'on y fait des agneaux gras; si les brebis y acquièrent la valeur de 50 kil. de blé, si enfin les essais de défrichement semés en prairies artificielles produisent 3,700 kil. de foin.

Mais on se tromperait beaucoup si l'on pensait que l'absence de ces caractères exclut complétement la possibilité de défricher avec succès. Ainsi, 1° un pâturage trop chargé de moutons finit par donner très peu d'herbe, quoique ayant une fertilité très supérieure à son produit apparent. Dans ce cas,

les animaux arrachent les meilleures plantes, et les mangent jusqu'à la racine; ou bien, par une tonte trop répétée, ils produisent sur elles le même effet que le jardinier produirait par la taille pour rendre les arbrisseaux nains. Les mêmes gazons préservés de la dent des moutons reprennent peu à peu leur dimension première. Les propriétaires des pâturages des Alpes, qui en ont abusé longtemps en les couvrant d'un nombre excessif de moutons, ont fini par apprendre à leurs dépens la nécessité de mettre ces pâturages fatigués en réserve pendant quelques années, et d'éviter pour l'avenir une telle surcharge d'animaux. Les pâturages communs, ceux qui avoisinent les fermes, paraissent aussi dans cet état apparent de maigreur. Il y aurait donc égal danger, quand on délibère sur la mise en culture de pareilles terres, à se rebuter sur les apparences, ou à les défricher sur des présomptions trompeuses. Enfin, dans certains cas, le terrain ne produit aucune végétation spontanée par certains effets de la nature du sol et du climat. Nous avons des terrains paludiens calcaires qui ne fournissent jamais d'herbes, et qui sont de qualité supérieure, parce qu'ils sont frais et faciles à cultiver. Deux conditions peuvent nous déterminer à convertir les terrains incultes en terres arables :

1° S'ils offrent une matière facile à traiter, qui demande peu d'amendements, dont la culture ne soit pas coûteuse, et où l'on puisse réaliser avec avantage le prix des engrais que l'on y dépose ;

2° Si la richesse acquise du terrain permet d'y obtenir plusieurs récoltes qui compensent les frais d'exploitation et la perte que l'on aura à subir sur sa valeur quand on aura enlevé cette richesse.

Pour reconnaître si la première condition existe, on examine la profondeur du sol, afin de constater si elle est suffisante pour le maintenir exempt d'humidité et de sécheresse, on

en détermine la nature pour savoir s'il lui manque quelque élément important qu'il faudrait lui fournir à grands frais, tel que la chaux, ou s'il ne renferme pas une trop grande proportion des principes nuisibles à la végétation, tels que le sel; enfin on constate sa ténacité, qui a une si grande influence sur le prix des labours, et on calcule, d'après les faits reconnus, la valeur réelle du terrain, selon les principes que nous avons établis dans la septième partie de notre premier volume [1]. Nous ne conseillerons jamais le défrichement de terrains qui ne donneraient pas un produit net d'au moins 30 fr. par hectare. On peut en faire quelque chose de mieux que des terres labourables.

Si le terrain ne vaut pas la peine d'être défriché, et qu'on ne puisse y faire croître avec un peu de soin un pâturage abondant, on peut, dans le plus grand nombre de cas, le convertir à peu de frais en bois plus productif que la lande qui s'y trouvait. C'est la spéculation qui réussit le mieux dans les terrains pauvres, et la Sologne, le Maine sont aujourd'hui couverts de beaux bouquets d'arbres verts qui offrent de grandes ressources aux exploitations.

Quant à la seconde condition, la richesse acquise du sol, on la constate de plusieurs manières; si le sol est couvert de gazon par l'épaisseur du tissu de ses racines; si ce tissu descend à $0^{m}06$ au-dessous de la surface, on peut compter sur une grande fécondité pour plusieurs années, et d'autant plus grande que ces racines forment un réseau plus serré. Si le terrain n'est pas gazonné, mais qu'il paraisse bon et garni de terreau, on fera l'analyse de l'azote, et, s'il en contient 3 ou 4 dix millièmes de son poids, on pourra le regarder comme riche et devant donner de bons résultats par son défrichement.

Enfin tout terrain, de quelque nature qu'il soit, sur lequel

(1) *Voir* surtout les formules de la page 405 et suiv. de la 2e édit. de notre premier volume.

on peut amener des eaux d'irrigation, est par cela même propre à la culture, et ne peut être abandonné sans dommage à la vaine pâture et à la production des plantes spontanées.

Telles sont les données sur lesquelles on peut baser la convenance d'un défrichement. Nous allons maintenant faire connaître les procédés à employer pour l'opérer et les frais qu'il exige. Ces frais sont, en effet, une déduction à faire sur le fonds capital du terrain.

SECTION II. — *Des différents modes de défrichement.*

Les défrichements peuvent se classer d'abord en deux grandes divisions, ceux qui n'emploient que des moyens mécaniques par lesquels on purge la terre des racines ligneuses, en enterrant et abandonnant à l'effet de la putréfaction les autres matières végétales; et ceux qui emploient le feu pour réduire ces matières en cendres, et mettre la partie de leurs éléments que l'on peut saisir par cette opération dans un état de solubilité tel qu'ils puissent entrer immédiatement en action pour l'alimentation des végétaux cultivés. En un mot, le défrichement sans écobuage ou avec écobuage:

Le défrichement sans écobuage doit être profond ou superficiel, selon qu'on veut cultiver des plantes arbustives ou à racines plongeantes, ou des plantes herbacées et à racines superficielles. Le défrichement est dit profond s'il dépasse $0^m,33$ de profondeur ; il est dit superficiel quand il n'atteint pas cette limite. Le défrichement avec écobuage est toujours superficiel, parce que les cendres qu'il produit seraient comme perdues, si elles étaient mêlées à une trop forte couche de terre. On distingue deux opérations dans le défrichement, savoir : le défrichement proprement dit, qui consiste à faire disparaître les végétaux ligneux et durs de la surface, et le défoncement

qui consiste à ameublir le terrain à une certaine profondeur.

La profondeur du défoncement n'est pas seulement réglée par la nature des végétaux qu'on veut y faire croître, mais aussi par celle du sous-sol. Sans doute la nature a donné à certains arbres une vigueur qui leur permet de traverser des couches durcies pour aller chercher l'humidité et les engrais à de grandes distances; mais quand ils les trouvent à proximité, leurs racines ne tardent pas à se ramifier et elles se maintiennent à la moindre distance possible de la surface du sol, dès qu'ils peuvent y obtenir les conditions nécessaires à leur nutrition.

Les plantations d'arbres et d'arbustes productifs n'ont un plein succès que dans un sol qui présente une profondeur de 0^{m},50 de terre sans humidité excessive, et dans lequel on peut enfoncer une canne sans efforts. Sans doute il y a quantité de vignes plantées sur des terrains qui n'ont pas cette profondeur, mais souvent aussi elles reposent sur des roches qui présentent un grand nombre de fentes dans lesquelles s'insinuent leurs racines, ou bien elles doivent à leur exposition et à la nature du terrain des qualités qui compensent l'abondance des produits qu'elles ne peuvent pas fournir.

Si le sol est profond et tellement peu serré qu'il n'oppose pas de résistance à la marche des racines, un défoncement même superficiel suffit pour les arbres; dans le cas contraire, il faut recourir au défoncement profond, et attaquer le sous-sol argileux ou rocailleux pour procurer aux plantes vivaces un cube de terre dans lequel elles puissent s'étendre, et un réservoir d'absorption suffisant pour les eaux pluviales et où elles trouvent la fraîcheur nécessaire à leur végétation.

Section III. — *Effondrement du sol.*

Si le défoncement doit avoir lieu sur des couches d'argile durcies, ou sur des matières pierreuses pour lesquelles on ne

puisse employer ni la charrue, ni la bêche, mais où l'on doive avoir recours à la pioche et à la pelle, il prend le nom d'effondrement. C'est au prix de l'effondrement qu'ont été acquises la plupart des terres de montagnes. Cette opération a cela de particulier qu'il faut réserver les terres de la surface pour les placer de nouveau à la surface, et laisser au fond les matériaux pierreux.

L'effondrement se pratique par tranchées d'un mètre de largeur. On creuse la première couche la moins dure à la pioche, on l'enlève à la pelle et on la jette sur la surface non encore remuée qui borde la première tranchée. On creuse ensuite au pic et on laisse la couche ainsi attaquée au fond de la tranchée, en jetant soigneusement au-dessus les plus grosses pierres, pour les enlever plus tard. On ouvre ensuite une nouvelle tranchée à côté de la première et ainsi de suite. Cette opération, faite à 0^m,30 de profondeur, coûte (le blé étant à 0^f,27 le kil.) 2,593 kil. de blé (500 fr. l'hectare); faite à 0^m,50, elle coute 4,074 kil. de blé (1,100 fr. l'hectare), dans les terrains des Alpes, où la couche inférieure est de terre compacte mêlée de pierres non adhérentes entre elles [1].

Avant d'entreprendre de pareils travaux, il sera toujours prudent d'en faire l'essai sur une certaine étendue pour se rendre bien compte des frais qu'ils entraînent.

SECTION IV. — *Défoncement profond.*

Si le terrain est tel qu'on puisse se servir de la bêche pour enlever les matériaux, ce n'est plus un effondrement mais un défoncement que l'on opère.

A. Supposons que l'on veuille défoncer la terre en allant du

(1) Farnaud, Amélioration des Hautes-Alpes; *Mémoires de la Société de la Seine*, tome XIV, page 347.

nord au sud. On divise la largeur du champ en un nombre de bandes égales au nombre d'ouvriers dont on dispose, mais ayant au plus 12 mètres de largeur. C'est le maximum d'écartement qui doit exister entre eux pour qu'ils puissent concerter leur marche et conserver leur alignement. Si le champ avait une largeur plus grande que le produit de 12 mètres multipliés par le nombre des ouvriers dont on dispose, on le diviserait en plusieurs parties ou bandes de premier ordre dont chacune serait cultivée quand l'autre serait achevée.

Si le travail se fait à la bêche, on place chaque ouvrier à l'extrémité gauche (ouest) de sa bande faisant face au nord. Ainsi disposés en rang, les ouvriers enlèvent une rangée de mottes à $0^m,27$ de profondeur et les jettent devant eux. Arrivés à l'extrémité droite (est) de leur bande, ils font un à-droite, descendent dans la tranchée, et se trouvent ainsi en file faisant face à l'est et toujours à la distance de 12 mètres les uns des autres. Ils enlèvent alors une nouvelle motte de terre au fond de la tranchée qu'ils viennent d'ouvrir. Si l'on veut rapporter au-dessus la terre du fond, ils la jettent sur la rangée de mottes qu'ils avaient formée, et reculant toujours jusqu'à ce qu'ils rencontrent au bout de leur bande le travail de l'ouvrier placé à leur droite, ils achèvent la tâche de retourner à $0^m,50$ de profondeur cette première tranchée. Faisant alors un nouvel à-gauche, ils se remettent en rang, remontent sur la surface du sol, et recommencent une seconde tranchée dont les mottes remplissent le vide de la première. Ils continuent ainsi jusqu'au bout du champ à creuser la terre à $0^m,50$ de profondeur. Un pareil travail coûte, d'après nos propres observations, la valeur de 1,000 kil. de blé par hectare (5,000 mètres retournés à $0^f,04$ le mètre; nos ouvriers du midi font ce travail en 135 journées, chaque ouvrier retourne 37 mètres par jour).

B. Le défoncement peut se faire d'un seul coup avec la

grande charrue, s'il devait être fait à $0^m,50$ de profondeur. Il est essentiel de ne pas prendre des tranches trop larges pour ne pas augmenter le tirage outre mesure. Nous ne donnons ici au soc que les $\frac{2}{3}$ de la profondeur du labour. Nous avons donc les proportions suivantes :

	mèt.
Coutre.	0,50
Soc.	0,33
Versoir.	0,100
Poids de la charrue. . . .	0,100 kil.

TRAVAIL DE LA CHARRUE.

La ténacité moyenne de la surface et du fond étant de $0^m,036$ pour une bêche dynamométrique du poids de $2^k,75$ et de $0^m,15$ de largeur.

	km.
Coutre. $\frac{\frac{2,75}{36}}{150} \times 500$.	250,00
Soc. . . $\frac{\frac{2,75}{36}}{150} \times 33$.	165,00
Versoir (1000 × 330 × 500) × 1200 × *cos.* 31. .	14,14
Frottement : $19^k,8 \times 0,61$.	12,07
Charrue pesant $100^k + 19^k,8$ de charge ; frottement.	79,19
	520,40

Ce qui exige le travail de 10 à 12 chevaux, selon leur force, et de trois conducteurs au moins, dont un est sans cesse occupé avec le pic à débarrasser la charrue des obstacles qu'elle pourrait rencontrer. L'expérience nous a prouvé qu'un tel attelage ne fait pas plus de 25 ares par jour. Un hectare coûtera donc 48 journées de cheval et 12 journées d'homme.

48 journées de cheval à $4^k,14$ de blé.	198^k72
12 journées d'homme à $5^k,75$ de blé.	69,00
	267,72
Et ajoutant les frais de roulage et de hersage. . . .	347^k72

C. Le même travail se fait plus rapidement en employant

deux charrues qui passent consécutivement dans la même raie; la première charrue doit être attelée de 4 chevaux et la seconde, construite sur les principes de celle de Bonnet, de 6 à 8 chevaux, on emploie un conducteur à la première charrue et deux à la seconde. On gagne beaucoup sur le temps nécessaire pour tourner la charrue au bout du sillon en employant un attelage moins nombreux; la force attelée de moins long est mieux utilisée. D'après les expériences faites, on a pu labourer avec les deux charrues 40 ares, comme on le fait avec la charrue simple. Ainsi le défoncement d'un hectare aura coûté :

30 journées de cheval à 4^k,14 de blé.	134^k20
71 $\frac{1}{2}$ journées d'homme à 5^k 75 de blé.	43,12
	177,32
Et avec le roulage et hersage.	257^k32

D. On fait aussi le travail du défoncement en alliant le travail de la charrue à celui des bras de l'homme. Ce mode usité surtout dans la vallée de la Garonne y prend le nom de *pelle-versage*. Cette méthode doit être recommandée quand, le sous-sol étant de mauvaise qualité, on ne veut pas le ramener à la surface. Voici la manière de l'exécuter d'après M. de Villeneuve qui a beaucoup contribué à étendre cette pratique [1] :

« Sur un champ partagé selon sa longueur en seize parties égales, on établit un nombre égal d'ouvriers sur une seule ligne, chacun au commencement d'une des seize divisions. La charrue ouvre une large raie dans la direction de l'alignement de ces hommes, et à mesure qu'elle passe devant chaque ouvrier, il entre dans la raie et armé d'un bident, il creuse la terre de 0^m,33 de profondeur et la laisse retomber au fond de la raie. L'attelage revient alors à l'autre bout, la charrue

(1) *Manuel d'agriculture*, 1819, page 136.

renversée et trace un second sillon à côté du premier, qui le comble; ce second sillon est *pellevers*é à son tour. » On défonce ainsi la terre à $0^m,43$ ou $0^m,48$ de profondeur. Il faut seize hommes pour suivre le travail d'une paire de bœufs; il en faudrait un plus grand nombre pour les chevaux, qui ont une allure plus vive.

On pourrait rendre le travail moins coûteux en mettant 32 hommes par charrue et en reprenant le labour au retour sur une piste en sens contraire, au lieu de faire le retour du sillon à vide.

Selon la méthode de M. de Villeneuve, on défonce, avec le travail de deux paires de bœufs qui se relèvent, 20 ares par jour. Nous aurons :

	Par 20 ares.
Travail de 4 bœufs, à $3^k,33$ de blé.	13^k32
Travail de 16 hommes, à $5^k,75$ de blé.	92,00
	105,32
Ou par hectare $526^k,60$ de blé, à quoi ajoutant 80^k pour roulage et hersage, nous aurons.	606^k60

Avec la modification conseillée on aurait :

	Par 40 ares.
Travail de 4 bœufs.	13^k32
Travail de 32 hommes.	188,00
Ou $503^k,30$ par hectare, et avec le roulage et le hersage.	201,32 583^k30

Le pelleversage est donc un travail cher qui ne convient que dans les lieux où le travail des animaux est plus coûteux que celui des hommes.

On supplée à cette opération en faisant passer dans le fond de la raie ouverte par la charrue, une seconde charrue sans versoir (charrue sous-sol), qui laisse aussi au fond la terre qu'elle ameublit. On place quelquefois après le soc de cette charrue une petite herse à couteaux rapprochés et de la même largeur que le soc, elle brise et émiette la terre déjà sou-

levée par le soc. Nous avons alors pour cette opération la dépense suivante :

	kil.
Travail de la première charrue, à 0m, 16 de profondeur, en terre de moyenne consistance..	80
Travail de la seconde charrue pénétrant à 0m,16. . . .	70
	150
Plus, roulage et hersage.	80
	230

SECTION V. — *Défoncement superficiel.*

Quand le défoncement ne doit pas atteindre 0m,33 il prend le nom de *superficiel*.

A. M. Rieffel, qui a défriché beaucoup de landes et peut être regardé comme une autorité en cette matière, fait pendant l'hiver un léger labour qui ne prend que le gazon, et le retourne pour soumettre ses racines à la décomposition. Après un grand nombre d'essais sur la profondeur qu'il fallait lui donner, depuis 0m,03 jusqu'à 0m,25, il lui a été démontré que le plus superficiel était le meilleur. Il le fait en général à 0m,07 de profondeur, par bandes larges et couchées à plat; il demande donc très peu de force. Le terrain reste un an en cet état. L'hiver suivant il fait un nouveau labour en travers du premier, à la profondeur de 0m,16, renversant les mottes à 45°. Au commencement de mai, par un temps sec, il herse vigoureusement avec une herse attelée de quatre bœufs, pour diviser la terre et le gazon. Bientôt après on donne un troisième labour qui exige peu de force, et qui pourrait être donné avec un scarificateur à la profondeur de 0m,20. On herse avant l'époque des semailles, et on fait un dernier labour sur lequel, dans les landes de Bretagne, on sème du sarrasin; ou bien on fait ce labour en hiver, et on sème au printemps les céréales de cette saison. D'autres fois, et au lieu d'at-

tendre le second hiver, on remplace le second labour par un travail fait au mois de septembre avec une herse tranchante, pour couper par morceaux les bandes retournées par la charrue; on herse, on laboure et on sème la même année. Voici le calcul des frais de ces deux modes :

	Défrichement en deux années.	Défrichement en une seule année.
Préparation du champ pour enlever les pieds ligneux.	7f	7f
Premier labour.	25	25
Trancher les mottes à la main.	25	40
Fort hersage..	6	6
Labour simple.	12	12
	75f	90f

Le prix moyen du blé étant de 22 fr. les 100 kilogr., la première somme représente 341 kilog., la seconde 409 kilog. de blé.

M. Rieffel paraît préférer la méthode la plus longue; c'est aussi que son gazon renferme beaucoup de racines de bruyères et d'autres plantes ligneuses qu'il faut longtemps pour réduire en terreau; c'est que le climat humide de la Bretagne entretient la vie dans les gazons, même après qu'ils ont été détachés. Mais, dans le plus grand nombre des cas, on effectue le défrichement en une seule année, soit en préparant la terre par une récolte de sarrasin ou d'avoine d'hiver (dans les pays méridionaux) dans les terrains pauvres, soit par celle des céréales d'hiver dans les terrains plus riches. Si le terreau est très abondant, et que l'on ait à traiter des terrains siliceux ou glaiseux, on ne pourra espérer une bonne récolte qu'en les chaulant ou les marnant, non-seulement pour leur fournir l'élément calcaire qui leur manque, mais encore pour neutraliser l'acide carbonique et le tannin dont ce sol abonde. Une marche plus lente a cependant ses avantages dans les terres nouvelles. On remarque, en effet, que ces guérets, qui n'ont pas encore éprouvé le contact de l'atmosphère, et qui sont

ensemencés tout de suite après le défrichement, donnent le plus souvent une récolte médiocre, et d'autant plus qu'on a fait un labour plus profond, à moins qu'on ait recours à l'écobuage. Une année entière d'exposition des couches inférieures à l'air les dispose à la production, soit parce qu'elles ont le temps de recevoir des pluies et des rosées le contingent de fertilité qu'elles leur apportent, soit que les éléments du sol aient été ainsi disposés à se séparer, à devenir solubles et à participer à la nutrition végétale, ce que l'écobuage opère avec rapidité.

Mais quand il s'agit du défrichement des prairies artificielles qui n'ont duré que peu d'années, et qui ont lieu sur de riches terrains, il faut se presser davantage, ces terres payant une rente élevée qui viendrait en aggravation des frais de défrichement; d'ailleurs les couches inférieures ont déjà subi à différentes reprises l'exposition à l'air. Dans ce cas, la marche à suivre est différente selon la nature du climat et celle de l'année. Si des pluies survenues à temps permettent d'ouvrir la terre avant la fin de l'été, on donne un fort labour ; on roule, on herse, et on entretient la terre meuble et nette avec le scarificateur, de sorte qu'elle est prête à l'époque des semailles. L'exposition du guéret au soleil d'été, aux rosées et aux pluies d'orage de cette saison, a un effet si manifestement salutaire que nous voyons souvent nos agriculteurs du Midi ne pas craindre le défoncement de leurs prairies artificielles par un temps sec qui les oblige à doubler et tripler leurs attelages. A notre avis un meilleur calcul est celui de donner en été un fort léger labour, ou plutôt une scarification croisée à la prairie artificielle qu'on veut défricher, de le renouveler avant les semailles, et d'ensemencer en avoine d'hiver qui n'exige pas une terre aussi profondément fouillée que le froment. Traitée de la sorte, la luzerne repousse l'année suivante, et donne de la graine dont le prix équivaut quelquefois à la récolte d'avoine. Nous avons sous nos yeux l'exemple d'une

terre qui, depuis quinze ans, donne ainsi de l'avoine et de la graine de luzerne sans que le propriétaire ait cru devoir compléter le défrichement. D'autres fois on approfondit graduellement, et d'année en année, le défoncement, en semant en céréales chaque année, jusqu'à ce qu'il soit amené à la profondeur normale.

B. Dans les pays où la main-d'œuvre est à bas prix et le fourrage cher, dans ceux où la propriété est divisée, et où la faible contenance des parcelles ne permet pas l'emploi facile de la charrue, on fait le défrichement à bras par le moyen de la bêche ou de la houe. Si le terrain est homogène, on obtient ce travail à 0^m,27 de profondeur pour 300 à 365 kil. de blé. Le travail à la pioche suppose l'existence de pierres et de cailloux mêlés au sol avec une ténacité qui le rapproche de la nature pierreuse. Les frais de ce travail s'élèvent quelquefois à 750 kilogr. de blé.

C. Quand le terrain est argileux et tenace, on trouve de l'avantage à le travailler pendant l'été, et quand la terre est dure. Voici comment on opère : on commence à creuser le long du bord du terrain une tranchée de 0^m,25 de largeur, et de la profondeur que l'on veut donner au travail, soit 0^m,27. Alors trois hommes rapprochés les uns des autres, et placés à l'extrémité gauche de la tranchée et lui faisant face, enfoncent chacun à 0^m,27 de profondeur, et, à la distance de 0^m,25 du bord de cette tranchée, un fort trident en fer dont ils sont armés; ensuite ils font levier tous à la fois, en pesant sur l'extrémité du manche de leur outil, et culbutent dans la tranchée une motte qui a 0^m,25 de largeur, 2 mètres de longueur, 0^m,27 de profondeur et 162 kil. de poids. Ils continuent ainsi en appuyant à droite, jusqu'à ce qu'ils aient comblé la première tranchée; ils travaillent ensuite de droite à gauche pour combler avec de nouvelles mottes la seconde tranchée qui a été ouverte par leur travail. Le champ, ainsi couvert de ces

énormes blocs, reste exposé à la pluie et à la gelée, et, à la fin de l'hiver, il s'ameublit facilement par l'effet du rouleau et de la herse. Trois ouvriers renversent ainsi dans leur journée 720 mottes, et préparent un hectare en 14 jours, c'est-à-dire en 42 journées de travail.

Les frais de ce travail seront donc de $42 \times 5^{k},75 = 241^{k}5$ de blé.
Il faut y ajouter la dépense de roulage et de hersage, qui revient à. 80,0

Total. . . . $321^{k}5$

Humides, de pareils sols ne peuvent être travaillés ni à la bêche ni à la charrue ; secs, ils défient les efforts des animaux, et ne peuvent être travaillés qu'à la main.

D. M. Rieffel décrit et recommande un autre procédé usité dans la presqu'île de Ruis (Morbihan) pour le défrichement des prairies, et qui a été appliqué avec succès par M. Lebel à celui des landes. Après avoir extirpé et brûlé sur place les landes et les bruyères, il consiste à diviser le terrain en planches de $1^{m},33$ de largeur, séparées par un intervalle de $0^{m},33$. Si l'on se propose de fumer, on répand l'engrais sur la planche sans donner au terrain aucune culture préalable; on sème les céréales sur l'engrais, puis, après avoir bêché la terre des intervalles, on recouvre la semence d'une épaisseur de $0^{m},6$ à $0^{m},8$ de terre bien ameublie, que l'on répand avec une pelle de bois. L'intervalle devient ainsi un fossé de $0^{m},24$ à $0^{m},32$ de profondeur. Les années suivantes on continue la même opération en changeant les intervalles de place; au bout de quatre ans, tout le terrain a été creusé à la profondeur voulue, et l'on peut cultiver les années suivantes à la charrue. M. Lebel estime à 20 fr. (91 kil. de froment) les frais d'un pareil défoncement.

M. Rieffel, considérant l'état d'épuisement où se trouve le sol des landes après quatre années de récoltes successives, voudrait élargir les intervalles et ne prendre que trois récoltes; mais

alors la profondeur du défoncement serait moindre, ou le blé se trouverait chargé de trop de terre. On conçoit que cette méthode ne peut être avantageuse que si l'on dispose en même temps de la quantité d'engrais nécessaire pour faire produire ces terres infertiles. Dans les terrains riches, la croissance des herbes spontanées sur le sol resté intact ne permettrait pas de l'adopter.

Section VI. — *Défrichement avec écobuage.*

L'opération de l'écobuage remonte jusqu'aux Celtes, et elle est encore la base de tous les défrichements périodiques des montagnes du centre de la France. Nous ne reviendrons pas ici sur ses effets, nous en avons parlé dans l'agrologie; nous rappellerons seulement qu'elle produit une superbe végétation sur des sols qui semblaient ne devoir rien produire, qu'elle les nettoie, et les purge de mauvaises herbes et d'insectes; que les altises, par exemple, disparaissent entièrement, et que l'on a pu cultiver par son moyen des navets et des colzas dans des lieux où cet insecte rendait ces cultures impossibles; qu'elle dispose les argiles à la séparation de leurs principes minéraux, et les sature des gaz des éléments organiques qu'elles contenaient; qu'elle les rend poreuses et susceptibles de retenir les gaz atmosphériques; enfin, qu'elle colore les sols blancs, et les rend plus aptes à s'échauffer par l'action des rayons solaires.

M. de Turbilly, l'auteur d'un remarquable Mémoire sur les défrichements, y décrit l'écobuage dans tous ses détails. Nous ne pouvons rien faire de mieux que de le suivre dans ses déductions[1]. On se sert, pour l'opérer, d'une houe un peu recourbée que l'on appelle *écobue* : « On choisit parmi les journaliers, dit-il,

(1) *Pratique des défrichements*, p. 49, édit. de 1760, in-12.

le meilleur travailleur et le plus entendu pour mener la bande, car ils ne peuvent pas travailler de front comme avec la bêche. Ce travailleur, tenant son écobue entre les jambes et étant courbé pour s'en servir comme d'une tranche, en donnera d'abord, pour trancher la terre, un premier coup à droite, et ensuite un second coup devant lui, et finalement un troisième coup sur la gauche, par le moyen desquels il enlèvera un gazon d'environ 0^m,50 de long, sur 0^m,33 de largeur et 0^m,11 d'épaisseur. Il le posera d'un seul temps avec le même outil sur sa droite, la terre en dessous. Toute l'herbe, la lande, la bruyère, les ajoncs et autres productions sauvages, point trop grosses, qui se trouvent sur ce terrain, partiront avec ce gazon auquel elles resteront attachées comme une espèce de perruque; plus il y en aura, mieux cela vaudra. Je viens de dire qu'il y fallait 0^m,11 de terre; cela est absolument nécessaire, parce que si l'on pelait la terre moins épais, l'ouvrage serait manqué, attendu que l'écobue ne pénétrerait pas jusque sous la croûte des racines de ces productions sauvages qu'il est indispensable de détruire : elles repousseraient dans la suite, nuiraient au blé et l'étoufferaient tout à fait, ainsi que la chose m'est arrivée dans le commencement de mes entreprises.

« Le conducteur ayant coupé ce gazon, et l'ayant posé sur la droite, avancera un petit pas; il enlèvera un autre gazon de semblable grandeur et épaisseur qu'il posera aussi sur la droite, en avant du premier. Il ira toujours ainsi, droit devant lui, posant de même tous les gazons sur sa droite en ligne directe. Dès qu'il aura levé les deux premiers, le second ouvrier se placera un petit pas en arrière de lui et sur sa gauche, et, levant également les gazons, les posera de la même façon à sa droite, dans le terrain vide que le conducteur aura pelé. A mesure qu'il avancera, chaque ouvrier, un à un, se mettra de même sur la gauche des précédents, et fera une pareille opération. Ils se suivront tous ainsi en forme d'escalier, c'est-à-

dire comme des faucheurs. Quand ils arriveront au bout du terrain, où ils ne parviendront que successivement, l'un après l'autre, c'est-à-dire le conducteur le premier, ce même conducteur reprendra sa tâche à l'autre bout du terrain, à côté de l'endroit déjà pelé, et les autres iront le trouver à mesure pour le suivre et continuer la manœuvre, car il faut prendre cet ouvrage toujours du même sens, et non en allant et en revenant; on continuera ainsi jusqu'à ce que le terrain que l'on se propose de défricher soit pelé. »

L'auteur dit ensuite qu'on peut travailler à cette opération depuis le milieu de mars jusqu'à la Saint-Jean, c'est-à-dire pendant trois mois. « Plus tôt il ne ferait pas bon écobuer, parce que les gazons reprendraient; plus tard l'opération ne conviendrait plus, parce qu'ils courraient risque de ne pas se sécher. » Cette prescription est faite pour la province d'Anjou où opérait M. de Turbilly, mais on peut dire en général qu'il faut choisir pour l'écobuage le temps où les ouvriers sont le moins occupés, et la saison où la terre cesse d'être humide. En Provence nous avons fait des écobuages au printemps et en été. Continuons à suivre l'auteur dans ses descriptions :

« Il est essentiel, pour l'opération, que les gazons sèchent bien. Dans ce but, on les laisse dans la position où l'écobue les a mis. Quand la saison n'est pas trop humide, ils se trouvent d'ordinaire assez secs au bout de trois semaines (en beaucoup moins de temps dans le Midi), sans qu'il soit nécessaire de les remuer. Mais dans les années pluvieuses, ils sont plus de temps à sécher, on est même obligé de les tourner et retourner plusieurs fois de crainte qu'ils repoussent, comme j'en ai vu des exemples. On fait faire le retournement de ce gazon à peu de frais par les femmes et les enfants.

« Aux environs de la Saint-Jean, et plutôt quelques jours avant qu'après (quand les gazons sont secs, on peut faire l'opé-

ration en toute saison), par un beau temps, exempt de pluie, on prend un nombre suffisant de femmes et d'enfants, dont les uns avec des fourches de fer et les autres avec les mains retournent les gazons et en font, d'espace en espace, sur le terrain des tas ronds, d'environ 1 mètre à 1^{m},33 de hauteur, de 1^{m},33 à 1^{m},66 de large (de diamètre), de la même forme que les fourneaux des charbonniers. On y place toujours les gazons, l'herbe et la bruyère en dessous et la terre en dessus. On laisse un peu de vide en dedans, où l'on forme une petite ouverture du côté où vient le vent. Si l'on appréhendait la pluie, il faudrait tout quitter pour cela, et tous devraient s'y employer, non-seulement les enfants et les femmes, mais même les hommes; rien ne presse davantage. Aussitôt que les tas sont faits, si le temps est assuré, le soir, avant de se retirer, on fait mettre le feu dans les trous des cheminées de ces tas par des enfants qui portent au bout d'une fourche de fer un peu de paille ou de bruyère enflammée. Le feu s'allume promptement au moyen de l'herbe, de la bruyère et des herbes sèches (si le gazon et les matières ligneuses étaient rares, il faudrait mettre quelques poignées de chaume et un petit fagot de bois dans le fourneau). En peu d'instants le feu devient si violent qu'on ne peut plus en approcher. On se retire alors après avoir pris des précautions pour que cet incendie ne gagne pas ailleurs, si c'est dans le voisinage de quelque bois, de quelque bruyère, haie, ou de quelque endroit où il puisse faire des dégats.

« On laisse brûler ces fourneaux jusqu'au lendemain matin, l'incendie n'est plus alors si violent, et on peut en approcher. On y envoie quelques journaliers, femmes et enfants, en petit nombre, avec des fourches de fer, pour l'attiser, c'est-à-dire pour remettre dessus les gazons qui sont tombés à droite et à gauche, dans les intervalles, pendant les premières ardeurs de l'incendie. Le feu dure encore quelques jours

dans ces fourneaux dont les gazons se consument et se calcinent insensiblement. S'il y en a quelques-uns situés dans des lieux trop humides et qui ne veuillent pas brûler, ces femmes et ces enfants les reconstruisent, en y mettant de la bruyère sèche, du chaume ou même un peu de bois sec, avec des gazons enflammés du voisinage pour les faire brûler comme les autres. Dès que le feu est éteint dans tous les fourneaux, à la place desquels on ne trouve plus que des monceaux de cendres plus ou moins gros, en proportion de la bonté du terrain, on envoie encore quelques femmes et quelques enfants, qui avec des pelles de bois, amoncèlent ces cendres en un tas pointu par le haut, de peur qu'elles s'éventent, si on les laissait éparses. L'humidité des nuits et la première pluie qui tombe ensuite sur ces cendres, y forme une croûte qui les empêche d'être emportées par le vent, les rend impénétrables aux impressions de l'air et empêche la dissipation des sels qu'elles contiennent. C'est pourquoi plus tôt il survient de la pluie après cette opération et mieux cela vaut ; s'il en arrivait après que les fourneaux sont allumés, cela ne les empêcherait pas de brûler, à moins qu'elle ne fût d'une violence, d'une quantité et d'une durée extraordinaires. Les cendres étant ainsi amoncelées, il n'y a plus rien à faire sur ce terrain jusqu'à l'ensemencement. On veille seulement à ce que ni les hommes ni les bestiaux ne touchent à ces monceaux et n'en rompent la croûte. Le fonds sera désormais délivré généralement de toutes semences, plantes et productions sauvages, ainsi que de tous vermisseaux, insectes, reptiles ou bêtes vénimeuses ; l'action des fourneaux étant si forte qu'elle échauffe non seulement la terre qui est dessous à plusieurs centimètres d'épaisseur, mais encore celle qui est entre les fourneaux.

« Quand le temps est venu d'ensemencer le défrichement (et il peut sans inconvénient être un peu plus tardif sur les terres écobuées), on amène par un temps calme et non venteux,

quelques femmes et quelques enfants, lesquels avec des pelles de bois répandent également la cendre sur la terre, mais sans en laisser dans les places où étaient les monceaux ; ces places, étant recuites, n'en ont pas besoin, puisque ce sera toujours là que viendra le meilleur blé. Une partie de ces ouvriers apporte aussi des fourches en fer, pour briser et répandre les gazons non consumés qui peuvent se trouver sous les fourneaux. »

M. Rieffel ne reproche à ces *excellents détails de pratique* que l'immutabilité de la règle qui veut que la couche de terre enlevée ait $0^{m},11$ de profondeur. Il pense qu'un tel travail exige une force musculaire et une adresse peu communes, et que l'entreprise se trouverait ainsi limitée dans son étendue par le nombre d'hommes capables de l'exécuter. Nous croyons avec lui qu'il faut s'arrêter à la profondeur indiquée par l'extrémité des racines du gazon. Si le terrain était nu et dépourvu de brous-sailles, de bruyères, ou d'une végétation un peu serrée, l'écobuage ne remplirait pas son but principal, il se confondrait alors avec le brûlement de l'argile du major Beatson, et on pourrait obtenir ces argiles brûlées à moins de frais qu'en pelant la surface du terrain [1].

M. de Turbilly payait $0^{f},60$ la journée de ses écobueurs, la journée moyenne des hommes dans le pays était alors (1755) de $0^{f},50$ pendant l'hiver. Il estime que l'opération complète de l'écobuage lui coûtait $63^{f},55$ par hectare (30 livres par arpent d'Anjou de 4,724 mètres carrés). C'était donc la valeur de 105,9 journées. Le prix moyen du blé était en 1745 de $12^{f},18$ selon Dupré de Saint-Maur, et supposant le poids du blé de 76 kil., nous trouvons que l'opération lui coûtait $5^{hec},22$ de blé ou $396^{k},72$ de blé.

Ce travail fait à Grand-Jouan, à une moindre profondeur,

(1) Tome I, p. 510 de la 1re édit., 466 de la seconde.

avec des journées d'hiver de 0ᶠ,80 [1], le prix du blé en 1840 étant de 16ᶠ,50 [2], a coûté 90 fr. ou 113 journées l'hectare, ou 5ʰ,45 de blé, pesant 414ᵏ,20.

Le même travail, exécuté par nous en Provence, nous a coûté 120 fr. l'hectare, les journées étant à 1ᶠ,75. Il a donc été fait en 70 journées; mais il a été fait pendant l'été et quand le terrain était très dur. Le blé était à 22 fr. l'hectolitre de 80 kil. pesant; nous avons donc aussi dépensé 5ʰ,46, pesant 436ᵏ,8 de blé.

On ne pourrait rien conclure de ces différences sans avoir égard à la nature du travail qui n'a pas été identiquement le même dans tous les cas. Cependant on ne s'éloignerait pas de la vérité en évaluant les frais de l'écobuage ainsi qu'il suit, quand le terrain est *assaisonné*.

1° Couper le gazon et brûler.	420ᵏ de blé.
2° Répandre les cendres.	64
3° Un labour.	64
	548ᵏ

Si le terrain est simplement gazonné et ne renferme qu'une petite quantité de broussailles que l'on puisse facilement faire extirper à bras, on peut aussi exécuter l'opération du pelage du terrain avec la charrue. On enlève le versoir de l'instrument; les gazons restent à plat sur la terre après son passage : on donne 0ᵐ,25 de largeur au soc. M. de Villeneuve, qui recommande ce mode de travail dans son manuel, fait suivre la charrue attelée d'une seule bête, par une femme chargée de retourner les gazons détachés.

M. Malingié de la Charmoise (Loir-et-Cher), qui a aussi employé cette méthode, estime le travail de la manière suivante (le blé étant à 17 fr. l'hectolitre).

(1) Huit centimes l'heure. Voir *Agriculture de l'ouest*, t. Ier, p. 391.
(2) *Ibid.*, page 337.

Labour à la charrue Dombasle sans oreilles.	100[k]
Recouper, sécher et brûler le gazon ; étendre les cendres.	300
Second labour pour enfermer les cendres.	64
	465[k]1

On voit que la diminution des frais n'est pas très considérable et l'ouvrage est certainement mieux fait à la main.

SECTION VII. — *Comparaison des différents modes de défrichement.*

Commençons par présenter ici le tableau des frais de l'opération qui résultent de l'analyse que nous en avons faite dans les articles précédents.

	Blé.
Effondrement des sols résistants à 0[m],30 de profondeur.	1852[k]00
Effondrement des sols résistants à 0[m],50 de profondeur.	4674,00
Défoncement profond de 0[m],50 à la bêche ; sols ordinaires.	1000,00
Défoncement profond de 0[m],50 à la grande charrue. . .	347,72
Défoncement profond de 0[m],50 avec deux charrues. . .	257,32
Pelleversage à 0[m],33 de profondeur.	583,30
Défoncement avec la charrue sous-sol à 0[m],32.	230,00
Défoncement à la charrue à 0[m],07 — action en une seule année.	410,00
Défoncement à la charrue à 0[m],07 — action en deux ans.	341,00
Défoncement à bras à 0[m],27 — à la bêche.	365,00
Défoncement à bras à 0[m],27 — à la pioche.	736,00
Défoncement à bras à 0[m],27 — à la fourche dans les terrains argileux.	341,05
Défoncement successif du Morbihan.	91,00
Écobuage à bras.	548,00
Écobuage à la charrue.	464,00

Les défoncements profonds sont, selon nous, nécessaires à tous les sols qui ne reposent pas immédiatement sur un fond de roche dure ou sur des poudingues trop difficiles à pénétrer.

(1) *Le Cultivateur*, tome VIII, page 273.

Ce n'est qu'après avoir reçu cette façon que nous regardons un terrain comme ayant définitivement acquis toutes les qualités dont la culture mécanique peut le rendre susceptible. Peu importe que le sol soit peu profond et le sous-sol de mauvaise nature, puisqu'on peut toujours laisser ce sous-sol en place soit par le moyen du minage, soit par celui du pelleversage, soit enfin par celui du second labour sans versoir. Si le sol est profond ou le sous-sol de bonne qualité, il y a ordinairement de l'avantage, surtout dans les terrains d'alluvion, à ramener la terre du fond à la surface. Un défrichement accompagné de défoncement est donc une pratique que l'on ne saurait trop recommander quand la nature du sol et la culture que l'on veut y pratiquer permet de compter sur des produits abondants.

Le principal obstacle qui s'y oppose le plus souvent, c'est le manque de capitaux pour entreprendre l'opération, et nous n'hésitons pas à conseiller de le borner à un plus petit espace plutôt que de renoncer au bénéfice certain que présente pour le présent et l'avenir un défrichement bien exécuté.

Mais quand le sol est pauvre, et qu'il faut demander à l'étendue ce que l'on ne peut attendre de l'intensité du travail, alors on fait un défrichement superficiel, et il n'y a plus qu'à considérer si on doit ou non le faire précéder de l'écobuage. Si nous prêtons l'oreille aux détracteurs de cette méthode, nous savons qu'on lui reproche de dissiper en pure perte l'ammoniaque et le carbone du sol, de leur substituer des cendres qui ne contiennent plus que les éléments minéraux de la terre, éléments gaspillés en quelques récoltes, pour ne laisser après eux qu'un épuisement complet; tandis que le défrichement purement mécanique ménage toutes ces richesses et ne les emploie que dans une mesure proportionnée à leur réalisation par les débris des plantes, les engrais, et le bénéfice de l'atmosphère.

L'écobueur répond qu'après deux ou plusieurs récoltes obtenues sans engrais de la terre, il se trouve précisément dans la même position que son rival qui, sur le terrain pauvre des landes, n'a pu obtenir même la première récolte sans engrais, et qu'il a su forcer la terre à lui abandonner tout d'un coup son trésor, qu'elle ne dispense, à celui qui n'écobue pas, qu'à petites parties qui deviennent pour ainsi dire insaisissables; que la perpétuité de l'écobuage depuis les temps les plus anciens, dans un pays où il fait la base de la culture, prouve que les substances qu'il arrache à la terre peuvent fort bien s'y renouveler naturellement.

Ce qui a pu faire illusion sur les effets réels de l'écobuage, c'est qu'on se hâte de tirer du sol écobué plusieurs récoltes successives de grains, jusqu'à ce qu'il soit épuisé; mais la possibilité même de les obtenir prouve que cette opération est loin d'avoir dissipé en pure perte les sucs fertilisants du sol. Ce genre de traitement peut s'excuser quand on possède une quantité indéfinie de terrains propres à être ainsi défrichés. On les parcourt successivement, on en retire ce qu'ils peuvent donner, et on laisse au temps et à la nature le soin de leur restituer ce que l'on en a soustrait. Ceci est la véritable agriculture celtique.

Ainsi quand M. Rieffel dépense 129 francs à écobuer un hectare de terrain et à le préparer pour deux récoltes, l'une de seigle, et l'autre d'avoine, et qu'il en retire 328 fr., on conçoit qu'il peut être tenté de continuer de la sorte, puisqu'il obtient un bénéfice net; mais si l'on veut maintenir le champ en état de rapport, il faut y procéder autrement. En général nous avons éprouvé que la récolte qui réussit la mieux après l'écobuage était celle des pommes de terre, qui y sont d'une qualité supérieure et qui ne coûtent presque rien de sarclage; le blé en première récolte risque d'y verser. Mais si on le sème en seconde récolte avec du trèfle, on entre dans une série d'asso-

lements qui reproduisent les engrais nécessaires à soutenir la fécondité du sol.

Ce qui, au reste, fera souvent donner la préférence aux défrichements sans écobuage, c'est la facilité que l'on a de se servir de ses attelages, tandis qu'il faut payer les ouvriers écobueurs. Mais quant à l'engrais qu'on peut alors retirer des gazons, il est si tardif à entrer en action, que dans l'ouest on applique au sol le noir animal dès la premières année, tandis qu'on obtient immédiatement les résultats de l'écobuage sans addition d'engrais.

Quant aux bonnes terres gazonnées, aux prairies qu'on veut défricher, nous ne mettons pas en doute les excellents effets de l'écobuage, M. de Villeneuve a fait jusqu'à neuf récoltes considérables de blé sur un pareil défrichement. Voici le détail d'une de ses opérations, d'après laquelle on pourra juger du bénéfice obtenu, qui lui a coûté, savoir :

Écobuer, brûler et répandre les cendres.	185f
Perte de foin pendant 5 ans (loyer de la terre).	372
Frais de labour pendant 5 ans.	143
	700f

RECETTE.

1re	année.	31h	seigle,	à 16f.	496f00
2e	—	20h	blé,	à 21f..	420,00
3e	—	15h,5	blé,	à 21f	325,50
4e	—	11h,1	maïs,	à 16f..	180,00
5e	—	58h,9	avoine,	à 8f,50.	500,65
					1922,15

Bénéfice : 1222f,15, ou par an 244f au lieu de 74f,40 que rendait le pré.

Un terrain qui, à la cinquième récolte, produit encore 58 hectolitres d'avoine est loin d'être épuisé, et l'on serait fort à temps d'y introduire les récoltes fourragères.

L'écobuage n'est pas praticable pour défricher les prairies

artificielles dont les racines sont plongeantes et qui ne gazonnent pas.

Les minages ou défoncements profonds à la pioche sont le propre des terrains de montagnes qui renferment des zônes de sous-sol impénétrables aux plantes; on en extrait par les minages les roches, les grosses pierres; on brise les couches du fond de la terre. Elles deviennent ainsi propres à recevoir les racines des arbrisseaux, de la vigne, par exemple, qui s'y enterrent à une profondeur suffisante pour être à l'abri des gelées, pendant l'hiver, et de manière à pouvoir rencontrer l'humidité qui s'échappe si facilement de la surface des terrains en pente, s'ils ne sont profondément ameublis.

CHAPITRE II.

Travaux périodiques.

Après avoir traité des travaux qui mettent pour la première fois une terre à la disposition de l'agriculteur, et qui sont les travaux de défrichement, nous devons parler des travaux qui doivent revenir au bout de certaines périodes de temps.

Ces travaux concernent d'abord l'amendement de la terre, c'est-à-dire le renouvellement des moyens que nous avons indiqués dans le premier volume pour lui donner toutes les qualités physiques désirables. Ainsi on régularise les fossés d'écoulements et les conduits souterrains qui sont destinés à délivrer le terrain des eaux, on les purge de limon. Les fossés ouverts doivent être nettoyés au moins tous les deux ou trois ans. Les tranchées couvertes doivent être visitées à fond dès que l'on s'aperçoit que leur émissaire cesse de couler après les pluies.

Les défoncements sont au nombre des opérations qu'il faut

répéter de temps en temps, et d'autant plus fréquemment que les particules du terrain étant plus fines, sont plus sujettes à se tasser et à former corps, et, qu'entraînées graduellement par les pluies, pressées par le poids des hommes, des animaux, des instruments, et aussi par la chute de la pluie et la pression de l'atmosphère, elles reviennent plus vite à cet état de dureté que leur avait enlevé le premier défoncement; et non-seulement alors les racines des plantes ne trouvent plus de facilité à s'y enfoncer, mais encore les eaux de pluie, ne pouvant pénétrer profondément, croupissent sur les couches peu perméables et restent dans la couche supérieure exposées à une prompte évaporation. « La terre bien labourée n'est exposée ni à une humidité excessive en hiver, ni aux sécheresses de l'été; mais conserve une fraîcheur approchant de la moyenne[1]. » Notre expérience, comme celle de Sinclair, nous prouve qu'une terre n'obtient son plus haut degré de production qu'autant qu'elle possède un sol ameubli d'au moins 0^{m},50 de profondeur. Celles qui le doivent à leur nature propre, quand il existe un sol épais, sans intermédiaire de couches durcies, comme les terrains siliceux, les sables, les limons meubles, les craies, les tourbes, n'exigent aucun travail de cette nature, et on ne les creuse profondément que pour y récolter les racines plongeantes ou pour ramener à la surface les couches fertiles des alluvions qui souvent sont recouvertes par des couches moins fertiles ou épuisées. Mais le défoncement est spécialement applicable aux terres tenaces, aux marnes, aux glaises, aux argiles, comme pratique habituelle et qui doit être répétée d'autant plus souvent que cette opération ne produit qu'un effet momentané.

Ainsi, une culture bien entendue exige un défoncement périodique pour un grand nombre de terrains, et ce défoncement

(1) Sir John Sinclair, tome II, page 7.

doit être d'autant plus souvent renouvelé, que ces terrains sont d'une nature plus tenace.

Si l'on examine la coupe d'un terrain précédemment défoncé, on s'aperçoit que l'effet de ces différentes causes est en raison inverse de la profondeur. Ainsi, la terre est plus tassée près de la surface, et au fond elle conserve plus longtemps son état d'ameublissement. Nous répétons le défoncement dès que nous cessons de pouvoir enfoncer avec la main, et sans grands efforts, à la profondeur à laquelle il a été fait originairement, une canne ferrée par le bout. En général, pour nos terres marneuses du Midi, cette nécessité revient tous les dix à douze ans. Il suffit donc de défoncer chaque année $\frac{1}{10}$ ou $\frac{1}{12}$ des terres, ce que nous faisons à la profondeur de $0^m,45$ à $0^m,50$, excepté dans les terrains salants, où nous craignons de ramener à la surface des couches trop saturées de sel. Cette excellente pratique est très favorable à la végétation, et les terrains qui y sont régulièrement soumis se distinguent sans peine de leurs voisins non défoncés.

Un vaste territoire du département de Vaucluse a changé complétement de valeur par suite de cultures profondes réitérées tous les neuf ans, intervalle de temps qui marque le retour de la garance dans les terres assolées. Olivier de Serres portait ce terme de dix à douze ans, comme nous venons de le faire. Citons son opinion si respectable sur ce sujet.

« Pour l'ordinaire culture, dit-il [1], on ne profonde tant la terre qu'on en désengeance entièrement toutes sortes de malignes herbes, lesquelles pour peu de place qu'elles trouvent, se sauvent du soc, multipliant et s'engrossissant estrangement au champ, et ce à son grand préjudice, qui en estant chargé et ensalli, ne peut produire que des blés chétifs et langoureux. Pour ce à quoi remédier, cette supernuméraire œuvre a été

(1) Liv. II, chap. 2.

inventée, laquelle, on donne un labourage de dix en dix ans, de douze en douze, dont la terre se remue presque autant avant que si l'on plantait la vigne, meslant ensemble la terre de la superficie et celle du fond, et tout d'une main sortant du fond, toutes racines, herbes et pierres nuisibles, laisse le champ nettoyé à perfection. C'est à bras d'homme, et non par le travail des bêtes, que cela se fait, avec des pelles de bois garnies de fer par le bout, à tout lesquels la terre en fut ouverte d'un côté et fouillée à la profondeur requise, et renversée à lopins; lesquels cuits par le temps se brisent à plaisir; dont le fond reste ainsi par après très aisé à labourer et fort fertile avec, même à raison du meslinge (mélange) de terre vieille et nouvelle, lui donne nouvelle vigueur. Pourvu toutes fois qu'on ne profonde tant qu'en sorte la terre amère [1], ains convient d'y aller jusques-là retenu, selon la propriété des terrains. En lieu pierreux cela ne se peut faire avec la pelle ferrée, que l'on appelle en France besse (bêche), et en Languedoc luchet; ains, au lieu d'icelle on employe le hoyau (pioche) avec utilité, la rencontre des pierres ne l'empêche d'enfoncer à suffisance, et soit avec le luchet, soit avec le hoyau, ne faut perdre la peine de sortir la terre du profond à l'air avec la pelle commune; ains se doit-on contenter en desrompre le terroir en le meslingeant, comme a été dit, et à ce que commodément on puisse faire ce mesnage, qui n'est de petite dépense, le général du surcroît est reparti en dix ou douze parties égales, pour en gouverner ainsi une part chaque année, à ce que finalement tout le domaine demeure en superlatif degré de bonté, selon sa naturelle suffisance.

« C'est par ce moyen estant mise en évidence toute la force du terroir, aucune partie n'en demeurant en arrière comme auparavant, le fond est fructifié abondamment. S'il semble au

(1) Terres dépourvues de substances organiques. *Voir* sur les terres amères, tome Ier page 332 de la 1re édit.; page 306 de la seconde.

père de famille cette rupture (défoncement) estre trop pénible, et se contenter du quart des fruits de la première année, le fera faire par autrui sans se mesler de rien ; comme on fait à Lauriol en Dauphiné et autres endroits de cette province. Condition tout bien compté trouvée raisonnable où l'abondance du blé sortant de cet atifice excédant le produit précédent du terroir, qui en étant accommodé pour plusieurs années, reste nettoyé de ses immondices et empeschements, comme a été dit, et ainsi pour néant et sans frais se trouvera l'avoir mis en bon état. »

En rappelant les autres avantages du défoncement, Olivier de Serres néglige de parler d'un des plus importants et que nous regardons comme la cause la plus réelle de l'amélioration du terrain, la fraîcheur qu'il y maintient, tant que le fond de la terre conserve son ameublissement.

On a objecté contre le défrichement l'impossibilité de fertiliser une couche aussi épaisse de terre. Ainsi, dit-on, pour donner une même quantité d'engrais à un cube double de terre, il faut supposer qu'on puisse lui incorporer une quantité double d'engrais. Nous ferons d'abord observer que nous ne conseillons le défoncement en ramenant la terre du fond à la surface que dans le cas où le fond lui-même ne serait pas composé de terre infertile ; en second lieu, que le défoncement n'ayant lieu qu'à des intervalles de temps éloignés l'un de l'autre et se faisant ordinairement à la fin d'un assolement, c'est-à-dire quand l'engrais formé à la surface est très près d'être épuisé, il ne sera pas question d'amalgamer à tout le le cube soulevé le nouvel engrais qu'on destine aux cultures subséquentes, mais seulement à la couche qui sera ultérieurement soulevée par les labours annuels, et qui se trouve à la surface. Il n'en est pas moins vrai qu'une portion du vieil engrais se trouve enterrée au fond du défoncement avec la couche qui de supérieure est devenue inférieure; qu'ainsi, à la longue, tout le cube du défoncement se trouve engraissé, mais aussi on

prépare par là, d'une manière certaine, le succès des récoltes à racines plongeantes, qui trouveront dans les couches inférieures des principes fécondants en même temps que l'humidité qu'elles vont y chercher.

Les autres travaux périodiques ont pour but de fournir aux plantes les substances fixes propres à leur nutrition, et principalement les éléments calcaires, le chaulage et le marnage. Nous en avons traité en détail dans le premier volume ; nous nous bornerons à dire ici que la répétition de ces opérations dépend de la dose de chaux qu'on emploie, de la qualité de la marne, et que le moindre indice du retour des plantes qui craignent la chaux, comme les oxalis, la petite oseille, la matricaire, etc., est un signe suffisant pour provoquer le renouvellement de l'opération.

CHAPITRE III.

Cultures annuelles.

Rien ne porte plus l'empreinte du manque d'expérience de la plupart des auteurs agronomiques que ce qu'ils ont écrit sur les labours. Ceux qui ont le mieux réfléchi sur les phénomènes de la végétation n'ont pas osé entreprendre de les ramener à des principes généraux, faute d'avoir suivi pas à pas et pendant longtemps les opérations du laboureur, et d'avoir observé leurs effets divers modifiés par les circonstances des saisons. Dans presque tous leurs livres nous trouvons érigée en règle la pratique agricole qui est suivie dans les lieux où ils ont été écrits. Pictet, dans son traité des assolements[1] est celui de tous qui nous paraît avoir le mieux compris les bases vé-

(1) Page 8 et suivantes.

ritables de la culture. Après avoir étudié les méthodes de labour usitées dans les différents climats, avoir cherché à nous rendre raison des différences qui caractérisent les diverses pratiques, nous allons essayer d'en tirer une théorie générale basée sur les faits et qui puisse s'appliquer à toutes les situations. Si nous n'y réussissons pas, il ne faut pas en conclure, comme on le fait trop généralement, qu'il est impossible de ramener les faits agricoles à des lois communes, mais seulement que notre synthèse n'a pas embrassé un assez grand nombre de ces faits et qu'elle a besoin d'être complétée.

Section Ire. — *But des cultures.*

La culture mécanique a quatre buts principaux : 1° exposer la plus grande surface possible de terre aux influences atmosphériques; 2° ameublir le terrain pour le rendre perméable aux racines des plantes; 3° procurer aux pluies un réservoir assez vaste pour que les racines ne soient pas tenues en macération, pour que l'évaporation du sol soit lente et que l'intérieur de la terre conserve toujours une dose suffisante d'humidité pour entretenir la végétation; 4° détruire les herbes sauvages, toutes celles qui ne font pas partie de la culture utile des champs.

Ce n'est pas par une seule œuvre qu'on peut atteindre ces différents buts. Supposons en effet que l'on pût faire un labour profond qui pulvérisât la terre d'un seul coup : il procurerait bien aux plantes le réservoir d'humidité et l'ameublissement, mais il n'exposerait pas à l'action de l'air la plus grande surface possible, car la terre ainsi pulvérisée s'affaisserait sur elle-même, ses particules se rejoindraient et l'on n'aurait toujours qu'un plan exposé à cette action. Un labour superficiel pourrait suffire pour détruire les plantes annuelles et ne suffirait pas pour déraciner plusieurs espèces vivaces; l'ameu-

blissement qu'il procurerait pénétrerait peu, il donnerait peu d'espace pour l'absorption des eaux pluviales. C'est de la combinaison seule de plusieurs œuvres, les unes profondes, les autres superficielles, que peut résulter la perfection de la culture mécanique.

SECTION II. — *Labour pour ouvrir la terre.*

Pour atteindre le premier but que nous nous sommes prescrit, celui d'exposer la terre aux influences atmosphériques, il faut s'empresser de l'ouvrir aussitôt que possible après avoir enlevé les récoltes qui couvrent le champ.

> Illa seges demum votis respondet avari
> Agricolæ, bis quæ solem, bis frigora sensit.

Sans demander, comme Virgile, une aussi longue exposition de la terre à l'air, nous pensons que si elle a reçu les atteintes du soleil d'été, des pluies d'orage et des rosées de cette saison, qu'ensuite elle soit pulvérisée par la gelée, elle aura reçu la préparation la plus favorable aux plantes qui y seront semées.

Quand même il serait possible de tenir la terre parfaitement nette de toute végétation sauvage entre deux récoltes, comme le proposait le major Beatson, nous croirions faire une économie mal entendue en évitant de renverser le sol. Mais selon que le terrain est plus ou moins tenace, l'exposition de la terre à l'air peut être plus ou moins complète, et dans tous les cas exige des moyens différents. Une terre tenace se soulève en longs prismes par l'action de la charrue, et ces prismes restent presque entiers après son passage. Une terre qui l'est peu, une terre sableuse, par exemple, se divise par l'effet de la torsion qu'elle éprouve sur le versoir, et retombe, en se divisant, en particules qui remplissent le vide du sillon précédent. Dans ce dernier cas, on change la surface exposée à l'air, mais on ne

l'augmente pas; dans le premier, au contraire, dans la terre d'une suffisante ténacité, il est possible, il est important d'accroître cette surface; mais, pour raisonner d'une manière générale. nous admettrons l'hypothèse que les prismes détachés par la charrue sont solides et ne se désagrégent pas, quoiqu'il n'en soit pas ainsi dans la nature : comme les particules de terre ne sont renversées que successivement par l'action du versoir, dans les terres même les plus légères, la tranche renversée ne se pose réellement pas à plat, mais conserve toujours sa forme prismatique, ce qui forme les sillons. Ainsi, soient les deux prismes successifs A et B (*fig.* 145), soulevés par la charrue. La surface exposée à l'air avant le labour, était seulement égale à ED; après le labour ce sera CE + ET + TG + GD, sans compter les espaces X situés à la base et dans lesquels l'air pénétrera.

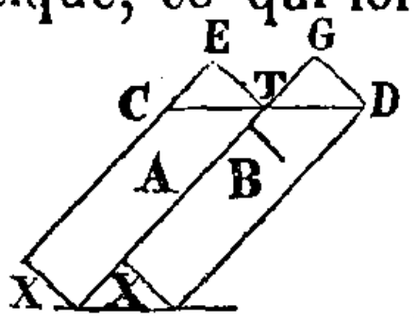


fig. 145.

Pour trouver la position dans laquelle ces prismes présentent la plus grande surface possible à l'air, il faut déterminer celle où la somme des deux côtés du triangle rectangle TG + GD est la plus grande possible par rapport à l'hypoténuse TD. Or il est facile de prouver que ce cas est celui où les prismes sont inclinés à 45°. Si la profondeur du labour est égale ou inférieure à sa largeur (*fig.* 146), il est clair que la tranche soulevée tombera à plat dans le sillon et le remplira, et que la surface mise à jour ne sera pas augmentée. Mais si la profondeur excède la largeur (*fig.* 147), la tranche rencontrera, avant d'avoir fait un quart de révolution entier, la tranche renversée précédemment, qui la soutiendra dans sa chute.

fig. 146.

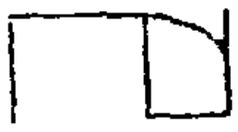


fig. 147.

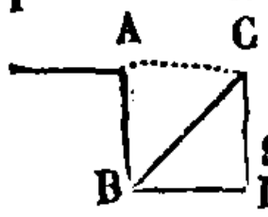


fig. 148.

Pour que le premier prisme soit arrêté dans la position de 45° par le bord du sillon, il faut que son côté AB (*fig.* 148), dans son mouvement de conversion, rencontre le côté CD opposé du sillon. Pour que

cela ait lieu, il faut donc que AB soit égal au moins à l'hypoténuse BC du triangle rectangle BCD, formé par le côté BD, qui représente la largeur du labour, et le côté CD, qui représente sa profondeur. Les angles B et C étant de 45° par l'hypothèse, nous aurons pour la valeur de AB=BC, la proportion suivante : sin.45° : BD : : sin.90 : BC'; et faisant BD=1, la valeur de AB serait de 1°,43. Ce résultat se rapproche beaucoup de l'indication de M. Gariot [1], qui indiquait comme le labour le plus parfait possible celui dont la largeur et la profondeur étaient dans le rapport de 6 : 9.

Telle n'est pas sans doute la pratique générale; on ne voit que trop, au contraire, même dans les terrains tenaces, les labours plus larges que profonds. On expédie ainsi beaucoup d'ouvrage, et l'on ne manque pas de raisons pour justifier cette pratique. Burger, d'accord en cela avec Bailey, veut que la profondeur du labour soit à la largeur comme 5 : 7. Nous avons vu qu'alors on retournait complétement la tranche qui en pouvait être soutenue obliquement dans sa chute. Ces auteurs recommandent de labourer de $0^m,29$ de largeur et de $0^m,20$ de profondeur. Nous pensons que les labours d'ouverture doivent avoir $0^m,17$ de largeur, sur $0^m,25$ de profondeur, pour que la terre soit bien disposée à profiter des bénéfices des météores, et que la plupart des plantes y trouvent une couche ameublie suffisante pour l'extension de leurs racines, et un réservoir d'humidité qui fournisse à leurs besoins. Si nous admettions seulement la profondeur de $0^m,20$, la largeur du labour serait $0^m,133$, et le temps employé à labourer étant en raison inverse de sa largeur, comparé à celui de Bailey, il emploierait un temps représenté par la fraction $\frac{107}{133} = 1,28$, près d'un tiers en sus. Maintenant, il faudra porter au compte de l'auteur anglais les frais qu'il lui en coûtera pour briser et ameublir, au

(1) *Société de Lyon*, rapport sur la charrue.

printemps, des tranches qui étant retombées à plat n'auront pas subi l'effet des gelées comme celles que l'on aura soutenu dans une position presque verticale; la manière imparfaite dont on opérera cet ameublissement au moyen des rouleaux et des herses, comparée aux effets qu'aurait produits la nature. Ceux qui ont examiné de près ces résultats divers n'hésiteront pas à donner la préférence aux labours minces et profonds, malgré la considération que l'on n'aura labouré que 31 ares par jour au lieu de 40.

Ainsi, dans les terres tenaces, qui ne se désagrégent pas ou se brisent peu par l'action de la charrue, les meilleurs labours d'ouverture seront ceux qui auront environ la proportion indiquée plus haut. Dans les terres légères et friables la largeur pourra être égale ou plus grande que la profondeur, quant à l'objet spécial d'exposer le sol à l'impression de l'atmosphère.

SECTION III.— *Labour d'ameublissement du sol.*

Le premier labour contribue si puissamment à l'ameublissement du sol, qu'il est impossible de le considérer isolément sous le premier rapport de l'exposition de la terre à l'air, et qu'il faut bien aussi prendre en considération ses effets sous cet autre rapport. Le labour profond et peu large, déjà conseillé pour les terres tenaces, sera très efficace pour cet ameublissement, soit que la terre reste exposée aux effets des pluies et des gelées, soit que réduits à la nécessité de briser ses tranches par d'autres instruments, le roulcau, la herse, les scarificateurs, elle nous présente une grande masse de terre déjà détachée du fond et ébranlée par le mouvement de torsion qu'elle a éprouvé par l'effet du versoir. Quant aux terres légères, quel que soit leur peu de ténacité, on doit considérer qu'à la longue leur sous-sol se durcit, et que les racines qui parviennent à le percer, ont toujours à vaincre un certain ob-

stacle. La profondeur de leur labour doit donc être réglée principalement sur la nature des végétaux qu'on veut y cultiver. Les plantes à longues racines, comme la luzerne, etc., exigent un labour de $0^m,30$ de profondeur; les céréales maintiennent généralement leurs racines à une profondeur de $0^m,20$; un labour de $0^m,25$ sera pour elles une préparation suffisante.

Mais ce premier labour serait insuffisant pour ameublir la terre, si on ne l'aidait par des travaux subséquents; ceux-ci rempliront aussi le dernier but que nous devons nous proposer, celui de nettoyer la terre des herbes sauvages qui y croissent incessamment.

Si le terrain doit passer l'hiver avant d'être ensemencé, l'action des météores, opérant sur ses surfaces, tend à désagréger les particules de terre, à émousser les angles, enfin à le réduire graduellement à une surface presque plane, mais friable et facile à attaquer. On attend alors le retour du printemps et le moment de la germination des herbes adventives pour lui donner de nouvelles œuvres.

Si le labour doit être bientôt suivi de la semaille, on fait suivre la charrue par le rouleau, et celui-ci par la herse dans les terres fortes; la herse seule suffit dans les terres plus légères. Cette opération est importante; car les tranches étant saisies par la sécheresse, durciraient beaucoup, si elles n'étaient immédiatement brisées après le premier labour. Après le hersage on attend, comme dans le cas précédent, la germination des herbes adventives pour donner les façons suivantes.

Ces herbes différentes selon les climats peuvent pourtant se réduire à trois grandes classes : 1° les plantes vivaces à racines pivotantes; 2° les plantes vivaces à racines traçantes; 3° les plantes annuelles.

1° Les plantes vivaces à racines pivotantes sont ordinaire-

ment extirpées par les labours de défoncement, et s'il est renouvelé à propos, comme nous l'avons conseillé, elles ne reparaîtront pas en grand nombre. Quand les racines sont très profondes, elles ne peuvent quelquefois être enlevées que par une fouille faite à leur pied, telles sont par exemple les racines du palmier nain (*chamærops humilis*), qui sont le fléau des cultivateurs de l'Algérie, le tussilage dans les pays humides ; le chardon hémorrhoïdal (*serratula arvensis*), qui se propage très abondamment par ses graines ailées, et que le voisinage de propriétaires moins soigneux suffit pour faire reparaître dans les champs les mieux tenus ; il en est de même de la patience (*rumex*). Ces plantes doivent être arrachées à la main quand la terre est fraîche. Lors des hersages, il ne faut jamais manquer d'enlever du champ celles de ces racines que la herse a entraînées. L'échardonnage à la main est une opération de rigueur quand on veut avoir des champs bien nets. Les plantes dont les racines ne plongent pas au-dessous des labours ordinaires seront renversées par ce labour, et ne tarderont pas à périr, si on les laisse quelque temps exposées à l'air et que les labours d'ameublissement et de nettoyement précèdent toujours l'époque de leur fructification.

2° Les plantes à racines traçantes. Celles-ci sont le désespoir des agriculteurs qui ne prennent pas des moyens vigoureux pour les dompter. Les ononis, le chiendent (*triticum repens* et *paspolum dactylon*), la houlque molle (*holcus mollis*), l'avoine vivace (*avena fatua*), l'avoine à chapelets (*avena bulbosa* wild), et le roseau (*arundo phragmites*), sont en Europe, celles dont il est le plus difficile de se débarrasser.

Les ononis, comme les autres plantes ligneuses et nécessairement rares parce que leur dissémination est moins abondante, doivent être extirpés à la pioche. Quant aux chiendents, aux houlques, à l'avoine vivace, on ne peut les détruire qu'au moyen de labours d'été, faits dans les temps les plus secs de

l'année et qui exposent leurs racines à l'air. Ces labours doivent être peu profonds et répétés. On laisse seulement entre eux le temps nécessaire pour que la racine découverte ait pu se sécher. On termine par un labour plus profond, qu'on fait suivre d'une forte herse ou d'un scarificateur qui ramasse toutes ces racines que l'on a soin de brûler. Deux mois de travaux dans cette saison sèche sont ordinairement nécessaires pour en finir avec ces plantes quand elles se sont emparées du terrain. S'il s'agit du chiendent, le hersage doit précéder chaque labour intermédiaire et non le suivre, de crainte de recouvrir les racines qui auraient été mises précédemment à découvert. L'avoine à chapelets résiste plus que toutes les autres plantes, parce que sa racine formée d'une série de petits bulbes ne se dessèche pas aisément et que si quelques bulbes échappent, ce qui ne peut manquer d'arriver, elle se reproduit bientôt. Ce n'est donc souvent qu'après plusieurs années de travaux que l'on vient à bout de l'extirper, et quand elle commence à être moins abondante, pour en finir, on déracine à la pioche ce qui en reste. Les roseaux ne résistent guère dans un terrain sec; mais dans un terrain humide ils ne cèdent qu'à un défoncement complet.

3° Les plantes dont nous venons de parler ne se rencontrent que dans des terrains habituellement négligés; mais les semences de plantes annuelles, apportées par les vents, conservées dans l'intérieur des mottes qui n'auraient pas été brisées, ne tardent pas à couvrir le terrain, après les labours, si elles sont favorisées par une pluie douce et par une chaude température. Ce sont elles qui doivent être l'objet de l'attention particulière et soutenue du cultivateur.

Ces plantes sont nombreuses; mais parmi elles se distinguent les plantes à graines huileuses, les crucifères et les pavots, par l'épuisement qu'elles causent au sol. Elles ont cela de particulier, qu'elles germent avec facilité, qu'elles fleu-

rissent et grainent en peu de jours, et presque ras du sol si elles sont surprises par la chaleur, et qu'ainsi plusieurs générations de ces plantes peuvent se succéder en peu de temps, et laisser le champ infesté de leurs semences pour les années suivantes. Mises à découvert par la charrue dans un champ qui a une humidité superficielle, ces semences, par la promptitude de germination que nous venons de signaler, le recouvrent bientôt de leur végétation; elles constituent ainsi le phénomène qui, dans les pays méridionaux, où leur floraison est singulièrement hâtée par le climat, est connu sous le nom de *terre gâtée*. Nous devons nous arrêter un moment sur ses causes et sur ses effets.

Section IV. — *Terre gâtée.*

Columelle décrivait, il y a dix-huit cents ans, cet effet singulier qui se produit après les labours effectués dans certaines circonstances : « *Sed quandoque arabitur, observabimus ne « lutosus ager tractetur, neve exiguis nimbis semi-madidus, « quam terram rustici variam cariosamque appellant. Ea « est cum post longas siccitates levis pluvia superveniens « partem glebarum madefacit, inferiorem non attingit. Quæ « varia subacta sunt, triennio sterilitate afficiuntur.* » — « Mais, dans quelque temps qu'on laboure, qu'on ait soin de ne pas toucher au champ bourbeux, ni à celui que des pluies légères ont à demi humecté. C'est cette terre que les paysans appellent *varia* et *cariosa ;* c'est celle dont les petites pluies ont mouillé la surface sans pénétrer au fond. Quand ces terres sont retournées par la charrue, elles deviennent stériles pour trois ans. »

Longtemps auparavant Caton avait dit dans son style laconique : « *Terram cariosam caveto ne ares, neve plaustrum, « neve pecu in eam impellas. Si ictu non caveris, quo impuleris,*

« *triennio fructum amittes.* » — « Ne laboure pas la terre *cariosa*, n'y fais entrer ni les voitures ni les bestiaux. Si tu négliges ce précepte, tu seras privé de récolte pendant trois ans dans ce que tu auras touché. »

Cet effet, d'autant plus remarqué que le climat est plus méridional et plus sec en été, n'est cependant pas inconnu même dans la région des céréales. Il se reproduit comme les auteurs anciens l'ont annoncé, quoiqu'il soit difficile de fixer d'une manière aussi précise la durée du mal produit par un labour intempestif. Elle sera courte pour le bon cultivateur, tandis que la négligence et l'incurie pourront la prolonger beaucoup au delà du terme de trois années.

La terre gâtée se couvre rapidement d'une foule de mauvaises plantes très avides d'engrais, telles que les pavots, les camomilles, les crucifères. Plusieurs générations de ces plantes se succèdent même dans le courant de l'année, et les années qui suivent ces plantes se montrent encore jusqu'à ce que des labours actifs les aient fait disparaître. Mais alors l'épuisement de la terre est manifeste, et les céréales, qui y poussent bien en herbe, manquent de force pour monter en épis, soit à cause du voisinage de ces plantes épuisantes, soit à cause des pertes que le terrain a faites en nourrissant plusieurs de leurs générations.

Le mal se fait surtout sentir dans les terres légères, dont les particules sont naturellement détachées, et qui présentent ainsi une multitude de surfaces poreuses à l'action de l'air. On sait que la condensation de la vapeur d'eau et de l'oxygène dans les corps poreux, cause un grand dégagement de chaleur; c'est ce qui arrive, par exemple, avec l'éponge de platine. Maintenant, si l'on admet que les graines des crucifères et des pavots, dont la germination est si rapide, soient ramenées au contact de l'air par un labour fait dans une terre qui vient d'être légèrement humectée, la production de cette chaleur, unie à cette

humidité, développe ces germes et produit la végétation nuisible qui couvre si rapidement le champ. Il y a alors absorption des engrais naturels du sol par cette multitude de plantes.

Pour nous faire une idée de la consommation qu'elles en font, nous avons ensemencé très épais une planche de terre en pavots (*papaver rhœas*). Après leur fructification, et avant que les graines se fussent disséminées, nous avons cultivé la planche, et nous l'avons semé en froment, ainsi qu'une autre planche à côté de la première qui n'avait pas porté de pavots. L'année suivante le froment de la première n'a pu épier, tandis qu'il a été fort beau sur la seconde. Voilà le même effet que sur la terre gâtée, sans qu'on puisse l'attribuer à un vice de culture. Les deux planches ayant été ensuite bien cultivées et non fumées, furent semées de nouveau en froment; la planche qui avait été infectée eut des épis plus faibles que l'autre, mais qui vinrent à maturité; la troisième année, enfin, les planches, épuisées par ces récoltes successives, et resemées encore en blé, produisirent dans l'une et dans l'autre planche une chétive récolte, mais égale sur toutes les deux. On peut donc dire qu'à mesure qu'il y avait restitution des sucs de l'atmosphère, à mesure que de nouvelles particules de terre avaient pu céder, par leur décomposition, des éléments de nutrition que les pavots n'avaient pas absorbés, la terre se rétablissait d'elle-même, et semblait réparer la forte déperdition causée par l'abondance des pavots qu'elle avait portés, puisqu'elle était revenue à l'état d'égalité avec la terre qui n'avait pas été infestée de cette plante. Cet état d'épuisement n'est pas causé seulement par le pavot; tous les jardiniers savent que les terrains où poussent des semis très épais sont extrêmement fatigués, et ont besoin d'engrais pour se réparer.

On a cherché souvent à bien préciser les circonstances dans lesquelles la terre pouvait se gâter; mais on est loin d'y avoir

réussi. Pour se former des idées exactes à ce sujet, il faudrait supposer, non-seulement le labour au moment où le temps est chaud et humide et cette circonstance fatale si redoutée des cultivateurs, une petite pluie pénétrant peu profondément la terre échauffée ; mais encore l'existence d'une suffisante quantité de mauvaises graines pour que leur levée pût amener l'épuisement, et cette abondance de germes étrangers ne se présente pas dans les terres soumises dès longtemps à une bonne culture. Aussi a-t-on échoué dans un grand nombre d'expériences tentées pour gâter un terrain en le labourant au moment précis où les paysans regardaient le résultat fâcheux comme infaillible. M. Rigaud de Lisle, en particulier, nous disait qu'il avait renouvelé bien des fois cette épreuve sans y avoir réussi, tandis que souvent il gâtait des terres sans le vouloir. M. Lambruschini a fait aussi des expériences dans le même but. En 1824, ayant fait tout ce qui était indiqué comme le plus propre à gâter un champ, l'ayant labouré au mois d'août, au moment où sa surface était brûlante et venait de recevoir une pluie de $0^m,001$ qui laissait le terrain sec et chaud, puis, après une seconde pluie de $0^m,016$, il le fit semer le 16 novembre, et obtint plus de grains de la partie qui avait été travaillée à contre-temps que de celle qui l'avait été en temps jugé opportun [1].

Toutes les fois que l'expérience aura été faite sur des champs bien propres, purgés depuis longtemps des mauvaises herbes, et par conséquent de la surabondance de leurs graines, l'expérience ne réussira pas ; mais si le champ est jonché de mauvaises herbes, si la pluie est suffisante pour gonfler la graine, que par un labour on la ramène à la surface du sol, où elle reçoit un degré de chaleur propre à hâter sa végétation, elle germera en une nuit, et elle ne tardera pas à couvrir le champ et à produire les effets décrits.

(1) *Giornale agrario di Toscana*, 1828.

C'est aussi par la même cause que l'on gâte les champs en labourant ceux qui sont gelés. Lors du dégel la terre se pulvérise au dernier degré, et les graines renfermées dans les mottes étant à découvert, germent avec facilité dès que la température vient à s'élever.

En effet, ces petites graines demandent à être très peu couvertes pour germer ; il leur faut le contact immédiat de l'air, et leur plantule est incapable de vaincre la moindre résistance et de percer la moindre croûte de terre dont elle serait recouverte, et elles peuvent rester indéfiniment sous une couche un peu épaisse de terre, et dans un état de vie latente, en conservant la faculté de germination. « La durée de temps pendant laquelle les graines se conservent dans cet état, dit Thaër (§ 570), est indéfinie, puisque lorsqu'on remet en labour un terrain qui était probablement demeuré inculte pendant des milliers d'années, et sur lequel on ne découvrait aucune plante de cette espèce, il s'en trouve couvert dans toutes ses parties. C'est ainsi que, dans les marais de l'Oder, il pousse quelquefois une quantité surprenante de moutarde (*sinapis arvensis*), lorsqu'ayant mis en culture un terrain qui, de tout temps, a été marais, on l'ameublit de manière qu'à la seconde année le gazon soit détruit et divisé. Cette semence ne peut avoir été amenée là que dans les temps les plus reculés, et après avoir été déposée par les eaux dans les limons qu'elles charriaient avec elles. Souvent aussi l'on a vu pousser de nouvelles herbes sur des terres de plus d'un mètre de profondeur, et même sur le sol d'anciennes forêts. On a trouvé sous un bâtiment, qui sûrement avait existé deux cents ans, une terre noire qui fut transportée avec des platras dans un jardin ; bientôt il poussa à cette place une quantité de marguerites dorées (*chrysanthemum segetum*), quoique auparavant on n'y en eût jamais vu.

« Le nombre de ces petites semences qui peuvent exister dans le sol dépasse toute idée. Lorsqu'on a divisé soigneuse-

ment la terre, et qu'on l'a réduite en poudre, elle est bientôt couverte d'une masse épaisse de mauvaises herbes que le labour ne tarde pas à détruire complétement; les jeunes plantes ne pourraient pas y résister. Mais alors le terrain inférieur, ramené à la surface, se couvre bientôt d'une quantité de mauvaises herbes tout aussi grande que la première. J'ai vu cela se répéter jusqu'à six fois pendant un été, sans que je remarquasse de diminution dans cette pousse de mauvaises herbes et sans que l'espèce en fût détruite pour l'année suivante. On a renouvelé ces opérations jusqu'à la troisième année sans pouvoir débarrasser entièrement le terrain de la semence de la marguerite dorée. »

Cette dernière plante, en particulier, préoccupe tellement les agriculteurs allemands et s'empare de leurs champs avec une telle obstination qu'ils imposent aux fermiers une amende de 1 et 2 gros (0f,15 et 0f,30) pour chaque chrysanthème qu'ils y trouvent. Les raiforts sauvages (*raphanus raphanistrum*) la moutarde des champs, la folle-avoine, le bleuet, les camomilles, le pavot rouge, les nielles (*agrostema githago* et *nigella damascena*), les bromes durs (*secolinus arvensis*) dans la région céréale, auxquels il faut ajouter dans la contrée des oliviers la centaurée solsticiale, et la centaurée chausse-trape, la balsamite, le raygrass vivace, telles sont les plantes annuelles et bisannuelles contre lesquelles le cultivateur se débat le plus souvent et qu'une culture soignée finit par faire disparaître.

Nous devons dire cependant qu'on abrége la durée de la lutte en incendiant les champs immédiatement après la moisson. On détruit ainsi les graines des plantes venues à maturité et celles qui sont à la surface du sol. Cette méthode était connue et pratiquée des anciens et Virgile la recommande en ces termes :

> Sæpe etiam steriles incendere profuit agros
> Atque levem stipulam crepitantibus urere flammis.

Cet usage est encore suivi dans le Midi quand les chaumes sont accompagnés d'herbes dures et piquantes, telles que les centaurées qui rendraient difficile le pâturage des chaumes. Après cet incendie la surface de la terre devient beaucoup plus facile à entamer. Un écobuage complet est aussi une excellente préparation pour les terrains longtemps négligés et que l'on veut soumettre à une bonne culture.

SECTION V. — *Labours d'ameublissement et de nettoiement des terres (labours de sarclage).*

Quand la terre a reçu un labour d'ouverture, qu'elle a assez d'humidité pour disposer les semences à la germination et que la température moyenne des jours dépasse $+6^{\circ}$, elle ne tarde pas à se couvrir de jeunes plantes, leur développement et leur tendance à la floraison se manifeste quand elle monte à $+10^{\circ}$ et $+12^{\circ}$. La formation des boutons à fleurs est le moment précis qu'il faut choisir pour détruire cette végétation parasite. Ainsi quand le labour a eu lieu en automne ou en hiver, c'est au commencement d'avril pour le midi de la France, vers le milieu de ce mois pour le nord, qu'on doit donner le premier labour de sarclage. Ce labour peut se donner au moyen du scarificateur. Dans les pays où la culture est soignée, on fait parcourir le terrain par des femmes et des enfants, qui avec une houlette, enlèvent les plantes qui auraient échappé à cet instrument. Moins d'un mois après, le champ est de nouveau regarni de plantes et on donne un second labour; un troisième et un quatrième labour peuvent être nécessaires avant que la sécheresse de la saison ait enlevé aux plantes la faculté de germer; mais quand les pluies rendent à la terre son humidité, les herbes repoussent et avec elles revient la nécessité de renouveler l'opération. Enfin la température s'abaisse au-dessous de 10°, alors les herbes cessent de pulluler et on

peut avec sécurité commencer les semailles des céréales, genres vigoureux, qui exigent une chaleur moindre pour végéter et s'emparer du terrain. Il arrive souvent, quand les semailles précèdent cette époque météorologique, que les blés sont accompagnés d'une telle quantité de mauvaises herbes qu'elles s'emparent des sucs de la terre, devancent la céréale dans sa croissance et rendent sa récolte presque nulle, à moins que semée en ligne, il ne soit possible d'en cultiver les intervalles. Ce même phénomène arrive aussi quand, après l'arrivée de la température moyenne de $+10^{o}$, elle ne continue pas à s'abaisser et que la saison devient relativement chaude. Nous avons vu des fermiers labourer au mois de novembre des champs semés depuis un mois et infestés de mauvaises herbes et les resemer aussitôt. Ils croient devoir ce sacrifice, qui souvent n'en est pas un, à la netteté future de leurs terres.

Ainsi pour être maintenue dans cet état de netteté, la terre ameublie a besoin d'un labour à peu près tous les mois pendant la période de l'année dont la température moyenne des journées s'élève au dessus de $+10^{o}$.

Voici maintenant les moyens d'exécuter ces travaux : quand la saison des gelées est terminée, on choisit un moment où la terre est *assaisonnée* (ne s'attache pas aux instruments) pour donner un premier labour d'ameublissement, qui pulvérise les mottes à la surface et remédie au tassement que les pluies de l'hiver ont causé dans la couche labourée. Si les mottes sont encore dures et persistantes, on fait précéder le labour par le passage d'un rouleau. Le labour se fait ensuite avec un scarificateur qui pénètre à la profondeur du labour lui-même. En supposant qu'on donne à la terre qui est déjà ameublie une ténacité de $0^{m},060$, ce travail, fait à la bêche dynamométrique, coûte 30 à 40 kil. de blé par hectare.

Quand la température s'est élevée et que les herbes commencent à garnir le sol, on commence les labours du sar-

clage qui ont lieu avec l'extirpateur. Il est employé deux à trois fois en avril, mai et juin dans nos climats. Puis vient la sécheresse et alors les plantes sauvages ne se montrent plus qu'en petit nombre, on reprend ensuite le scarificateur pour faire des labours d'ameublissement, et on conduit ainsi la terre jusqu'à l'époque des semailles. Tous ces travaux depuis le labour d'ouverture en automne, jusqu'à la semaille à la fin de l'été suivant, coûteront, dans une terre de ténacité moyenne :

Labour de 0m,25 de profondeur et 0m,17 de largeur ; terre de la ténacité de 0m,50.		
Pour 31 ares : 6 chevaux à 5f35. . . . . 2 hommes à 5,75.	44f68	Blé.
Et pour un hectare.		144f0
Rouleau ; pour 6 hectares, 2 chevaux et 1 conducteur.	16,81	
Et pour un hectare.		2,8
Scarification à 0m,15 de profondeur ; ténacité de 0m,70.		
Pour 186 ares, 6 chevaux et 2 conducteurs. . . .	44,68	
Et pour un hectare.		24,0
Un coup d'extirpateur, 6 chevaux et 2 conducteurs.	34,00	
Pour un hectare.	18,00	
Et pour trois coups d'extirpateur.		54,0
Labour pour enterrer le fumier et préparer les semailles, à 0m,16 de profondeur ; ténacité, 0m,060.		
Pour 40 ares : 2 chevaux, 10f70. . . . . 1 conducteur, 16,75.	16,45	
Et pour un hectare.		41,1
En supposant que la terre ait 100 kil. d'azote de vieux engrais, et qu'il faille en ajouter 180 kil. résultant de 45000 kil. de fumier de ferme, le prix de ce transport étant par tombereau ou voiture de 0f,0322 par 100 kil., sera pour 450quint. de 14 fr. 49 c., valant (le blé à 22 fr. les 100 kil.).		65,9
Étendre le fumier : 4 journées d'hommes.		23,0
		354,9

Le froment étant à 22 fr. les 100 kil., c'est une somme de 78 fr. 07 c. que coûtera cette préparation ; s'il était à 27 fr., elle coûterait 95 fr. 82 c.

Tels sont les frais qu'entraîne une agriculture bien conduite, où la puissance de la terre, pour parler le langage de Woght est portée au niveau de sa fertilité. Dans les pays arriérés où la jachère règne encore et où l'on cherche le profit non dans l'accroissement des produits, mais dans la réduction des dépenses, la culture se fait de la manière suivante :

Labour de 0m,16 de profondeur sur 0m,25 de largeur.		
Pour 40 ares : 4 chevaux, 2 conducteurs.	33k62	
Pour un hectare.		84k0
Rouleau		2,8
Hersage double.		30,0
Deuxième labour au printemps après la pousse des herbes.		
Pour 40 ares : 2 chevaux, 1 conducteur.	16,45	
Pour un hectare.		41,1
Troisième labour pour enterrer le fumier. . .		41,1
Charroi de 30,000 kil. de fumier à 500 mètres de distance.		43,5
Étendre le fumier, 3 journées d'hommes.		17,2
		259k7

Ou 57 fr. 53 c., le blé étant à 22 fr., et 70 fr. 11 c., le blé étant à 27 fr. les 100 kilogr.

Quand on ne fume pas, la dépense est réduite à 169k,8 de blé, c'est-à-dire à 37f,35, le blé étant à 22 fr.; et à 45f,84 le blé étant à 27 fr. les 100 kil. Tous ces calculs sont faits pour des terres de moyenne ténacité.

On a donné le nom de *jachère* à l'état d'une terre qui, après avoir porté une récolte, reste un an avant d'en porter une nouvelle; pendant cette année elle *se repose*, *jacet*. Alors le premier labour, labour d'ouverture, a lieu en automne, pour préparer la terre au moyen des gelées et des pluies d'hiver, ou seulement au printemps en abandonnant le terrain à la pâture pendant l'hiver. Ensuite les cultures de sarclage ont lieu pour le maintenir net et meuble. Si au printemps on

sème dans ce terrain des plantes rangées en lignes entre lesquelles les outils de l'agriculture puissent passer, cette culture prend le nom de *récolte jachère.* Mais si l'on sème alors des plantes sans intervalle entre elles, comme par exemple les blés et avoines de mars, on a ce qu'on appelle une *demi-jachère;* la terre n'ayant été exposée que pendant l'hiver et souvent bien tard à l'effet des météores. La jachère est supprimée et la culture est dite *continue*, si après la récolte d'été, on sème des plantes qui se récoltent en automne et qu'on leur fasse succéder d'autres plantes au printemps suivant, ou encore si la récolte d'été est suivie d'une prairie pérenne ou d'un pâturage.

La jachère complète, ou au moins les récoltes jachères sont nécessaires à tous les terrains, et il faut y revenir souvent si l'on ne veut pas les voir se souiller de mauvaises herbes. Quand la récolte jachère est bien conduite, elle est l'équivalent de la jachère complète pour l'ameublissement et le nettoiement du sol ; seulement elle enlève à la terre une partie de ses sucs nutritifs qu'il faut lui restituer par les engrais.

La demi-jachère ne peut être tolérée qu'à la condition qu'on labourera au commencement de l'automne, et que la terre exposée à l'air pendant l'hiver sera semée de bonne heure au printemps d'une nature de plantes, céréales ou autres, assez vigoureuse pour que les mauvaises herbes soient étouffées. C'est la demi-jachère, si usitée dans la région céréale, qui contribue à entretenir les terres dans cet état effrayant de saleté qu'on y remarque, parce que l'avoine qu'on y sème souvent ne pousse pas assez vigoureusement. Sous ce rapport, la vesce-fourrage est bien préférable aux céréales. Le mal augmente encore quand les terres ne sont ouvertes qu'au moment où elles doivent être semées, à la fin de l'hiver; car alors les herbes sauvages venues sur les chaumes ont le temps de disséminer leurs semences, et celles-ci poussent en même

temps que les semis dans le moment le plus favorable pour la végétation.

Quoi qu'il en soit, toute terre bien conduite doit être laissée sans culture aussi peu de temps que possible ; d'abord parce qu'étant tassée, elle présente peu de surface à l'action des météores, ensuite parce qu'il pousse alors une végétation adultère qui y perpétue les germes des plantes sauvages. Après une récolte, elle doit être ouverte aussitôt que le terrain est *assaisonné ;* et d'ailleurs elle doit recevoir, jusqu'à l'époque des semailles, des labours de sarclage et d'ameublissement aussi fréquents que l'exigent la crue de la végétation spontanée et le tassement du terrain.

SECTION VI. — *Influence des saisons sur les labours.*

Nous avons défini dans notre premier volume [1] ce que nous entendions par *terre fraîche ;* c'est celle qui retient habituellement à $0^m,33$ de profondeur, même dans les temps de sécheresse, au moins 0,15 de son poids d'eau, et qui, deux ou trois jours après les pluies, n'en garde pas plus de 0,23. C'est dans cet état que les terres peuvent se labourer en tout temps, sauf dans les jours qui succèdent immédiatement aux grandes pluies, sans occasionner, pour les labours d'ouverture, une résistance trop forte aux instruments ; c'est alors qu'elles ne forment pas pâte, ne s'attachent pas aux socs, aux coutres, et ne font pas de mottes difficiles à briser.

Toutes les terres, même les plus sèches et le plus sujettes à l'humidité (si elles ne sont pas à l'état de marécage), se trouvent un certain nombre de jours de l'année dans cet état moyen favorable à la culture. On dit alors que la terre est *assaisonnée*. Chaque terrain en particulier, soit à raison de sa nature

(1) Page 167, 1re édit. ; page 151, 2e édit.

et de la profondeur de son sol, soit à raison de sa position topographique dans le même climat et dans la même saison, a un plus ou moins grand nombre de jours où il se trouve dans cet état. Mais en laissant à chacun faire la part de ces circonstances particulières, nous avons vu [1] que l'état de l'atmosphère qui entretiendrait la terre dans cet état moyen d'humidité, serait celui où l'évaporation serait moindre de deux fois la quantité de pluie tombée. Il faut ajouter que le terrain devient sec quand, pendant un mois entier, l'évaporation est quatre fois plus grande que la quantité de pluie. Ainsi, à Paris, les mois où l'humidité est trop grande pour qu'on puisse faire les labours dans les terrains glaiseux et argileux, sont janvier, février, novembre et décembre; les mois où la terre est trop sèche pour qu'il soit possible de cultiver les mêmes terrains sont juin, juillet, août et septembre; ceux où la terre est favorablement disposée sont mars, avril, mai et octobre.

A Orange, les mois où la terre est trop humide sont janvier et février; ceux où elle est trop sèche, juin, juillet, août et vingt jours de septembre; ceux où elle est assaisonnée, sont mars, avril, mai, dix jours de septembre, octobre, novembre et décembre.

Sous le climat de Stockholm, la fin de mai et le mois de juin sont les seuls qui présentent une terre assaisonnée. La culture des terres argileuses doit y être difficile, et probablement on doit les convertir en prairies.

Les terrains sablonneux et siliceux peuvent être cultivés toute l'année, excepté les jours de gelée et ceux qui suivent immédiatement la pluie, si d'ailleurs le sol est suffisamment profond.

Telle est la première vue que nous présente la connaissance

(1) Tome II, page 152.

générale des terrains ; mais l'agriculteur saura connaître pour chaque instant donné l'état de la terre, et distinguer celui que nous avons appelé son *assaisonnement*. La terre est trop sèche, et présente trop de dureté si la pression du bras ne suffit pas pour faire pénétrer la bèche à $0^m,27$ de profondeur, et s'il faut y ajouter le poids du corps ou opérer même des chocs pour obtenir cet effet ; la terre est trop humide si elle s'attache aux instruments dans les terrains argileux et dans les glaises sablonneuses et les marnes, si la motte lancée avec force contre terre, après avoir été soulevée, ne se brise pas en menus morceaux, mais continue à faire un corps pâteux.

C'est dans la meilleure distribution des travaux, entre les saisons où la terre présente le plus fréquemment ces caractères, que consiste une partie importante de l'art de l'administration dont nous traiterons dans la dernière partie de cet ouvrage.

SECTION VII. — *Forme du labour* [1].

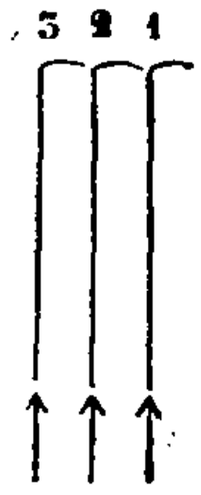


fig. 149.

Labourer *à plat* dans toute la rigueur du mot, c'est remplir avec la tranche soulevée par le second trait de charrue le sillon ouvert par le premier. Ainsi, la charrue versant à droite pour le premier trait (*fig.* 149), il faudra que, revenant sur ses pas sans travailler, elle retourne à son point de départ pour faire le second trait, qui versera encore à droite pour remplir le premier sillon, et ainsi de suite. On épargne ces retours à vide en employant les charrues tourne-oreilles, que nous avons décrites dans la mécanique, et qui versent à volonté à droite ou à gau-

(1) Dans cet article et dans ceux qui suivent, chaque trait indique une raie de labour ; la flèche qui l'accompagne, la direction du labour, et l'arc de cercle placé à l'extrémité où se termine la raie montre le côté où le versoir a rejeté la terre. Ainsi la raie *ab* (*fig.* 150) a commencé en *a* et a fini en *b* ; le versoir a renversé la terre de *b* en *c*.

fig. 150.

che. Ainsi, parvenu au bout du premier trait (*fig.* 151) qui versait à droite, on modifie la charrue, comme il a été indiqué pour qu'elle verse à gauche, et alors le second trait remplira le sillon ouvert par le premier.

fig. 151.

L'embarras de semblables machines, qui s'éloignent toujours de la perfection que peut atteindre un instrument combiné pour une direction donnée, a fait préférer d'autres moyens d'obtenir, une horizontalité du labour, sinon parfaite au moins si approximative, et dont il est si facile de corriger les imperfections, qu'ils deviennent préférables aux moyens compliqués fournis par la mécanique. Dès lors, on a réservé les charrues tourne-oreilles uniquement aux terrains inclinés, où, à cause de la difficulté de soulever la terre en contre-sens de la pente, on verse les tranches toujours du même côté.

En général, quand il est question de labourer des terrains horizontaux et peu inclinés, on se sert de la charrue à un seul versoir versant à droite. Supposons que nous voulions labourer un champ avec cet instrument, il est évident que le second trait de charrue (*fig.* 152) accolé au premier versera la terre à la même place que le premier, et qu'il y aura là une saillie formée par l'accumulation de ces deux tranches. Mais si ensuite on continue à labourer le champ alternativement, à droite et à gauche de ces premiers traits, de manière que les traits impairs qui versent dans le même sens se trouvent tous à la gauche du premier, et les traits pairs à la droite du second, chacun des sillons se trouvera rempli par la tranche du trait suivant. On pourrait continuer ainsi jusqu'au bout du champ, et il se trouverait labouré parfaitement à plat, si ce n'est la saillie causée par les deux premières raies, saillie qu'il serait très facile d'effacer par le hersage, et deux sillons vides qui se trouveraient aux extrémités.

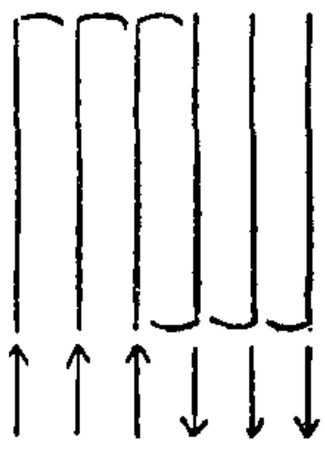


fig. 152.

Mais le moyen le plus efficace de niveler le champ consiste à faire succéder à un labour, allant du milieu aux bords du champ, un autre labour allant des bords au centre. Commençant le labour à droite du champ et rejetant la terre à droite, on passe ensuite pour le second trait à la gauche du champ (*fig.* 153), et on rejette la tranche à gauche ; le troisième trait fait à gauche du premier remplit son sillon ; le quatrième à gauche du deuxième fait le même effet à l'égard de ce dernier, et enfin les septième et huitième laissent entre eux un sillon vide à la place où se trouvait la saillie, qui se trouve ainsi effacée, de même que le vide, que le labour précédent avait fait aux deux extrémités du champ, se trouvera comblé par les tranches soulevées par le premier et le deuxième trait. C'est ainsi qu'alternant la façon des labours d'année en année, on maintient le champ en un plan parfait.

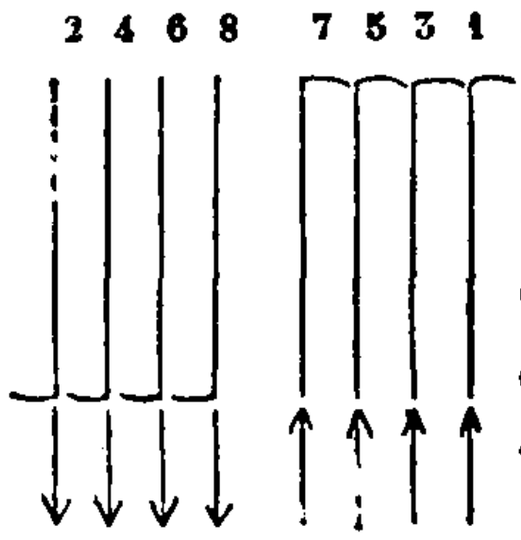


fig. 153.

Le plus grand inconvénient d'un pareil mode de travail, c'est l'immense perte de temps qu'il occasionne pour aller d'un bout du champ à l'autre. Supposons, par exemple, qu'il soit susceptible de recevoir huit traits de charrue.

Pour aller du 1er au 2e trait, la charrue parcourra la largeur de 7 sillons.
du 2e au 3e. 6
du 3e au 4e. 5
du 4e au 5e. 4
du 5e au 6e. 3
du 6e au 7e. 2
du 7e au 8e. 1

Total. 28

Ce total est le même si l'on commence au centre pour aller aux extrémités; il faudrait seulement renverser les nombres qui indiquent le trajet à faire. Si le champ était très large, cette perte serait considérable.

Mais si, au lieu de travailler tout le champ par un labour continu, on le divisait en deux planches de quatre traits chacune (*fig.* 154), nous aurions

POUR LA PREMIÈRE PLANCHE.

Du 1cr au 2e trait.	1
Du 2e au 3e.	2
Du 3e au 4e.	3
Pour passer du n° 4 de la 1re planche au n° 1er de la 2e.	6

POUR LA DEUXIÈME PLANCHE.

Du n° 1 au n° 2.	1
Du n° 2 au n° 3.	2
Du n° 3 au n° 4.	3
Total.	20 sillons.

3 1 2 4 3 1 2 4

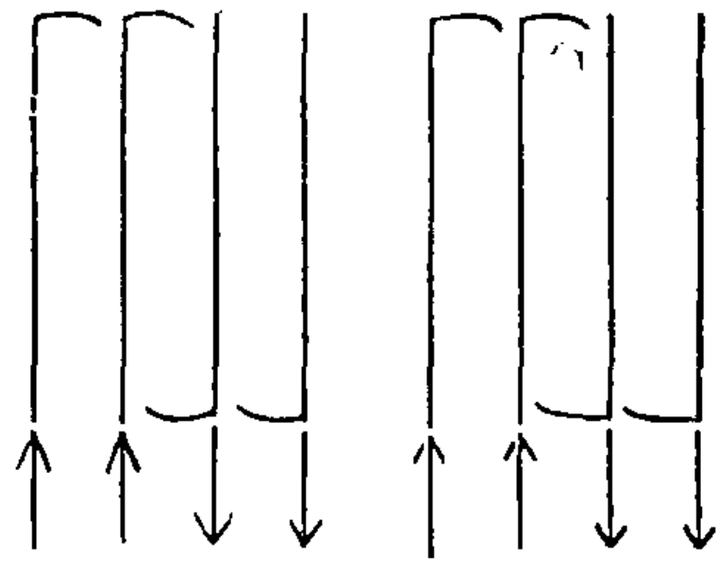


fig. 154.

Il y a donc économie de temps manifeste à faire de petites planches, et cette économie est d'autant plus grande qu'il y a plus de différence entre le nombre de traits de la petite et de la grande planche. On a de plus l'avantage de donner au champ un certain bombement favorable à l'écoulement des eaux, puisque le centre de chaque planche est relevé par l'accumulation de deux tranches et que ses bords sont creusés par la rencontre de deux sillons vides dont la tranche a été rejetée en sens contraire.

On donne le nom de *billons* aux planches composées d'un

petit nombre de traits de charrues (de 2 à 10 traits); au delà de ce nombre on les désigne seulement sous le nom de *planches.*

Ainsi quand on veut labourer à planches, on divise le champ en autant de parties que sa largeur contient de fois la largeur de la planche. On laboure successivement ces planches, si l'on n'a qu'une seule charrue ; ou si l'on travaille avec plusieurs charrues, chacune d'elles prend en partage un certain nombre de planches contiguës. En Belgique, les planches ont jusqu'à 20 mètres de largeur, et sont par conséquent composées de 100 traits de charrue de $0^m,20$, largeur qui est en général celle du soc de ce pays ; dans la France méridionale on fait les planches composées de 15 traits de charrue; M. Matbieu de Dombasle faisait ses planches de 4 mètres, parce qu'il voulait y placer quatre lignes de pommes de terre, de maïs, de féverolles qui s'espaçaient à $0^m,80$ les unes des autres, et qu'il restait alors $0^m,40$ pour la rigole intermédiaire des planches [1].

Ces rigoles extérieures aux planches ne dispensent pas d'ailleurs de tracer avec le buttoir des sillons transversaux dans la direction de la plus grande pente du champ et à travers des planches, si cela est nécessaire, et de les creuser ensuite avec la bêche. Les rigoles des planches viennent y verser leurs eaux et ces sillons profonds les conduisent hors du champ.

Ce que nous venons de dire suffit pour donner une idée de la manière de cultiver à plat, en planches et en billons, notre but n'a pas été de donner ici un manuel de ces opérations. Les Belges qui sont les premiers laboureurs de la terre et chez qui l'on trouve tous ces différents modes de traiter les champs, donnent à la formation des billons, à leur disposition, à la manière d'y distribuer les fumiers, à celle de les rompre et de les renouveler des soins dont il faut lire le détail dans l'excellente

(1) *Annales de Roville,* tome III, page 129.

Introduction à la connaissance de l'agriculture belge de Schwertz. Cet ouvrage n'a pas été traduit en français, mais on trouvera tout ce qui regarde le sujet dont nous nous occupons dans le XIV volume (agriculture) de la bibliothèque britannique de Genève (année 1809).

SECTION VIII.— *Utilité et convenance des labours à plat ou en billons.*

La culture en billons bombés plus ou moins larges, règne dans une grande partie de l'Europe. On la trouve au midi, en Italie et en Espagne; au centre, en France et en Belgique; au nord, en Allemagne, en Pologne, etc. Partout elle semble avoir été apportée par tradition et ne pas être le produit des nécessités du climat puisqu'elle se montre dans des positions si différemment influencées par les météores, et dans des pays où la culture est arriérée, comme dans ceux où elle est portée à son plus haut point de perfection. Mais au milieu de ces vastes contrées où règne la culture en billons, il s'en trouve d'autres non moins étendues où les terres sont labourées à plat ou en planches larges. Tout l'est de la France, le midi de l'Italie, une partie de l'Allemagne orientale, la Sicile, l'Egypte, l'Algérie ne connaissent pas les billons étroits; et dans cette région comme dans celles où les billons sont usités, quelle que soit la position horizontale, inclinée, sèche, humide des champs, le même mode de culture est exclusivement adopté. Mais si le labour à plat et le système des billons sont plus avantageux l'un que l'autre selon les circonstances, n'est-il pas évident que la routine qui les a étendus indistinctement, n'a pas toujours été bonne conseillère, et qu'il y a lieu d'examiner plus attentivement leurs qualités et leurs défauts respectifs pour savoir les appliquer là où ils doivent être préférés.

La culture en billons a l'avantage d'augmenter la couche de terre meuble et amendée sous les plantes cultivées; elle semble donc devoir être adaptée à tous les sols peu profonds qui recouvrent un sous-sol imperméable. Quand, par exemple, le sol n'a que $0^m,10$ à $0^m,15$ de profondeur, il est avantageux de ranger la terre en billons étroits et bombés qui présentent sur leur dos $0^m,20$ à $0^m,30$ d'épaisseur, et dans lesquels les plantes ont l'espace nécessaire pour étendre leurs racines. Les sillons ouverts qui les bordent reçoivent l'humidité surabondante ; ces intervalles favorisent l'accès de l'air et de la lumière entre les lignes de plantes et d'autant plus que les billons étant plus étroits, les intervalles vides sont plus rapprochés. Ils permettent de parcourir les champs sans endommager les plantes et d'y faire commodément les sarclages à la main. M. Rieffel a observé en Bretagne que la végétation des plantes situées sur des billons était de quinze jours plus précoce que celle des plantes cultivées à plat. Les billons conviennent donc particulièrement aux végétaux qui doivent passer l'hiver en terre, dans les pays et les sols humides et peu inclinés. Ils rendent possible la culture des céréales dans des situations où sans eux il faudrait y renoncer.

Mais les reproches qu'on fait à ce genre de culture sont d'autre part si nombreux et si fondés qu'il semble ne devoir être admis que comme exception et non pas constituer une méthode générale comme elle l'est devenue si souvent. Ces reproches sont les suivants :

1° La difficulté des labours puisqu'il faut chaque année détruire et reformer les billons. La démolition et la reconstruction régulière des billons constituent un art véritable dans lequel les Belges se sont rendus fort habiles, et l'amour-propre qu'ils y attachent contribue probablement à en perpétuer la pratique.

2° On n'a pu adapter aux billons que d'une manière im-

parfaite l'usage des instruments perfectionnés d'agriculture. Avec eux, il faut renoncer à la herse, au scarificateur et à l'extirpateur qui font, dans le même espace de temps, quatre à cinq fois plus d'ouvrage que la charrue, et permettent d'exécuter promptement les semailles qui sur les billons doivent être faites sous raie.

3° Il ne faut jamais croiser ni les labours, ni les hersages sur les terres billonnées. Les cultures doivent être faites invariablement dans la même direction et les mêmes dimensions.

4° Il est très difficile de placer les fumiers sur les billons étroits d'une manière bien égale et de telle sorte que toutes les plantes puissent en profiter.

5° Les billons qui se justifient dans des cas spéciaux, pour les plantes qui végètent en hiver, ne remplissent plus le but qu'on se propose pour les *cultures-jachères* de printemps ; non-seulement parce que celles-ci craignent moins l'humidité, mais encore à cause de la difficulté de les sarcler économiquement. Ils sont très gênants pour les cultures fourragères ; la faux y opère d'autant plus imparfaitement qu'ils sont plus étroits et plus bombés ; les andains comme les gerbes tombent dans les sillons vides et, s'il survient une pluie, ils sont exposés à s'y gâter.

6° Les deux flancs des billons ne jouissent pas également des rayons du soleil, soit qu'on les dirige du nord au midi, du levant au couchant, ou sous tout autre azimuth. La terre se dessèche inégalement sur le dos et les épaules des billons en raison de la différente profondeur du sol. On trouve difficilement le temps opportun pour le labour ; le sol est tantôt trop mou sur les épaules quand le sommet est assaisonné ; il est trop sec sur le sommet quand les épaules seraient dans l'état le plus favorable.

7° Les épaules des billons étant toujours beaucoup plus imbibées d'humidité que le sommet, elles sont aussi bien plus

exposées aux effets des gelées et des dégels successifs dans les terres humides.

8° Les plantes placées sur les billons profitent des engrais dans une proportion très inégale; ainsi on voit presque toujours les plantes du sommet prospérer; les blés qui y croissent versent même quelquefois, tandis que sur les épaules des billons ils ne portent que de grêles épis. Il faut tous les soins des cultivateurs belges dans le placement du fumier et dans le nettoyement des rigoles pour que cet inconvénient ne soit pas sensible.

9° La partie extractive du fumier délayé par les pluies descend dans les rigoles où elle est perdue pour la végétation.

D'un autre côté, si on considère que l'écoulement des eaux des terres labourées à plat est d'autant plus facile qu'on peut y tracer des rigoles d'écoulement dans la direction des plus grandes pentes, ce qu'on ne peut faire sur les terres billonnées où la direction des rigoles est fixée par celle des billons, et que si le terrain présente plusieurs plans inclinés différemment, les billons qui restent inflexiblement parallèles ne peuvent se prêter à ces diverses inclinaisons ; si l'on ne perd pas de vue la difficulté de porter à sa perfection la culture à billons, et la simplicité, l'économie du labour à plat ou en planches ; la réussite plus certaine des récoltes de printemps et des fourrages sur ces derniers, et la certitude d'obtenir un réservoir suffisant pour l'humidité superficielle au moyen de labours et de défoncements réitérés à certains intervalles de temps, on comprendra que le système des billons ne doit être considéré que comme une méthode exceptionnelle, applicable seulement sur les sols très peu profonds, à sous-sol imperméable et à humidité constante en hiver et que hors ces cas bien définis, on devra préférer la culture à plat qui, au moyen de soins judicieux, présente tous les avantages des billons sans en avoir les inconvénients.

SECTION VIIII.— *Culture de Tull.*

Vers le commencement du XVIII$_e$ siècle, un Anglais, Jethro Tull imagina un nouveau système de culture qui fit grand bruit et qui eut bientôt des adeptes sur le continent, grâce au patronage que lui accorda Duhamel. On n'était alors préparé ni à profiter du bien qui pourrait résulter de son adoption, ni à découvrir les dangers et la fausseté des principes sur lesquels il était établi. De grandes expériences eurent lieu avec éclat; les plus remarquables furent faites à Genève par M. de Chateauvieux, à Denainvilliers par Duhamel, et enregistrées chaque année dans les volumes du traité de culture que Duhamel publiait successivement. On sait que l'un et l'autre finirent par les abandonner en voyant leurs terres aller en se détériorant sous l'influence de cette culture épuisante.

Le principe de Tull était que la terre réduite en particules très fines est la partie principale de la nourriture des plantes; que les sels contribuent à l'atténuer, l'eau à en étendre les parties, l'air et le feu à lui donner l'activité convenable, mais que la terre reste toujours la partie essentielle[1]; le fumier n'agit qu'en divisant les molécules de la terre par la fermentation[2].

Ainsi admettant que plus on divise les particules de la terre et plus on multiplie ses pores intérieurs, plus on augmente la surface des molécules, plus on met la terre en contact avec la plante et plus on la rend fertile[3]; la culture doit consister, selon Tull, à donner de fréquents labours, à maintenir la terre en état de pulvérisation, à continuer ces labours incessants pendant la végétation des plantes, et à ne se servir de fumier

(1) Duhamel, tome I^{er}, page 22, édit. in-12.
(2) *Ibid.*, page 52.
(3) Page 51.

que comme d'un auxiliaire coûteux que l'on peut répudier. Il est plus avantageux, selon lui, d'augmenter la fertilité de la terre par les labours que par le fumier [1]. 1° Parce que souvent on ne peut se procurer qu'une certaine quantité de fumier, puisque la récolte en paille de 20 hectares suffit à peine pour en fumer un, tandis qu'on peut diviser et atténuer presque à l'infini les molécules de terre ; 2° la plupart des plantes que l'on élève avec le fumier n'ont pas la saveur agréable de celles qui croissent sans fumier ; 3° le fumier attire les insectes qui rongent les plantes. Ainsi il faut labourer, et labourer le plus qu'on peut pour obtenir de bonnes récoltes. Les terres fortes sont celles dont les molécules sont si rapprochées que les racines ne peuvent y pénétrer que difficilement ; lorsqu'à force de labours on aura divisé ces terres, lorsqu'on aura tellement écarté leurs molécules l'une de l'autre que les racines auront la liberté de s'étendre, ces terres seront en état de fournir aux plantes la nourriture qu'elles exigent et on les verra croître avec vigueur. Les molécules de terres légères sont trop espacées entre elles ; les racines traversent ces grandes cavités sans adhérer à la terre et sans en tirer aucune nourriture ; quand, par des labours réitérés, on aura brisé ces petites mottes, ou multiplié les petits intervalles aux dépens des grands, les racines seront partout en contact avec la terre [2].

Nous n'aurons pas besoin, avec nos lecteurs et au point où nous sommes arrivés, de prendre beaucoup de peine pour discuter et combattre les principes sur lesquels est fondé tout le système. Ils savent que l'exposition des particules de terre à l'air, par l'effet des labours, a pour effet de rendre le sol plus fertile en le rendant plus poreux, en mettant une plus grande surface en contact avec l'atmosphère, en le garantissant des pertes inutiles qu'il pourrait faire par la suppression de la vé-

(1) Duhamel, tome Ier, page 52.
(2) *Ibid.*, page 56.

gétation parasite, enfin en l'ameublissant et le rendant plus facile à pénétrer. Mais ils savent aussi, comme Duhamel l'éprouvait lui-même, que l'argile finement pulvérisée, pénétrée par la pluie, devient aussi dure et aussi compacte qu'elle l'était avant d'avoir été pilée et tamisée[1]; ils savent que c'est par mottes redressées, et non pas dans un état pulvérulent, que ce genre de terre doit être exposé à l'air, et que ce n'est que plus tard qu'il doit être brisé et ameubli; ils savent que les parties insolubles de la terre, fussent-elles encore plus atténuées, ne peuvent pénétrer dans les racines des plantes; que les fumiers n'ameublissent le sol qu'en raison du volume de leurs parties pailleuses, et nullement par l'effet de la fermentation qui ne produit pas sur ses masses dispersées une action capable de désagréger la terre; que faute de rendre au sol, par les engrais, les principes nombreux qu'il a perdus par la végétation, principes que l'atmosphère ne peut lui restituer en proportion suffisante, les récoltes diminuent graduellement et finissent par ne plus compenser les travaux de culture; mais ils savent aussi le bien que de bons labours peuvent produire. Ainsi, tout en rejetant la théorie de Tull, tout en modifiant ses principes relatifs aux labours, ils ne peuvent que se féliciter des procédés qu'il a introduits dans la culture des plantes sarclées, de l'impulsion qu'il a donnée aux semis en lignes, de l'invention du semoir et des instruments de sarclage. Les cultures jachères étaient connues avant lui; on les pratiquait en Angleterre et en Belgique; mais les travaux de sarclage et d'ameublissement s'y faisaient à la main. C'est à Tull qu'il faut rapporter le système perfectionné des cultures en lignes et des sarclages avec des instruments mus par les animaux, système qui est maintenant la base de l'agriculture perfectionnée

Voici maintenant en quoi consiste la pratique des cultures

(1) Duhamel, tome Ier, p. 58.

de Tull, et pour nous en faire une juste idée, appliquons-là à la culture du blé succédant immédiatement au blé. Une planche est disposée en trois rangées de blé, espacées de $0^m,18$ à $0^m,22$ et occupant ainsi une largeur de $0^m,64$; elle est séparée de la voisine par une plate-bande vide large de $1^m,40$. Nous supposons donc qu'on soit arrivé à l'époque de la moisson d'un premier blé, il n'en reste plus que les lignes de chaume qui indiquent l'emplacement qu'il occupait. On forme par le labour de nouvelles planches sur l'emplacement qu'occupaient les plates-bandes. On laboure donc à partir du milieu de celles-ci. Les deux premiers traits de charrue adossent les tranches qu'ils soulèvent, relèvent le centre de la nouvelle planche; on arrête le labour de chaque planche de manière à ne pas toucher aux anciens chaumes que Tull évitait de mêler à la terre, craignant que les débris ne vinssent entraver l'action de ses semoirs. La semence est répandue sur la planche en deux, trois ou quatre rangées au plus, espacées comme nous l'avons dit, et séparées de la planche voisine par $1^m,40$. Si la terre produit beaucoup d'herbes, on ne met que deux rangées parce que la charrue peut alors travailler près des rangées pour détruire la végétation sauvage. La coupe transversale du champ est alors représentée par la figure (*fig.* 154).

fig. 154.

Tull emploie 17 à 26 litres de semence par hectare; il la recouvre de $0^m,013$ dans les terres fortes, et de $0^m,081$ dans les terres légères.

On donne le premier labour entre les plates-bandes quand le blé a poussé quatre ou cinq feuilles. Ce labour consiste à donner deux traits de charrue au milieu des plates-bandes, là où se trouvaient précédemment les chaumes, sans approcher

de trop près des tiges de blé, pour ne pas faire ébouler la terre des planches. On donne le second labour à la fin des gelées ; il consiste à reprendre avec la charrue la tranche des deux premiers sillons tracés précédemment, et à l'amonceler du côté des planches; les rangées se trouvent alors au haut de petits billons. On ne fixe pas le nombre des labours d'été : il dépend de la netteté et de l'ameublissement du sol ; mais Tull croit que l'on pourra se contenter d'en donner deux qui relèvent toujours la terre du côté des rangées. On donne l'un quand le blé monte en tige, et le second quand le tuyau se forme.

Tel est le mode de culture du blé qui suffit pour faire comprendre ce qu'il pourrait être pour d'autres plantes. Tull assure que, par ce moyen, une étendue donnée de terre produira plus de grains que si elle était cultivée en plein. Duhamel cherche à justifier cette assertion en faisant observer[1] que, selon la méthode ordinaire, le blé ne revient que tous les trois ans sur le terrain ; or, selon la nouvelle méthode, le blé occupe le tiers du terrain : il est placé sur une terre neuve, et, de plus, il reçoit des cultures qu'il n'obtient pas dans l'ancienne, ce qui rend l'assertion de Tull probable. Mais Duhamel convient aussi, contre l'opinion de Tull, que la nouvelle culture est plus coûteuse[2]. Voici, quant à la question économique, le parallèle qu'il établit entre les deux cultures :

POUR DEUX HECTARES.

Ancienne culture.		*Nouvelle culture.*	
Labour en mars et hersage.	60f		
Culture de la jachère par le blé d'automne.	91	Un labour et demi. . . .	134f
Blé pour semence.	42	Quatre labours d'hiver,	
Semence d'avoine.	16	ou d'été.	120
Frais de moisson.	48	Semence de blé.	9
		Moisson.	48
	257		311

(1) Tome Ier, page 297.
(2) *Ibid.*, page 284.

Récolte.		*Récolte de blé.*	
12 hectolitres blé.	252	(En la supposant égale à la récolte de blé dans les temps ordinaires). .	504
Récolte d'avoine.	84		
	336	Bénéfice. . . .	145
Bénéfice. . . .	79		

Mais ce parallèle ne décide pas la question, parce que nous comparons une culture vicieuse à une culture meilleure; il en résulte seulement que le bénéfice a été obtenu par l'économie de la semence et par le remplacement de l'avoine par le blé. Mais il reste à montrer que, dans ces conditions, la culture du blé peut se continuer indéfiniment et sans engrais.

Or, si l'on examine les séries d'expériences qui remplissent les volumes de Duhamel, on s'aperçoit que le succès devient d'autant plus douteux que les essais se prolongent, et que l'on finit toujours par y renoncer. La méthode n'aurait pu résister si longtemps à la comparaison avec une bonne culture aidée d'engrais.

SECTION X. — *Culture du major Beatson.*

Le major Beatson, ancien gouverneur de Sainte-Hélène, frappé du haut prix des grains en Angleterre, et voyant dans les travaux continus de la jachère la cause de leur cherté et de leur rareté dans ce pays, qui est obligé d'en demander au monde entier, imagina un système de culture qui devait changer la face de l'agriculture anglaise. La suppression des engrais et celle des labours, tel fut le double but auquel il crut atteindre par l'usage de l'argile brûlée et par la substitution des scarificateurs à la charrue.

Nous ne dirons rien de la question de l'argile brûlée; de nombreuses expériences négatives, parmi lesquelles on peut citer celles de Mathieu de Dombasle [1], ont prononcé contre son

(1) *Annales de Roville,* tome V, page 350 et suiv.

efficacité. Il ne peut être question ici que de ses procédés de culture.

Comme Tull, Beatson confond l'ameublissement du sol avec son aération; il ne comprend pas la nécessité de l'exposer à l'air par de vastes surfaces poreuses : son travail est le même que celui de son prédécesseur, si ce n'est qu'au lieu de charrue, il emploie les scarificateurs. Il croit ainsi, non-seulement obtenir un produit constant en céréales, mais encore diminuer beaucoup la main-d'œuvre; car, dit-il, les petites opérations longtemps continuées surmontent de grandes difficultés : « La résistance de la charrue est en raison du carré de la profondeur du labour. Ainsi, labourez avec quatre chevaux à la profondeur de 6 pouces, la résistance est $6 \times 6 = 36$; mais si nous labourons en deux fois à la profondeur de 6 pouces, on n'emploie que deux chevaux, et la résistance est deux fois le carré de 3 ou 18, au lieu de 36. »

D'abord Beatson a tort de comparer l'effet du scarificateur à celui de la charrue. Le premier ne fait que l'effet du couteau : il tranche verticalement la terre; la charrue, en outre, la tranche horizontalement et la retourne. Ainsi, s'il faut deux scarifications pour pénétrer à $0^m,16$, il faudrait y joindre un extirpateur travaillant à $0^m,16$ de profondeur pour accomplir une partie du travail de la charrue : celui de diviser la terre. Or, le labour à $0^m,16$ de profondeur coûterait 20 fr. par hectare; deux scarifications coûteraient 12 fr., et le coup d'extirpateur 6 fr., ce qui ferait 18 fr. pour ce travail, où la terre ne serait pas retournée. Si l'on a fait le travail à la charrue avant l'hiver, il arrivera qu'au printemps le terrain soulevé par le labour sera tout prêt à être pulvérisé et ameubli; mais l'effet des scarifications aura été complétement annulé par les pluies, et la terre se trouvera aussi compacte qu'auparavant.

L'usage du scarificateur est excellent après une récolte. Si l'on ne veut pas pénétrer profondément, mais ameublir seule-

ment la surface pour favoriser la sortie des mauvaises herbes; sur un sol durci, il faudrait un grand nombre de passages de cet instrument pour obtenir un approfondissement et un ameublissement suffisants. Il ne peut bien opérer sur un sol caillouteux, sur un sol herbu; de plus, les racines des plantes vivaces sont écartées et non coupées par son action. Les essais infructueux et bientôt abandonnés de ce système de culture en Angleterre et en France, prouvent mieux que les raisonnements qu'il ne répondait pas aux besoins de l'agriculture. Mais on doit à l'exemple de Beatson d'avoir attiré les regards sur l'usage plus fréquent du scarificateur, pour les labours pratiqués dans les terres déjà ameublies [1].

CHAPITRE IV.

Distribution des engrais.

Le terrain étant préparé par les travaux mécaniques, il faut lui incorporer les engrais qui doivent suppléer aux éléments de nutrition qui lui manquent; ici se présentent plusieurs questions capitales dont la solution doit beaucoup influer sur le succès de l'entreprise agricole. Nous allons les examiner successivement.

Section Ire. — *Des différents genres d'appauvrissement du sol.*

Le sol peut être privé d'un plus ou moins grand nombre d'éléments essentiels à la végétation, et il est essentiel de s'en rendre compte. Si la chaux ne fait pas partie constituante du

(1) *Nouveau système de culture* du major Beatson, 1 vol. in-8°.

terrain, il faut lui en fournir par les chaulages et les marnages, sans cette base, un grand nombre de plantes ne donnent pas de pleines récoltes et l'on ne peut faire une agriculture normale et variée.

Quoique les plantes puisent dans l'air la plus grande partie de leur acide carbonique, elles en absorbent aussi par les racines, mêlé à l'eau qui se trouve dans le sol. Cet acide est produit par la décomposition du terreau. Mais si l'on considère que dans des terrains privés presque absolument de terreau et qu'on appelle *effrités*, à cause de leur ressemblance avec les matières qui ont subi l'action du feu et qui portent le nom de *frittes*, on peut obtenir de bonnes récoltes d'un grand nombre de végétaux qui n'ont reçu que des engrais dont la richesse en carbone est très inférieure à celle de la plante; que, par exemple, de temps immémorial, les sables de la côte du Pérou portent du maïs avec le seul secours du guano; qu'enfin les prairies de graminées réussissent très bien avec une continuité d'engrais riches et peu chargés de parties ligneuses; on peut regarder le carbone qui entre dans la composition du plus grand nombre des plantes comme évidemment fourni par l'atmosphère.

Mais il n'en est pas de même des plantes à tiges souterraines, dont les organes foliaires ne sont pas proportionnés à leur développement : ainsi nous savons que la pomme de terre, par exemple, réussit très bien avec des engrais herbacés, pailleux, et qu'elle ne produit que de chétives récoltes avec des engrais riches en azote, en phosphate, en alcalis, s'ils ne sont pas en même temps pourvus de matières charbonneuses; le même fait se manifeste pour la garance. Cette culture exige beaucoup d'engrais, et les terres de la plaine de *Trenten*, dans le département de Vaucluse, lui sont si favorables, qu'on revient fréquemment à cette culture. Pendant longtemps on avait employé les fumiers d'étable faits sur les lieux en con-

currence avec ceux qu'on allait acheter dans les villes voisines. La production de la garance étant proportionnelle aux engrais, on avait successivement augmenté leur dose, jusqu'au point que la litière qui y était mêlée tenant la terre trop soulevée, et la rendant trop poreuse et perméable à l'air, il avait fallu s'arrêter. L'introduction de tourteaux comme engrais, avait permis de dépasser cette limite ; par leur moyen on est parvenu à obtenir des récoltes beaucoup plus considérables. Mais bientôt on s'aperçut qu'elles déclinaient et avaient cessé d'être en rapport avec la valeur de l'engrais. On accusa alors le tourteau d'avoir appauvri la terre, il ne l'avait qu'*effritée ;* on revint aux engrais pailleux, et dès la première application la fertilité reparut. Il était donc évident que le tourteau n'avait d'autre défaut que de ne pas être un engrais complet, et on a adopté la pratique de l'alterner avec le fumier d'étable.

C'est cette distinction qu'il ne faut pas perdre de vue. Les sels ammoniacaux, par exemple, contiennent sans contredit une des substances les plus essentielles à la végétation, l'ammoniaque ; mais elle est isolée, et elle ne tarderait pas à rester sans effet, si l'on n'en secondait l'action en fournissant aux plantes toutes les autres substances qui entrent dans leur composition. Le guano contient abondamment tous les principes des meilleurs fumiers, son usage pourrait être poursuivi longtemps et sans inconvénient, excepté peut-être dans les cas spéciaux de certaines plantes qui exigent un grand développement d'acide carbonique dans le sol, qu'il faudrait leur fournir de temps en temps au moyen des engrais pailleux. Le tourteau moins riche en tous ces principes, devra être secondé par des engrais qui, dans tous les cas, possèdent des phosphates, et aussi par ceux qui, dans des cas particuliers, possèdent de la fibre ligneuse. Les fumiers d'étable et les engrais végétaux sont les seuls qui puissent passer pour des *engrais complets*, si d'ailleurs ils

contiennent tous les principes qu'on a tirés de la terre; or, quelquefois un certain nombre d'entre eux en ont été retirés : ainsi le fumier provenant d'une étable de vaches à lait manque des phosphates qui sont entrés dans la composition de ce produit, et qui ne sont pas reproduits par les excréments; le fumier provenant des pailles d'un domaine ne possède pas non plus le phosphate de chaux et de magnésie qui a été exporté avec le grain vendu hors de la ferme. Sous tous ces rapports les engrais doivent donc être complétés par l'addition des matières qui leur manquent. Nous rappelons ce principe, que nous avons déjà développé dans notre premier volume en traitant des engrais.

Section II. — *Qualité des engrais à donner à la terre.*

La question de la qualité des engrais à appliquer à une culture peut être résolue scientifiquement et pratiquement. Quand les données scientifiques qu'on possède sont exactes et complètes, les deux solutions se rencontrent toujours, et les preuves en seraient déjà nombreuses; mais ces données nous manquent dans un grand nombre de cas, et alors on est obligé de recourir aux tâtonnements de la pratique.

La méthode scientifique consiste à analyser le sol, à déterminer ses principes terreux, alcalins, ammoniacaux, carbonés; à comparer cette composition à la consommation que peut en faire la plante qu'on veut cultiver, et qui est indiquée par l'analyse de la plante elle-même et de ses cendres; à connaitre le maximum des produits qu'on peut obtenir d'une étendue de terrain donnée et à lui appliquer les doses supplémentaires de substances qui doivent entrer dans ce maximum. Opération difficile, délicate, et que les plus habiles seuls peuvent tenter.

Ainsi, soit un terrain dans lequel nous voulons cultiver du

froment. C'est une glaise sablonneuse qui ne possède que des traces d'alcalis, peu de phosphate et de débris ligneux, et seulement par 1,000 kil. 15 kil. d'azote provenant de l'ammoniaque du vieux engrais. La récolte la plus grande de blé qu'on puisse raisonnablement atteindre dans nos climats est de 40 hectolitres par hectare qui contiennent :

Potasse.	22k46
Acide phosphorique. . .	44,00
Azote.	82,00

Le froment ne consomme que les 0,38 de la fertilité contenue dans la terre. L'engrais devra donc contenir :

Potasse.	59k11
Acide phosphorique. . .	115,80
Azote.	215,78

Et de plus le terrain aura dû être chaulé ou marné de bonne heure, et le fumier devra posséder une quantité suffisante de matières végétales en décomposition.

Supposons que le fumier soit celui analysé par M. Boussingault [1]. Il contient $\frac{4}{1000}$ d'azote ; par conséquent pour en fournir 216 kil., il faudra employer 540 quintaux métriques pour obtenir la récolte désirée, et ils contiendront :

Potasse et soude.	282 kil.
Acide phosphorique. . . .	108

En fournissant à la culture l'azote nécessaire, au moyen de 540 quintaux métriques de fumier, il y aura donc surabondance de la potasse et des phosphates : la quantité de carbone excédera aussi celle qui est nécessaire. Après la récolte, si l'ammoniaque a été saturé par des sulfates, ainsi que nous l'avons recommandé, il restera en terre les 0,62 de l'engrais à la disposition des récoltes suivantes. Mais tous les fumiers sont

(1) Tome Ier de cet ouvrage, 2e édit., p. 598 ; *Économie rurale*, de M. Boussingault, tome II, page 292.

loin d'être les mêmes, et ce n'est que de l'analyse directe de celui qu'on emploie qu'on pourra tirer des conclusions précises.

La méthode empirique consiste à faire sur le terrain l'essai de la plante à cultiver et de l'engrais. Il n'est pas nécessaire que l'expérience soit fort étendue pour qu'on puisse prononcer sur leur aptitude relative. Un ou deux ares de terrain, pris dans la partie du sol qui représente le mieux sa nature moyenne, seront très suffisants. On leur donne une culture de la profondeur de celle employée dans la culture en grand, ensuite on les divise en un certain nombre de bandes d'égale étendue. On n'applique pas d'engrais à la première bande, on donne à la seconde une dose d'engrais égale à celle employée dans le pays ; on traite la troisième avec une dose double. Partant ensuite de la supposition que la terre manque d'alcalis ou de phosphate et que les fumiers ne les contiennent pas en dose suffisante, on prépare 100 k. de ces fumiers en les arrosant d'une solution étendue de $0^k,10$ de potasse (ce qui revient à $0^k,30$ de potasse perlasse par quintal métrique); une seconde partie aussi de 100 k. avec $0^k,25$; et une troisième avec $0^k,50$ de potasse par quintal métrique d'engrais. Ces engrais seront étendus en quantité égale à celle du numéro 1 sur les bandes 4, 5 et 6. On mêlera ensuite, à de pareilles quantités d'engrais, de la poudre d'os attaquée par l'acide chlorhydrique étendu d'eau, à raison de 0^k2, 0^k3, 0^k4 de poudre par 100 k. de fumier; et on en couvrira, à doses égales aux précédentes, les bandes 7, 8 et 9. Si le terrain manquait de chaux, on pourrait multiplier les bandes et y semer de la marne très divisée. La chaux ne doit jamais être appliquée en même temps que les engrais azotés, dont elle décompose les sels ammoniacaux. Les produits de la récolte de chaque bande seront recueillis séparément et soigneusement pesés. On peut essayer de la même manière les effets du plâtre, du sel marin et des divers engrais dont on

ne connaît pas encore la valeur. Nous ne croyons pas qu'il soit possible à un agriculteur qui arrive sur un terrain nouveau, et et qui veut y faire de bonne agriculture, de se dispenser de faire de pareilles expériences et même de les prolonger plusieurs années. Dépourvu des lumières qu'il peut en obtenir, il marcherait en aveugle, négligeant d'employer des substances qui peuvent décider du succès de ses cultures, ou bien en employant d'autres à grands frais qui n'auraient aucune influence sur leur réussite ou ne produiraient qu'un résultat disproportionné à la dépense. Un petit champ d'expérience est une nécessité dans une culture raisonnée comme l'alcoolomètre est une nécessité dans l'état de distillateur

Section III. — *Quantité d'engrais à donner à la terre.*

Jusqu'à ces derniers temps où l'analyse a commencé à faire connaître la composition des engrais et celle des plantes, la routine présidait seule à cette détermination. Dans les pays à assolement triennal, nous trouvions ce que l'on appelait la fumure complète composée tantôt de 54,000 kil. de fumier appliqués tous les trois ans, tantôt de 30,000 kil. seulement. Schwerz rapporte que dans le Brabant on fumait avec 160,000 kil. de fumier et 13 tonnes d'eau de fumier, répétés tous les cinq ans ; la fumure de Thaër était de 60,000 kil. par année moyenne. Ainsi nous voyons les engrais répartis dans la proportion de 10,000 kil., 18,000 kil., 32,000 kil., 60,000 kil. par an, sans qu'on puisse se rendre compte de l'insuffisance ou de l'excès de ces doses.

Nous allons montrer qu'il existe des bases pour calculer rigoureusement, dans toutes les situations, la quantité d'engrais à appliquer aux différentes cultures, de manière à arriver au résultat le plus avantageux sous le rapport du produit net, et que ces calculs ne peuvent plus être livrés à l'arbitraire.

Le problème à résoudre est celui-ci : Déterminer la quantité d'engrais nécessaire pour obtenir le maximum de produit de la culture d'une plante donnée ?

Chaque plante peut arriver, sur un terrain donné, à un développement maximum qui n'a pas encore été déterminé d'une manière absolue. Ainsi nous savons que le blé, par exemple, peut fournir sur un hectare une récolte de 220 hectolitres dans les bonnes terres de la Californie et qu'il en donne de 30 à 80 dans celles qui sont réputées mauvaises . Nous avons vu un habile agriculteur, M. Gilly, récolter près d'Uzès 72 hectolitres de blé, cultivé et fumé avec le plus grand soin; mais ces réussites ne sont que des exceptions auxquelles on peut arriver dans une culture jardinière, et qu'on ne peut obtenir dans la culture rurale. Les maximum que nous voyons atteindre dans les terres bien pourvues d'engrais et avec les soins convenables apportés à l'action mécanique varient de 32 à 40 hectolitres, soit 3,000 kil. de blé par hectare.

Ce sont là les succès auxquels on doit tendre quand on cultive le blé, mais sans penser qu'on les atteindra, si ce n'est dans des cas et des saisons tout à fait extraordinaires. Les récoltes moyennes des terrains traités pour atteindre le maximum de 3,000 kil. ne s'élèvent souvent pas au-dessus de 2,400 kil. et même de 2,000 kil.; mais comme l'engrais surabondant, s'il a été bien préparé, reste en terre pour les récoltes subséquentes, et que le blé n'en consomme que la portion qui entre dans sa composition, on peut toujours sans risque, pour cette culture comme pour toutes les autres, tendre à obtenir le maximum et calculer comme si on devait l'atteindre. Il est ainsi, pour chaque végétal, un maximum agricole que nous aurons soin de rechercher en traitant des cultures spéciales, et que nous tâcherons aussi de réaliser dans la pra-

(1) Duflos de Mofras.

tique. Ce maximum étant connu, ainsi que la consommation d'engrais qu'exige sa production, il semble qu'il serait facile d'indiquer immédiatement la quantité de cet engrais que la terre doit posséder pour l'obtenir. Il n'en est rien cependant.

Chaque plante, plus ou moins avide d'engrais, plus ou moins habile à se l'approprier n'en prend qu'une aliquote variable selon l'espèce de végétal. Nous avons encore cherché, en traitant de chaque culture, à déterminer cette aliquote. Ainsi, pour le froment il est de 0,38 à 0 40, chiffre qui avait été adopté par Thaër.

D'après ces données, il est facile de voir que si nous appelons e l'engrais à fournir à la terre; a celui absorbé par la récolte maximum de la plante; r l'aliquote qu'elle prélève sur l'engrais total, nous avons :

$$e = \frac{a}{r}.$$

Ainsi, pour obtenir 100 kil. de blé, qui absorbent avec la paille $2^{k},62$ d'azote, nous avons :

$$e = \frac{2,62}{0,40} = 6^{k},55 \text{ d'azote},$$

Et pour une récolte de 3,000 kil., la quantité de $196_{k},5$ d'azote résultant de 49,000 kil. de fumier normal dosant 0,40 pour 100 d'azote ; mais après la récolte il restera en terre, au profit des récoltes suivantes :

$$196,5 - 3,000^{k} \times \frac{2,62}{100} = 196,5 - 78,7 = 117^{k},9 \text{ d'azote.}$$

Une récolte obtenue dans des conditions favorables sera donc un indice de la quantité d'engrais que renferme la terre; en effet, dans le cas de cette récolte de 3,000 kil. absorbant $78^{k},6$ d'azote, nous voyons que

$$a = \frac{78,6}{0,40} = 196,5.$$

Ainsi, quand nous ne connaissons pas l'état de fertilité d'une

terre, nous pouvons, au moyen de la récolte obtenue, conjecturer assez bien cet état.

Mais, même avec une saison favorable, on n'est jamais également sûr d'obtenir toujours, dans une moyenne de récoltes, un produit correspondant à la quantité d'engrais qu'on aura déposée en terre. Il faut se rappeler que les effets de l'engrais ne sont sensibles sur les terres qui contiennent de l'argile qu'autant que cette substance en est complétement saturée, et qu'il faut qu'elles aient reçu $0^{k},0015$ d'azote par chaque kilogramme d'argile que contient la couche arable avant qu'on puisse regarder tout ce qu'on ajoute d'engrais comme étant à la libre disposition de la végétation [1]. Ainsi, soit la couche arable contenant $\frac{30}{100}$ d'argile; supposez-la épaisse de $0^{m},25$, et la terre pesant 1,200 kil. le mètre cube, la couche arable d'un hectare pèsera 3,000,000 de kil., et renfermera 900,000 kil. d'argile, elle prélèvera 1,350 kil. d'azote sur les engrais successifs donnés à la terre avant que ceux-ci produisent librement et entièrement leurs effets sur la végétation. C'est (au prix de 1 fr. 50 c. le kilogramme d'azote) un capital de 2,025 fr. par hectare que cette terre renferme dans son sein pour être à toute sa perfection. Quand ces terres sont saturées d'engrais, elles ont une haute valeur agricole, et sont susceptibles de tous les produits; mais quand elles ne le sont pas, leurs récoltes sont toujours inférieures aux équivalents des engrais qui leur sont fournis.

On juge mal aussi des engrais qui restent en terre après la récolte, dans les terres légères où ils se décomposent rapidement, à moins qu'on n'ait eu soin de changer en sels fixes les sels ammoniacaux volatils.

Il est évident, daprès ce que nous venons de dire, que dans la culture du blé, par exemple, il sera avantageux de porter

(1) Tome Ier, page 642e édit.

la dose d'engrais jusqu'au point maximum toutes les fois que $2^k,62$ de l'azote de ces engrais auront un prix moindre que 100 kil. de blé et sa paille, et que l'avantage sera d'autant plus grand qu'on approchera plus de ce maximum. Cette vérité va découler évidemment des calculs suivants : Soit p le prix d'une quantité donnée d'un produit (mesure ou poids); l, le loyer de la terre; t, le prix du travail nécessaire, y compris celui de la récolte; e, la valeur de l'engrais absorbé par le poids ou la mesure indiquée du produit; q, la quantité de ces poids ou de ces mesures donnée par la récolte; f, les frais généraux de l'exploitation, nous aurons

$$p = \frac{l + f + t + e}{q}.$$

Reprenons l'exemple du blé. Soit

$$l = 50^f;$$
$$f = 30^f;$$
$$t = 100^f\,[1].$$

Cultivons la terre en blé sans engrais, et supposons qu'elle nous donne 600 kil. de blé; observons que la quantité de paille étant en moyenne à celle du blé :: 227 : 100, et que la valeur de 100 kil. de paille pouvant être regardée comme égale à $10^k,50$ de froment, nous avons ici 1,362 kil. de paille valant 143 kil. de froment; la récolte en totalité est donc de 743 kil. de froment, dont il faudra retrancher 150 kil. pour les semences. Notre formule est donc

$$p = \frac{50 + 30 + 100 + 0}{593} = 0^f,393.$$

Le kilogramme de froment vaut donc $0^f,393$, et les 100 kil. $30^f,30$. Le blé pesant 76 kil., il vaudrait $23^f,03$ l'hectolitre.

Donnons à la terre la moitié de la quantité d'engrais né-

(1) Nous comptons 2 fr. pour la récolte de 100 kil. de blé.

cessaire pour produire une récolte complète, c'est-à-dire une quantité totale sur laquelle le blé puisse prélever $39_k,30$ d'azote absorbé par 1,500 kil. de blé, et valant $58^f,95$, nous aurons

$$p = \frac{50 + 30 + 138 + 58,95}{1500 + 340^1 - 150^2} = 0^f,163,$$

ou $16^f,30$ les 100 kil., ou $12^f,38$ l'hectolitre.

Obtenons enfin le maximum de récolte à 3,000 kil., nous avons

$$p = \frac{50 + 30 + 148 + 117,90}{3000 + 681 - 150} = 0^f,0979,$$

ou $9_f,79$ les 100 kil., ou 7^f44 l'hectolitre. Tel est le résultat presque incroyable auquel on peut parvenir par une culture raisonnée, partout où l'on pourra obtenir une quantité indéfinie d'engrais à un prix inférieur au prix relatif des produits. Ce résultat n'est que modifié, mais il n'est pas détruit par les mécomptes que l'inclémence des saisons, les ravages des insectes, le versement des blés dans des cas que nous précisons plus loin, et d'autres accidents peuvent apporter dans la quotité de la récolte.

Ainsi la loi des engrais, à laquelle nous attachons le succès d'une culture énergique et riche, est celle-ci : FUMER CHAQUE PLANTE QU'ON CULTIVE AU MAXIMUM, c'est-à-dire avec une quantité et une qualité d'engrais telles qu'elle puisse produire, sauf les accidents, la plus forte récolte dont le climat et le sol sont susceptibles. Plus on s'en écartera, et plus on éprouvera de ces mécomptes qu'on attribue à une foule de causes, et qui proviennent de notre faute. Quand nous voulons obtenir un fort poids de l'animal que nous engraissons, nous lui donnons une nourriture proportionnée à ce poids, et jusqu'à la limite de ce qu'il peut digérer et s'assimiler ; il faut bien que

(1) Ce chiffre représente la valeur de la paille.
(2) Pour les semences.

l'on se persuade qu'il en est de même de tous les êtres organisés, et que les plantes ne font pas exception.

Section IV. — *Manière de compter le vieil engrais dans la succession des cultures.*

Pour régler la quantité d'engrais nécessaire pour la culture qu'on veut entreprendre, il faut connaître la situation du sol et son degré actuel de fertilité; alors l'engrais à lui appliquer n'est plus que le supplément de celui qu'il possède déjà pour le porter au point que requiert la nouvelle culture. Si les plantes s'emparaient toujours avec fidélité de l'aliquote précise d'engrais que les résultats moyens indiquent; si quelquefois secondées par les saisons favorables, elles n'en absorbaient pas une plus grande proportion; si d'autres fois des saisons contraires, en abaissant le chiffre de la récolte, ne diminuaient pas la consommation de ces engrais, on ne serait jamais embarrassé pour résoudre cette question. Mais les éléments de nos calculs n'étant que des moyennes, et les réalités étant toujours au-dessus ou au-dessous des moyennes, il faut s'attendre à des mécomptes dans les calculs de la richesse du sol. On ne sera jamais précisément dans la vérité, mais on oscillera autour d'elle, de manière cependant que les erreurs se compenseront, et qu'on finira par obtenir, sur un certain nombre d'années, le résultat exact sur lequel on ne pouvait pas compter pour chacune d'elles.

Nous supposerons qu'on emploie des engrais *complets* qui renferment tous les éléments de la végétation, ou que, si l'on se sert quelquefois des engrais riches en parties azotées, mais pauvres relativement aux autres éléments de la nutrition végétale, on revient souvent aux premiers, de manière à ce que tous les autres besoins de la plante étant satisfaits, l'azote reste la substance qui doit servir de base aux calculs comme étant la

plus rare et celle qui manque le plus souvent. Ce point convenu, nous calculerons la fertilité du terrain par la formule déjà citée plus haut

$$e = \frac{a}{r},$$

en multipliant son second terme par le nombre de mesures ou de poids obtenus par la récolte précédente. Soit une récolte de blé qui a produit 1,500 kil. de grain, l'engrais total *e* contenu dans le sol sera exprimé par

$$\frac{2,62}{0,40} \times 15 = 98^{k},25 \text{ d'azote},$$

d'où, retranchant $15 \times 2,62 = 39^{k},3$, quantité d'azote absorbée par la récolte, il reste en terre, pour la récolte suivante, 58,95 d'azote.

Cette opération est très facile pour les récoltes des plantes annuelles dont on connaît le dosage et la faculté d'absorption, pour celles dont les débris peuvent être pesés au moment où ils restent sur la terre; il n'en est pas de même pour les plantes vivaces qui laissent en terre de nombreux débris que l'on ne peut apprécier. Par exemple, pour les pâturages, les prairies, les fourrages artificiels, l'état de la culture est, après leur destruction, aussi variable que les résultats de la culture l'ont été. Un beau gazon bien fourni laisse plus de débris en terre qu'une maigre pâture; un beau trèfle, une belle luzerne en abandonnent plus que des fourrages chétifs. Quand le fanage se fait mal, il se détache une beaucoup plus grande proportion de feuilles que quand il est bien conduit; ces feuilles s'ajoutent aux racines comme un engrais pour le champ. Essayons pourtant de chercher des chiffres approximatifs propres à représenter le profit que la terre en retire.

M. Boussingault a trouvé qu'un hectare de trèfle, qui avait produit 2,500 kil. de foin, laissait 2,000 kil. de racines sé-

chées au soleil, et dosant $\frac{71}{100}$ d'azote ou 27k,9; ainsi chaque quintal métrique de trèfle répondait à un résidu de 1k,1 d'azote[1]. Chez nous, une luzerne qui avait duré cinq ans et produit 360 quintaux métriques de fourrage, dosant 2,5 pour 100 ou 910 kil. d'azote, a produit 370 quintaux de racines et de collets séchés au soleil, dosant 0,70 pour 100 et produisant 259 kil. d'azote ou 0k,72 d'azote par quintal métrique de fourrage obtenu.

Dans ces calculs nous négligeons, comme ne pouvant pas les atteindre, les nombreux débris de feuilles qui tombent sur le sol.

M. de Thünen considère l'amélioration qu'un herbage de trois ans apporte au sol comme étant, par journal de Berlin, de 1 à 3 charretées de fumier, ou de 4 à 12 kil. d'azote, ou par hectare de 7k,2 à 21k,6 d'azote. Le produit étant de 200 à 400 kil. de foin en trois ans, c'est 1k,1 à 1k,7 d'azote par quintal de foin recueilli.

On sait la quantité considérable d'azote qui s'accumule sur les prairies anciennes, telle qu'elle peut suffire à une succession de récoltes épuisantes après leur défrichement. On ne pourrait pas cependant calculer cette fertilité d'après la somme des produits obtenus pendant sa durée; car il est évident qu'il y a des pertes annuelles causées par la putréfaction et l'évaporation, pertes d'autant plus grandes que l'accumulation des matériaux fermentescibles augmente, de sorte qu'il doit finir par se produire un état stationnaire qu'il importe de constater. Sur des prairies du Midi, traitées avec fumier et arrosage, produisant 153 quintaux métriques de foin par hectare, année moyenne, on a pu retirer, par des récoltes successives et sans épuiser complétement le terrain, 8,000 kil. de blé par hectare, dosant 209 kil. d'azote. Cette quantité, divisée par 153, nous

(1) *Economie rurale*, tome II, page 518.

donne 1k,37 d'azote par quintal de foin d'une récolte moyenne [1].

D'après ces données on peut établir le chiffre approximatif de la fertilité actuelle du terrain. Ainsi, soit la dernière récolte de blé perçue de 1,200k, dosant 31k,44 d'azote, nous avons

$$a = \frac{2.62}{0,40} \times 12 = 78k,6;$$

d'où, retranchant 31k,41, il reste à la terre 47k,19 d'azote. C'est de ce point qu'il faudra partir pour régler la nouvelle fumure, en ayant soin d'examiner si les autres éléments de végétation, chaux, phosphate, alcalis, ne manquent pas à la terre.

Soit une luzerne qui a donné pendant sa durée 500 quintaux métriques de foin, nous aurons, pour la fertilité du sol, $500 \times 0,72 = 360$ kil. d'azote. Soit un trèfle qui aura produit 50 quintaux métriques de fourrages, nous aurons, pour la fertilité du sol, $50 \times 1,1 = 55$ kil. d'azote. Enfin, soit une pâture ou prairie donnant annuellement 150 quintaux métriques de foin, nous aurons $150 \times 1,37 = 205k,5$ d'azote.

Les récoltes suivantes rectifieront ce qu'il y aurait d'erroné dans ce premier calcul. Ainsi, soit une seconde récolte de froment faite sur la terre où la première avait laissé 47k,19 d'azote; nous y ajouterons un engrais dosant 50 kil. d'azote : total 97k,19 ; la récolte suivante devrait être

$$\frac{97,19 \times 100 \times 0,40}{2,62} = 1485k \text{ de blé.}$$

Si nous récoltons 1,800 kil., la quantité de fumier *e* aura été

$$\frac{2,62}{0,40} \times 18 = 117k,9.$$

Ces 1,800 kil. absorbent $47_k,16$ d'azote : ce sera donc désor-

(1) C'est par erreur que d'autres chiffres ont été indiqués à la page 559 de quelques exemplaires de la seconde édition du premier volume de ce cours. Ils doivent être corrigés de la manière indiquée ici.

mais 70k,74 qui seront notre point de départ, qui, à son tour, se trouvera rectifié par le résultat des récoltes suivantes.

Mais si les récoltes consécutives ne suivaient pas la progression indiquée par le calcul, et que ce mécompte ne fût pas général dans le pays et ne pût être attribué aux influences atmosphériques, alors il faudrait supposer qu'il y a eu quelque cause cachée de détérioration de l'engrais, et il faudrait revenir à attribuer la dose totale à la récolte suivante.

SECTION V. — *Intervalle entre les fumures.*

Dans certains pays où le cultivateur acnete l'engrais et ne le fabrique pas, on est dans l'usage de donner une forte fumure au commencement d'un long assolement, espérant qu'elle suffira pour le conduire jusqu'à la fin. Ou bien la quantité de l'engrais est excessive, ou bien les récoltes ne tarderont pas à s'écarter du maximum de produit, la terre contînt-elle tout l'azote qu'elle pouvait absorber. Cela vient de ce qu'en réalité les plantes n'absorbent qu'une fraction de ces engrais. Supposons, par exemple, qu'on voulût faire trois récoltes consécutives de blé, et que le point de départ fût une quantité d'engrais nécessaire pour fournir le maximum de la première récolte, ou 196k,5 d'azote, sur lesquels elle en prélève 78,6; la seconde récolte ne trouvera plus que 117k,9 d'azote, qui ne peuvent plus produire que 1,839 kil. de froment en laissant 70k,74 d'azote, qui ne peuvent plus produire que 1,080 kil. de froment: on s'écarte donc toujours plus du maximum de produit. Pour que ces trois récoltes puissent se faire sous les conditions du maximum, il faudrait que la première fumure, au lieu d'être de 196k,5 d'azote, fut de 353k,7 ou de 88,425 kil. de fumier normal, avec le risque des pertes et des évaporations qui pourront survenir en plaçant ce fumier aussi longtemps à l'avance, tandis qu'en complétant à la première récolte les 196k,5 qui doivent donner

le maximum, et en donnant, avant chacune des récoltes successives, 78k,6 de fumier pour réparer l'absorption produite par la récolte précédente, on arrivera au même but.

Le vrai principe de la bonne répartition du fumier est donc de calculer, d'après la récolte précédente, la fertilité qui reste en terre, et d'y ajouter la dose d'engrais qui manquerait pour obtenir une récolte maximum du produit qu'on veut cultiver.

Mais ces calculs seront-ils exacts pour toutes les espèces d'engrais, c'est ce que vont nous enseigner les expériences de M. de Bec à la Montaurone, où il a cultivé de l'avoine en seconde récolte sur des terres fumées de diverses manières qui avaient porté du froment en première récolte.

Première récolte.

	Produit en grains.	Azote des grains.	Paille.	Azote de la paille.	Total de l'azote de la récolte.	Aliquote, 0,28 Azote de la terre.	Azote de l'engrais.	Total de l'azote de la terre.
Culture sans engrais; froment.	692k	13,52	950	2k,47	16,03	57k	»	57k00
I. CULTURE AVEC FUMIER.								
25000 kil. de fumier; dosant 20 k. d'azote.	1126	22,07	1450	3,77	25,84	57	20,0	77,00
Deuxième récolte en avoine.								
Avoine (pesant 50 kil. l'hectolitre).	1400	24,83	1800	7,02	31,85	»	»	51,16

Nous avons ici pour l'aliquote du froment . . . . . $\frac{25,84}{77} = 0,33.$

Pour l'aliquote de l'avoine. . . . . $\frac{31,85}{51,16} = 0,60.$

II. CULTURE AVEC TOURTEAU DE SÉSAME.

(1re année : froment.)

	Grain.	Azote du grain.	Paille.	Azote de la paille.	Total de l'azote de la récolte.	Azote de la terre.	Azote de l'engrais.	Total de l'engrais de la terre.
750 kil. dosant 7k,41 pour 100.	kil. 1448	kil. 28,58	kil. 2955	kil. 7,65	kil. 36,01	kil. 57	kil. 55,60	kil. 112,60
(2e année : avoine.)								
Avoine.	1135	20,12	1417	3,82	23,94	»	»	75,99

L'aliquote du froment est. . . . . $\frac{36,01}{112,60} = 0,32.$

L'aliquote de l'avoine est. . . . . $\frac{23,94}{75,99} = 0,31.$

III. Culture avec guano

(1re année : froment.)

	Grain.	Azote du grain.	Paille.	Azote de la paille.	Azote de la récolte.	Azote de la terre.	Azote de l'engrais.	Total de l'azote du champ.
	kil.	kil.	kil.	kil.	kil.	kil.	kil.	
750 kil. de guano. . .	1988	38,96	4892	12,72	51,68	57	80,4	157k40

(2e année : avoine.)

	1190	21,11	1542	4,16	25,27	»	»	105,32

L'aliquote du froment est. . . . . $\frac{57}{157,4} = 0{,}36.$

L'aliquote de l'avoine est. . . . . $\frac{25,27}{105,24} = 0{,}24.$

Ces résultats sont très significatifs sur la durée des engrais en terre. Nous voyons qu'avec le fumier, l'aliquote de l'avoine

A la deuxième année est de.	0,60
Avec le tourteau.	0,31
Avec le guano.	0,24

Mais nous avons supposé que la terre conservait à la seconde année une fertilité exprimée par la fertilité de la première année diminuée de celle enlevée par la première récolte ; et comme nous voyons que l'aliquote diminue à mesure que l'engrais est plus volatil, nous devons en conclure que ce n'est pas l'aliquote qui a changé, mais bien l'engrais qui s'est évaporé, faute d'avoir été préparé de manière à fixer son ammoniaque en changeant ses carbonates en sulfates. Ainsi le tourteau, comparativement au fumier, aurait perdu, de la première à la deuxième année, les 0,52 de ses principes fertilisants, et le guano les 0,60 : enseignements qui ne devront pas être perdus quand on se servira de ces sortes d'engrais.

D'après ce que nous venons de dire, on voit qu'on ne peut fixer l'intervalle à mettre entre les fumures que pour des assolements réguliers et immuables ; que dans les cultures qui se succèdent sans règle fixe, il faut consulter les exigences de la plante qu'on se propose de cultiver et les comparer à l'état

du terrain pour décider s'il faut donner de nouvel engrais à la terre et la quantité qu'il faut lui en donner pour obtenir le maximum de produit de la récolte.

Section VI. — *Manière de répartir un engrais insuffisant.*

Si l'on ne peut mettre en doute que l'agriculture la plus profitable soit celle où le produit de chaque plante est porté à son maximum, tant que le prix de l'engrais est inférieur à celui de la récolte qu'il fait naître; si d'un autre côté il est incontestable que dans l'état actuel de la production en Europe, on peut partout se procurer des engrais à ces conditions avantageuses, on est étonné que les avantages évidents d'une telle méthode ne soient pas universellement reconnus, et que la plupart des exploitations ne possèdent que des quantités d'engrais tout-à-fait insuffisantes, et n'obtiennent ainsi des produits qu'à des prix ruineux, par la concurrence que leur font les pays où l'on suit un meilleur système de culture, ceux où l'abondance du bétail permettent de consacrer beaucoup d'engrais aux récoltes, et enfin ceux où la faiblesse de la population rend le loyer des terres presque nul.

Il n'en est pas moins vrai que dans une grande partie de l'Europe la proportion des engrais aux cultures est très faible, et que l'usage est de répartir ces engrais sur toute la surface des terres cultivées, de manière à en accorder une partie aliquote à chaque parcelle de terrain. Serait-il préférable de les accumuler sur une partie de la ferme que l'on porterait à son maximum de produit en abandonnant les autres parties à la seule influence des engrais atmosphériques ? Telle est la question qui se présente maintenant. Nous la traiterons d'une manière plus développée quand nous parlerons des systèmes de cultures, aujourd'hui nous devons nous borner à la considérer sous le rapport des engrais.

En supposant que les plantes recueillent et mettent à profit avec le même avantage l'engrais disséminé et l'engrais accumulé, nous ferons remarquer cependant que les frais de culture et de récolte sont les mêmes pour les végétaux chétifs et les végétaux opulents mais qu'ensuite les préparations que subit la récolte pour être mise dans le commerce, sont d'autant plus considérables pour fournir la même quantité de produits que le végétal est moins développé; que pour le blé, par exemple, la même quantité de gerbes donnera beaucoup moins de grains dans un champ appauvri et coûtera autant au battage que celles qui proviendront d'un champ fertile. Ces observations préliminaires étant faites, examinons, du reste, ce qui arrivera.

Nous concentrerons la quantité d'engrais susceptible de produire le maximum de la récolte : 1° sur un seul hectare; 2° sur deux hectares; 3° nous la disposerons sur les quatre hectares. Voici quel sera le prix des produits obtenus dans les trois cas d'après la formule citée plus haut :

Nous supposerons que la fertilité naturelle du sol soit capable de produire 600 kil. de blé sans engrais. La première division composée d'un hectare fumé complétement et de trois hectares sans engrais, produira :

Premier hectare.	3000	4800 kil.
Les 3 autres hectares. . .	1800	

Pour obtenir les 3,000 kil. du premier hectare, il aura suffi d'y ajouter la quantité d'engrais nécessaire pour produire 2,400 kil.

Dans la seconde division, les deux premiers hectares ayant reçu la moitié de l'engrais, et ayant de plus la fertilité nécessaire pour en produire 600 kil., donneront chacun 1,800 kil.

Pour les deux premiers hectares.	3600	4800 kil.
Pour 2 hectares non fumés. . . .	1200	
La 3e division, composée de 4 hectares, produit aussi.		4800k

Si nous recherchons maintenant le prix du blé dans ces trois situations, d'après les formules qui viennent d'être exposées plus haut, nous trouverons que le compte des trois divisions sera :

1re DIVISION.

kil.				Totaux.	Valant le blé à 29 fr. 60.	Bénéfice.	Par hectare.
3000	à 9f47	coûtent.	284f10	816f90	1420f80	603f90	151f
1800	29,60		532,80				

2e DIVISION.

3600	14,60	525,60	880,80	1420,80	540,00	135
1200	29,60	355,20				

3e DIVISION.

2400	29,60	1420,80	1420,80	0,00	000

On voit ici évidemment le bénéfice croître à mesure que le fumier est accumulé en plus grandes masses. Nous ferons remarquer en outre que, dans les trois cas, en se dispensant de cultiver les hectares sans engrais, le résultat serait le même, si le produit spontané du sol, l'herbe, avait seulement la valeur du loyer de la terre. Mais nous anticipons ici sur ce que nous dirons en parlant des systèmes de culture.

On élève deux objections contre la pratique des fumures abondantes, la première est qu'une si grande quantité de fumier de litière soulève le sol, le rend creux, mal affermi, et peu propre à la végétation d'un grand nombre de plantes ; la seconde c'est que le blé, en particulier, traité avec cette opulence, s'élève beaucoup et est sujet à verser.

Quant à la première objection, nous ferons observer que ce qui est vrai pour les fumiers frais et pailleux ne l'est pas pour les fumiers consommés. Nous verrons bientôt qu'il y a des moyens de les préparer de manière à ce qu'ils soient dans cette con-

dition sans rien perdre de leur valeur. Les engrais pulvérulents ne présentent pas non plus cet inconvénient.

Quant au versement du blé, cet accident n'est pas toujours causé par l'abondance des produits. Nous voyons journellement des blés qui appprochent du maximum et qui se soutiennent très bien, et d'autres blés assez maigres et sujets à verser. Cela tient à d'autres causes que nous examinerons en traitant de la culture spéciale du blé.

Section VII. — *État des engrais à l'époque de leur emploi.*

Les agronomes ont été fort divisés sur la question de savoir si l'on devait employer les engrais au moment où ils venaient d'être produits et avant toute fermentation ultérieure, ou si l'on devait attendre que la fermentation eût opéré une décomposition plus ou moins avancée de leur masse. Ce que nous avons dit dans le premier volume de ce cours [1] nous dispense d'entrer ici dans de grands détails. On sait, en effet, que quand cette décomposition est complète, le fumier a perdu les $\frac{2}{3}$ de ses principes azotés et qu'il est réduit en grande partie à son carbone, à moins que, par le moyen des sulfates et principalement du sulfate de fer, on ait changé le carbonate d'ammoniaque volatil en sulfate d'ammoniaque, qui est un sel fixe. Dans ce cas, il y a peu d'inconvénient à laisser fermenter le fumier pour disposer ses fibres ligneuses à la décomposition et mettre son carbone et les principes alcalins qu'il renferme dans un état de division qui les rende plus susceptibles d'être absorbés par les végétaux. On peut alors choisir son temps pour transporter le fumier sans crainte d'éprouver une perte considérable

(1) Page 631 et suiv. de la 1re édit.; p. 592 et suiv. de la seconde.

Dans le cas où l'on n'aurait pas saturé les sels ammoniacaux volatils par l'acide sulfurique, on ne peut trop se hâter de transporter le fumier aux champs et de l'enterrer, pour que l'ammoniaque qui s'en dégage soit, au moins en partie, absorbé et retenu par l'argile et le terreau que contient le sol. Mais le cultivateur rencontre alors plusieurs obstacles qui s'opposent à la libre disposition de ses engrais frais. Ainsi, les terres ne sont pas toujours en état de les recevoir; on ne les cultive pas toute l'année, leur état de sécheresse et d'humidité ne permet d'y entrer que dans certains temps; ou bien elles sont couvertes de plantes en végétation. Il est difficile de combiner les arrangements agricoles d'une exploitation de manière à ce qu'il y ait toujours, à tout moment de l'année, place pour les engrais qui se fabriquent journellement; si ce n'est dans les cultures très variées, comme les cultures maraîchères, et dans les terrains naturellement frais et arrosés.

D'autres obstacles se présentent encore. Quand on fume les terres légères et sèches avec du fumier frais, la fermentation s'arrête et ne reprend pas facilement dans ces particules organiques desséchées. Cependant la moindre pluie suivie d'un coup de soleil suffit pour disposer l'ammoniaque à s'évaporer, tandis que cette circonstance est impuissante pour décomposer les tissus ligneux. Le fumier se trouve donc réduit peu à peu à sa paille, qui tient la terre soulevée. Dans les terres argileuses, au contraire, l'argile s'empare de l'ammoniaque, et la terre divisée par les fibres du fumier en devient plus maniable; mais ce n'est que très lentement que la fermentation agit sur cet engrais privé d'air, et les plantes qui y croissent sont sujettes à manquer de la quantité de carbone qui leur est nécessaire, parce que les pailles n'ont pu se changer en extrait de terreau propre à être dissous dans l'eau et à fournir l'alimentation nécessaire aux végétaux.

Ce n'est donc que dans la saison de l'année où l'on ne peut

pas redouter un excès de sécheresse qu'on doit employer le fumier frais sur les terres légères dépourvues de carbonate et de terreau ; et quant aux terres fortes qui manquent de ces substances, le fumier frais n'y produira point de grands effets, si elles doivent se développer immédiatement, car sa décomposition ne sera pas assez pressée pour suivre les phases de la végétation. Ces faits expliquent très bien la répugnance des cultivateurs à employer les fumiers dans la saison sèche, et leur tendance à préférer les fumiers consommés, malgré la diminution de volume et la perte de qualité qu'ils éprouvent.

La saturation du fumier par les sulfates permet d'attendre l'époque agricole la plus avantageuse pour son emploi. C'est donc alors les assolements qui règlent le moment de la distribution des engrais. Au contraire, avec les fumiers non saturés, il faut se résoudre à attendre la fin des sécheresses qui durcissent la terre et en rendent les labours difficiles. On subit alors la perte de l'ammoniaque que fait éprouver la fermentation accélérée par la chaleur. On ne dispose librement des fumiers frais que pour les terres arrosées, parce qu'alors aussi on maîtrise les saisons, et qu'on peut travailler la terre, semer et faire croître en tous temps. Dans les terres sèches on ne pourra employer les fumiers qu'en automne, en hiver, et au commencement du printemps; et souvent on devra ainsi les déposer dans le sol, bien longtemps avant l'époque de la semaille des plantes qui doivent en profiter.

Quant à l'engrais saturé, il doit être porté sur le terrain avant le dernier labour préparatoire de la semaille ou de la plantation.

Section VIII. — *Charroi des engrais.*

Nous avons traité des différents modes de transport dans la partie mécanique de ce cours. Nous rappellerons ici le moyen

le plus économique d'effectuer ceux qui se font avec le retour à vide. Il faut combiner le nombre des chargeurs et celui des voitures à employer proportionnellement à la distance, de manière à ce que le temps de l'aller et du retour soit suffisant pour le chargement, et que les chevaux, à leur arrivée, puissent être attelés immédiatement aux voitures chargées.

Le poids du fumier transporté par chaque voyage étant connu, ainsi que la quantité d'engrais à donner au terrain, il est facile d'espacer les tas de fumier de manière à ce que, quand ils sont étendus, ils recouvrent également la surface. Ainsi, soit le mètre cube de fumier pesant 700 kil., si nous voulons donner au champ une fumure de 30,000 kil. par hectare, nous aurons à transporter sur l'hectare environ 43 tombereaux (contenant chacun 1 mètre cube de fumier). Pour que les ouvriers puissent étendre commodément et également l'engrais avec des fourches ou des pelles, les tas doivent être éloignés de 12 à 14 mètres les uns des autres, ce qui donne un jet de 6 à 7 mètres.

Pour faire une bonne répartition de l'engrais, il faut que les tas soient composés du chargement entier d'un véhicule, ou au moins d'une fraction très simple, $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$ de ce chargement. Pour y parvenir, connaissant la quantité d'engrais à répartir par hectare, nous la divisons par 10,000 et nous avons la quantité d'engrais par mètre carré. Nous divisons le chargement d'une voiture par ce nombre, ce qui nous donne le nombre de mètres que devrait couvrir ce chargement. Si le quotient est compris entre 144 (12×12) et 196 (14×14), nous voyons qu'on peut mettre le chargement d'une voiture par chaque tas ; s'il est supérieur à 196, nous le divisons par 2, ou par 3, ou par 4, de manière à ce que le nombre de mètres soit le moins éloigné possible du minimum 144, et nous avons ainsi le nombre de mètres à couvrir par l'engrais de chaque tas.

Ainsi, soit un champ d'un hectare auquel nous voulons appliquer 30,000 kil. de fumier, ce qui nous donne 3 kil. par mètre carré de terrain, nos voitures portant un mètre cube de 700 kil., et, divisant 700 par 3, nous trouvons 233 quintaux par quotient. Ce nombre excède 196; sa moitié donne 116 mètres carrés, qui sera la surface que devra couvrir chaque tas formé de la moitié du chargement d'une voiture. Nos lignes de tas devront être éloignées de $10^{m},77$, racine carrée de 116. Comme la longueur et la largeur du champ ne seront pas parfaitement divisibles par ce nombre, il arrivera toujours qu'il y aura au bout des lignes une certaine surface qui recueillerait un peu plus ou un peu moins d'engrais que le reste du champ, si le coup d'œil ne venait y suppléer, en y versant ce qui restera d'engrais après que le nombre rectangulaire des tas aura été desservi. Ainsi, soit dans ces conditions un champ d'un hectare, ayant 250 mètres de longueur sur 40 de largeur. Divisant 250 par 10,77, nous voyons qu'il y aura sur la longueur 23 lignes de tas, plus un reste de $2^{m},29$; divisant 40 par 10,77, nous trouvons trois lignes de tas, plus un reste de $7^{m},69$. Or, $23 \times 3 = 69$ tas, et $\frac{30000}{700} = 42,8$ voitures qui donnent 85,6 tas. Il restera donc 16,6 tas à répartir sur les 1,900 mètres environ qui resteront à fumer sur les bords du champ; on les place alors à l'œil, de manière à ce que cette partie soit fumée à l'égal du reste de la surface, si mieux on n'aimait, ce qui serait plus exact, répéter pour cette partie le calcul que nous venons de faire pour la totalité.

Quand, au lieu de se servir de tombereaux ou de petits chariots, on transporte le fumier au champ sur des charrettes portant jusqu'à 20 à 25 quintaux métriques de fumier, on distribue immédiatement l'engrais, et on l'étend de cette manière : un ou deux hommes montés sur la charrette le projettent avec des fourches, des deux côtés et en arrière, aussi également qu'il leur est possible. Alors on divise seulement le

champ en allées de 12 à 14 mètres de largeur; la charrette marche au milieu de chacune de ces allées, et on calcule le trajet qu'elle doit faire pour absorber un chargement. Ainsi, à 3 kil. par mètre carré, les allées ayant 14 mètres et les charrettes portant 20 quintaux métriques, c'est 42 kil. par mètre courant qu'il faut employer, et le chargement doit être épuisé quand la charrette aura parcouru $47_m,60$. Cette méthode est plus expéditive; mais le fumier serait très inégalement répandu si on ne faisait pas suivre le véhicule par des hommes armés de fourches qui réparent les inégalités, rompent et étendent les agglomérations que ne peut manquer de laisser subsister un jet précipité, surtout quand il s'agit de fumiers pailleux.

Quant aux engrais riches et pulvérulents, si ce sont des sels solubles, quelques-uns les emploient en les faisant dissoudre dans l'eau dont ils arrosent la surface du champ. C'est ainsi que MM. Kulhmann et Schattenmann ont essayé les effets des sels ammoniacaux (voir le premier volume). D'autres, et c'est le conseil de M. Boussingault, préfèrent les réduire en poudre et les associer avec une dose suffisante de sciure de bois, pour les répandre ensuite dans la proportion requise; d'autres, enfin, les mêlent seulement à de la terre sèche ou à du sable fin d'une couleur tranchant avec celle du sol. Soient ainsi 300 kil. de sulfate d'ammoniaque à répandre sur un hectare de terre; cette quantité représente en poids le double de la semence du blé qu'on met en terre, et est moins facile à disperser également. Mais en la mêlant avec un volume égal d'une autre substance, cette dispersion devient plus facile, parce que, comme le plâtre, la substance associée laisse une trace en terre, et qu'on s'aperçoit des vides qu'un jet imparfait pourrait laisser. Quand la quantité d'engrais pulvérulents à répandre est plus considérable, on a moins à craindre l'imperfection de la distribution.

SECTION IX. — *Comment l'engrais doit être situé par rapport aux plantes.*

L'engrais doit être placé de la manière qui doit favoriser le plus le développement de la plante; cela ne peut être mis en doute. Mais quelle est cette position? la question est loin de nous sembler résolue. Si nous considérons la nature si diverse des racines qui doivent puiser dans le sol les principes de l'alimentation des plantes, on verra qu'elle ne peut l'être d'une manière générale. Le premier pas à faire pour éclaircir ce point important, c'est d'étudier soigneusement l'action de cet organe important.

Selon la nature des végétaux, les racines ont différentes formes et différentes tendances. Les unes plongent verticalement en se ramifiant très peu; les autres, au contraire, se ramifient près de la surface du sol, et croissent en formant des angles aigus avec l'horizon, ou même en restant tout à fait horizontales. Dans la première classe, celle des racines pivotantes, nous citerons la luzerne, la carotte, etc.; dans la seconde, celles des racines traçantes, le fraisier, la pomme de terre, etc. Sans doute la nature leur a donné aux unes et aux autres l'organisation la plus convenable pour exister dans les lieux auxquels elle les destine; elle a donné aux racines pivotantes, qui appartiennent à des plantes vivaces ou bisannuelles, des enveloppes plus dures, mais pourvues de lenticelles ou pores par lesquels les fibres puissent s'échapper et produire des racines latérales; elle a voulu qu'elles allassent chercher dans les couches profondes du sol l'humidité que leur auraient refusées les couches supérieures pendant la partie la plus sèche de l'année, et elle leur a donné ainsi le moyen de prolonger pendant tout l'été leur végétation qui ne devait pas être suspendue.

Les racines traçantes appartiennent au contraire aux plantes annuelles ou à celles qui se dessèchent en été, et ont un sommeil estival, enfin à des arbres qui ont peu d'évaporation, ou qui sont destinés à habiter des régions ou des sites frais. Mais il est facile de s'assurer qu'en modifiant l'organisation des racines, et en même temps les circonstances naturelles pour lesquelles cette organisation était faite, il est encore possible de procurer à la plante une végétation vigoureuse. Prenons, par exemple, une plante de luzerne ; coupons son pivot, et bientôt les fibres perçant en plus grand nombre la dure enveloppe de la racine, ou, s'échappant des bords de la plaie, elles s'étendront latéralement et deviendront traçantes : la plante croîtra avec vigueur, pourvu qu'on lui procure près de la surface et par l'irrigation, l'humidité qu'elle allait chercher dans la profondeur.

D'un autre côté, nous trouverons sur les bords de nos fleuves, et dans les terrains dont le fond renferme des courants d'eau aérés, des racines de blé qui pénètrent jusqu'à 3 mètres et plus de profondeur [1]. Ici ce ne sont pas les racines, mais la disposition des couches de terre qui a été changée.

Cette observation tendrait à trancher la question qui s'est élevée, de savoir s'il existe dans les racines une tendance à chercher la terre qui leur convient, une sorte d'instinct qui leur ferait franchir de grandes distances, souvent d'impénétrables obstacles, pour atteindre telle ou telle couche de terre. Nous devons rappeler à ce sujet les expériences qu'on cite pour et contre cette espèce d'attraction.

La plus frappante en sa faveur est celle de M. Lardier, qu'il rapporte dans les termes suivants [2] :

(1) Outre les exemples nombreux que nous avons observés, voir *Annales de la Société d'agriculture de Lyon*, t. VII, p. XXII des procès-verbaux, à la fin du volume.

(2) *Essai sur les moyens de régénérer l'agriculture.* Marseille, 1820, tome Ier, page 131 et suiv.

« Vers la fin de 1792 nous fîmes ouvrir, à 6^{m},5 du tronc d'un figuier très vigoureux, une fosse de 2^{m},60 de longueur sur 1^{m},30 de largeur et 0^{m},97 de profondeur, dans la direction du levant au couchant. Il fut jeté dans cette fosse 0^{m},22 de bon fumier d'écurie, qui n'occupait que le quart de sa largeur, du côté du nord; on éleva vis-à-vis une muraille en pierres sèches bien serrées de 1 mètre d'épaisseur sur autant de hauteur, et de toute la longueur de la fosse, après quoi on remplit de terre le vide qui restait au dessus du fumier.

« Au mois d'octobre de l'année suivante, cette tranchée ayant été ouverte sans toucher à la muraille, on trouva le fumier rempli de racines de figuier, qui, pour y arriver, avaient traversé la muraille sur tous les points de sa longueur, ce qui avait été annoncé par la pousse plus forte que cet arbre avait faite de ce côté pendant l'été, et par des fruits plus beaux.

« Ces racines ayant été coupées très exactem ent, et de nouveau fumier ayant été substitué au premier, n ous fîmes appliquer sur la façade de la muraille trois planches de chêne de l'épaisseur de 0^{m},3 qui n'en formaient qu'une au moyen de deux liteaux cloués sur les joints, ouis nous fîmes remplir la fosse de terre.

« L'ayant de nouveau ouverte l'année suivante, nous trouvâmes encore le fumier plein de racines de figuier qui s'y étaient introduites en passant dessous les planches, et, après l'avoir enlevé, ainsi que les pierres de la muraille, coupé les racines, reconstruit la muraille, remis les planches en place, enlevé le fumier qui restait, jeté 0^{m},64 de caillous au fond de la fosse, et couvert de terre le restant, nous en ouvrîmes une nouvelle des mêmes longueur, largeur et profondeur, à 2 mètres de distance de la première, cette seconde fosse fut recouverte de terre lorsqu'on y eut jeté un bon lit de fumier.

« Des travaux plus pressants ayant fait renvoyer la vérifi-

cation de ce nouveau résultat, ce ne fut qu'en décembre 1796 que cette fosse fut découverte en présence de plusieurs personnes, qui certainement n'y auraient pas ajouté foi si elles n'en avaient été les témoins oculaires. Parvenus à la profondeur du fumier, l'étonnement fut extrême en voyant la quantité de racines de figuier qui s'en étaient emparées, de manière que cette fois elles avaient franchi tous les obstacles que nous avions pu leur opposer. Ni une muraille d'un mètre d'épaisseur, ni une planche, ni un grand lit de caillous, ni un long espace de terre serrée de la plus mauvaise qualité ne purent les arrêter. »

Qu'objecter à cette expérience, si ce n'est qu'il aurait fallu découvrir les racines des autres côtés de l'arbre, et s'assurer qu'elles n'avaient pas poussé aussi dans la même direction et avec la même vigueur? ce qui est tout à fait improbable.

Le même auteur cite encore plusieurs expériences et observations : un figuier, élevé de 6m,5 au-dessus du niveau d'un hangar et à 5 mètres de distance, allongeant ses racines qui viennent s'établir dans un tas de fumier qu'on y avait déposé, passe, pour y parvenir, à travers les joints d'un pavé; des racines de vignes descendant de 7 mètres de hauteur, passant sous les fondations d'une muraille, et remontant à la hauteur d'un mètre pour s'emparer d'un tas de terreau où l'on avait cultivé des renoncules ; des racines de figuier, de caprier plongeant à 20 mètres de profondeur jusqu'au fond d'un puits, dont elles avaient rendu l'eau amère, pour venir y chercher l'humidité, etc. Quel est l'agriculteur un peu intelligent qui n'ait fait de semblables observations, surtout sur la tendance des racines à se diriger vers les points où elles doivent rencontrer de l'humidité. Nous pouvons dire, entre autres faits, que les racines d'un mûrier planté près de notre maison se trouvèrent dirigées sous les pavés à une grande distance, quand nous la fîmes reconstruire, et que de tous les côtés de l'arbre

elles s'étaient infléchies vers cette direction. Voilà des faits qui semblent établir l'affirmative de la question.

M. Durand (de Caen) soutient l'opinion contraire [1]; il s'appuie sur deux expériences qu'il a faites : 1° une caisse à deux compartiments, séparés par un diaphragme métallique, reçut d'un côté du sable, de l'autre de la bonne terre. Une des surfaces de la caisse était percée de trous pour l'écoulement de l'eau. Des graines de pois ayant été semées dans le sable, et constamment arrosées d'eau, ont germé, et aucune racine n'a manifesté sa tendance vers la bonne terre. On peut répondre à cette expérience que les pois se plaisent beaucoup dans les terres légères s'ils y trouvent l'humidité suffisante, et qu'aucune raison ne pouvait les déterminer à se diriger vers ce qu'on appelle ici la bonne terre; 2° deux pommes de terre ont été plantées, l'une dans la bonne terre, l'autre dans la mauvaise. Voici comment : deux trous assez profonds furent pratiqués dans le sol; l'un fut rempli de bonne terre, l'autre de mauvaise (l'auteur aurait dû dire ce qu'il entendait par ces mots). Le trou où se trouvait la bonne terre avait $0^m,10$ de largeur, et tout autour on avait mis de la mauvaise terre. Il y avait donc dans le trou, seulement de haut en bas et jusqu'à la profondeur de $0^m,60$, de la bonne terre, tandis que dans l'autre excavation, la mauvaise terre se trouvait non-seulement de haut en bas, mais encore tout autour, dans une étendue de plus de $0^m,80$. Les racines, dans le trou qui contenait la bonne terre, n'ont pas descendu plus que dans celui où il n'y en avait que de la mauvaise; elles se sont dirigées horizontalement et ont quitté la bonne terre; en un mot, elles se sont comportées absolument comme s'il n'y avait eu dans le trou que de la bonne terre. Ici encore on se demande quelle était la qualité de ces deux terres, et, dans le cas où la tendance des

(1) *Comptes-rendus de l'Academie des sciences*, 3 novembre 184

racines aurait été réelle, la raison qui pouvait les déterminer à passer de l'une dans l'autre.

Nous pensons donc que, jusqu'ici, l'opinion commune, qui nous semble fondée sur des expériences et sur des faits, n'a pas été ébranlée, et que la tendance des racines est de se porter vers les points où se trouvent les dépôts de principes nécessaires à la végétation : eau et engrais. Nous ne cherchons pas à expliquer le phénomène, si en effet il est aussi réel que nous le croyons; nous nous bornons à l'énoncer.

Dans les situations ordinaires, l'observation réitérée nous prouve que les arbres étendent leurs racines le plus près possible de la surface du sol, dans la couche supérieure où se trouvent déposés les engrais de toute espèce, naturels et artificiels, mais aussi à une profondeur qui varie selon les climats, et qui est fixée par celle où se trouve en moyenne l'état du terrain que nous avons nommé sa fraîcheur, c'est-à-dire, où, durant les mois les plus secs de l'année, la terre retient au moins 0,15 de son poids d'eau. Les plantes annuelles, celles qui mûrissent avant les grandes sécheresses, s'enracinent dans la couche qui conserve la même qualité hygrométrique pendant la durée de la végétation, c'est-à-dire moins profondément que les arbres. Aussi, quand elles seront surprises par des sécheresses extraordinaires, elles souffriront beaucoup avant d'avoir pu prolonger leurs racines dans la terre humide. La plante n'obéit qu'aux nécessités du moment; mais le cultivateur qui prévoit les circonstances fâcheuses qui peuvent survenir, doit y parer d'avance. Dans la plupart des climats, les sécheresses superficielles sont une des circonstances qui influent le plus sur les résultats des cultures. Nous voyons fréquemment, par exemple, des blés bien garnis, bien venus à la sortie de l'hiver, qui, surpris par la sécheresse de la couche de terre où végétent leurs racines, développent un bon épi, mais qui ne se remplit que de grains avortés, l'eau ayant

manqué pour dissoudre la substance alimentaire qui devait concourir à leur formation. Cet accident est toujours en raison inverse de la profondeur du labour et de la richesse du sol.

Les arbres et les plantes vivaces se garantissent mieux de ces alternatives hygrométriques, parce qu'ils poussent des racines plus profondes qui atteignent les couches suffisamment humides. Il y a donc un grand avantage à solliciter les racines des plantes annuelles à plonger le plus possible, pour les mettre à l'abri des accidents que leur font éprouver le desséchement trop fréquent de la couche supérieure. On les appellera au fond du terrain par les labours profonds, qui ameublissent le sol, leur facilitent les moyens d'y prospérer, y laissent pénétrer l'air, et procurent l'égale répartition des engrais dans toute la couche labourée, de sorte que, trouvant d'abord dans la terre où elles germent les aliments nécessaires à leur enfance, elles soient déterminées à plonger de plus en plus pour atteindre ceux que recèlent les couches plus profondes du sol.

C'est donc à répartir le plus également possible l'engrais dans toute l'épaisseur du sol actif que doivent tendre les procédés de fumure. Une partie de ce travail doit être faite par des moyens mécaniques, une autre par le moyen de l'infiltration. Les eaux pluviales et celles d'irrigation s'emparent, en effet, des substances solubles contenues dans les engrais et les entraînent plus ou moins profondément selon la nature plus ou moins filtrante du terrain et selon son plus ou moins de sécheresse naturelle. Plusieurs essais nous ont prouvé que, dans notre climat du Midi et dans nos terrains argilo-calcaires, l'infiltration ne conduisait pas les sucs fécondants à plus de $0^m,10$ à $0^m,15$ de profondeur ; la quantité conduite dans les couches supérieures allait en diminuant de haut en bas. C'est ce qui est très sensible sur le sol des prairies qui, fumées continuellement en couverture, ne possèdent guère que

cette épaisseur de terre fertile. Si donc on mélange parfaitement l'engrais dans la couche de $0^m,5$ à $0^m,6$ d'épaisseur, on pourra compter que l'infiltration conduira les sucs fertilisants jusqu'à $0^m,15$ et plus, ce qui est suffisant pour les cultures de plantes annuelles et des plantes traçantes. Quant aux plantes pivotantes, et surtout à celles qui sont perennes, comme la luzerne, dont la durée est pour ainsi dire mesurée par la fertilité qu'elles trouvent dans la profondeur, on doit enterrer l'engrais par un travail plus profond, en ayant soin d'ailleurs de le mélanger avec la couche supérieure pour que la plante en puisse profiter dans sa jeunesse.

D'après ce que nous venons de dire, les règles pour la situation à donner aux engrais, sont les suivantes :

1° Le labour qui doit enterrer l'engrais doit être de la profondeur de la couche où se maintient la fraîcheur (0,15 d'humidité du poids de la terre) pendant la durée de la végétation de la plante, diminuée de $0^m,5$. Ainsi, dans les pays humides, comme en Angleterre, on peut fumer en couverture (*top dressing* des Anglais) sans grand inconvénient, car les racines trouvent près de la surface la nourriture et l'humidité qui leur sont nécessaires, si ce n'est dans les années de sécheresse qui se rencontrent parfois, même dans ces climats favorisés. Les prairies arrosées, dont la couche supérieure est maintenue fraîche artificiellement, sont dans le même cas, sous tous les climats. Par la même raison, l'engrais doit être placé d'autant plus profondément que le climat et le terrain sont plus secs. Dans les pays méridionaux, l'engrais en couverture, s'il ne contient pas de substances très solubles, étant lui-même très hygromètrique, s'empare de l'humidité de la terre, en prive les plantes, et on voit alors les terrains fumés de la sorte, et ceux dont le fumier est à trop peu de profondeur, porter des récoltes inférieures à celles des terres fumées.

2° L'engrais destiné aux plantes pivotantes doit être enterré

le plus profondément possible et être incorporé à une couche de terre dont la partie inférieure soit au plus à 0m,10 de la partie inférieure du sol actif, tel qu'il a été constitué par le labour profond qui doit servir à établir ces cultures. Pour bien distribuer cet engrais, la meilleure pratique est d'en enterrer la moitié par un premier labour, celui de défoncement, et une autre moitié par un labour fait à demi-profondeur. D'ailleurs on se donne ainsi le temps d'attendre l'époque de ce second labour, et dans l'intervalle, on a pu préparer la quantité de fumier supplémentaire.

Nous ne parlons pas ici des procédés pour fumer en lignes et à potets; ils seront décrits quand nous traiterons des semis auxquels ces procédés sont associés.

CHAPITRE V.

Des semis.

Nous avons travaillé à écarter de la terre tous les obstacles qui peuvent nuire à la végétation, à lui donner les qualités qui pouvaient lui être le plus favorables; nous l'avons amendée, c'est-à-dire nous en avons banni les causes nuisibles, nous y avons amené, au contraire, quand nous l'avons pu, celles qui répondaient aux besoins des plantes; nous l'avons défendue contre les courants d'air froid par des abris; nous avons cherché à modifier par des mélanges et des *colmates* son sol trop tenace ou trop léger; ensuite nous l'avons cultivée pour fournir aux végétaux une couche meuble dans laquelle ils pussent étendre leur racines sans obstacles et trouver en tout temps un réservoir d'humidité; enfin nous l'avons pourvue de substances nutritives qui lui manquaient, au point de l'exciter à donner le plus grand produit possible de chacun des végétaux

que nous voulions lui confier. Maintenant il faut placer dans la terre le germe de ces végétaux, c'est ce que l'on opère au moyen de semis ou de plantations.

Le semis est l'opération par laquelle on met les bourgeons latents renfermés dans la semence dans des circonstances telles qu'ils entrent en végétation et se développent; la plantation consiste à placer un bourgeon ou un assemblage de bourgeons réunis sur une branche ou sur un arbre dans une situation telle qu'ils continuent à recevoir les sucs nécessaires à leur vie et à leur croissance. Physiologiquement, il n'y a donc d'autre différence entre ces deux opérations que dans l'état actuel des bourgeons dont on veut procurer le développement; sont-ils cachés à l'état latent dans des graines? on sème; sont-ils déjà à l'état de bourgeons renfermés dans leurs écailles? on plante. Mais dans la pratique, la plantation exige plus de soins que le semis, parce qu'il est important de ne pas interrompre les fonctions d'un organe vivant et en voie de développement; tandis que celles du germe renfermé dans la graine ne sont pas encore commencées et que le moment de leur donner l'existence est pour ainsi dire à notre disposition.

Pour réussir dans le semis, il faut être pourvu de graines fécondées et saines, on les place de manière qu'elles soient en contact avec les agents propres à provoquer leur évolution. Ces agents sont l'eau, l'air, ou plutôt l'oxygène, et le degré de chaleur propre à chaque espèce de semence. Leur réunion est nécessaire pour que la graine entre en végétation. Son séjour prolongé dans l'eau à la température nécessaire, mais sous le récipient d'une machine pneumatique où elle serait privée d'air, ne produirait que la décomposition de la graine, qui aurait lieu aussi par son séjour prolongé dans l'eau aérée, s'il lui manquait la chaleur nécessaire; elle ne donnerait aucun signe de germination dans un air sec et chaud.

Pour assurer la réussite des semis, il faudra donc : 1° se pro-

curer des semences fécondées, entières, non altérées et possédant la quantité de fécule nécessaire pour alimenter la plantule jusqu'à ce qu'elle puisse tirer sa nourriture du sol et de l'atmosphère. Ainsi, nous devons rechercher les moyens de juger du bon état des semences, ceux de les conserver jusqu'au moment du semis, de les préparer pour qu'elles soient dans l'état le plus favorable pour germer promptement; 2° les différentes semences ayant besoin d'un temps plus ou moins long pour germer, et ce temps étant en rapport avec la température, nous avons à examiner l'époque où elles trouveront *probablement* en terre l'humidité nécessaire pour cette durée de temps, celle où se rencontrera en même temps la température *minimum* propre à favoriser la germination; 3. l'air oxygéné pénétrant difficilement à travers le sol, il faudra aussi rechercher à quelle profondeur le germe, une fois en mouvement, conservera l'humidité voulue, tout en puisant avec facilité, dans les pores de la terre qui l'avoisinent, l'oxygène nécessaire à son évolution.

Section Ire. — *Choix des semences.*

Lorsque des semences surnagent à l'eau, c'est un signe infaillible qu'elles sont impropres à la végétation On peut donc déjà rejeter sans autre examen toutes celles qui, privées des organes accessoires, comme les aigrettes et les membranes, ne vont pas à fond quand on les plonge dans l'eau. Mais ce caractère négatif ne suffit pas pour rassurer complétement sur la valeur de celles qui ont subi l'épreuve, et qui peuvent être infécondes en tout ou en partie.

Pour écarter tout motif de doute, on recourt au moyen suivant : on met une couche de coton dans une soucoupe à moitié pleine d'eau, on parsème le coton de semences à essayer, et la soucoupe est placée dans un lieu où l'eau puisse se maintenir

tiède (à la température de 20° à 25°); les bonnes graines ne tardent pas à germer, et, en comptant celles qui ont levé et celles qui sont restées inertes, on juge de la valeur de la semence. Dans les pays où l'on cultive la garance, dont les graines sont quelquefois si chères, et qui ne lèvent pas quand elles sont vieilles, les cultivateurs soigneux ne manquent jamais de soumettre préalablement à cette épreuve les graines de semence qu'ils veulent acheter.

On devra d'ailleurs écarter soigneusement les parties de graine qui renfermeraient des semences autres que celles que l'on veut confier à la terre. Leur absence constitue ce que l'on appelle la netteté de la semence, qualité fort appréciée des acheteurs.

Mais ce n'est pas tout que de s'être assuré que les semences sont fécondes; on sait que certaines maladies de végétaux se transmettent par leurs graines : tel est le charbon des blés (*uredo carbo*), plante parasite qui attaque les semences, altère leurs principes nourriciers et les transforme en une poudre noirâtre. Il suffit de quelques grains de cette poussière échappée aux grains malades pour que ceux qui sont sains et qui en sont souillés produisent des plantes qui à leur tour seront affectées de la maladie. Il est facile de s'apercevoir à la simple vue si les grains que l'on veut semer sont souillés de poussière charbonneuse; elle noircit les mains quand on les froisse. Les préservatifs du charbon sont difficiles à appliquer et ne sont pas toujours assez certains pour qu'il ne faille pas écarter des semis les graines qui ont subi ce contact.

Il y a plusieurs opinions relativement à la qualité des semences. Faut-il choisir les plus grosses ou les plus petites? Les anciens, Varron[1], Columelle[2], Pline[3], conseillent, quant aux

(1) Lib. I, cap. 52.
(2) Lib. II, cap. 9.
(3) Lib. XVIII, cap. 24.

céréales, de choisir les grains les plus pesants. Ils entendent par là les grains qui sont individuellement les plus pesants, et non ceux dont un certain volume pèse le plus. M. Loiseleur Deslongchamps[1] a montré que 100 grains de seisette de Provence (espèce de froment) pesaient 4gr.,7, et que ces mêmes grains, cultivés près de Paris, acquéraient le poids de 7gr.,74. Or, on sait que le poids de l'hectolitre de blé est, en Provence, de 78 à 82 kilogr., tandis qu'à Paris il n'est que de 76 à 78 kilogr. Ainsi l'hectolitre de seisette, récolté à Paris, contiendrait 1,001,000 grains, et celui récolté en Provence 1,702,080 grains. En supposant donc que les plantes dussent être également espacées dans l'un et l'autre pays, et que l'on employât deux hectolitres de semence sur un hectare, à Paris, ou 2 millions de grains; les deux hectolitres de semence contiendront 2,404,160 grains en Provence, et l'on pourrait s'y contenter de 1hect.,7 pour obtenir le même nombre de plantes qu'à Paris. Aussi les cultivateurs ne manquent jamais de rechercher la semence la plus fine et qui foisonne le plus, si d'ailleurs elle a toutes les qualités requises. Serait-ce une erreur de leur part, et perdraient-ils par les résultats de la récolte ce qu'ils gagnent sur la semence?

Nous écartons comme de raison tous les grains ridés, ce qui annonce que leur écorce est peu garnie de fécule; nous n'admettons que des grains bien remplis et qui n'ont contre eux que leur petitesse. En obtiendra-t-on des plantes aussi belles et des épis aussi bien fournis? Duhamel avait déjà affirmé que de petits glands et de petites châtaignes produisaient de plus beaux plants que les gros glands et les grosses châtaignes; il avait fait voir que le volume des arbres, dans les espèces différentes, n'était nullement en rapport à celui de leur fruit; il voulait seulement que l'on recueillît les petits glands sur de

(1) *Considérations sur les céréales*, pages 179.

beaux et grands arbres, dans l'âge moyen de leur existence [1]. Les expériences de M. Loiseleur-Deslongchamps achèvent de mettre hors de doute que le choix des graines les plus grosses est sans aucune importance pour le semis [2].

« On sait, dit-il, que d'après la conformation de l'épi de blé, celui-ci est toujours composé d'un plus ou moins grand nombre d'épillets rangés alternativement des deux côtés d'un axe commun. Dans les variétés les plus fécondes, le nombre de fleurs est, le plus souvent, de cinq ; dans d'autres il n'y en a que quatre, et dans les moins fertiles, il y en a trois et rarement moins... Il est assez commun que dans les variétés de quatre à cinq fleurs, celle du sommet de l'épillet et même la pénultième avortent ; mais lorsque cette fleur ou ces deux fleurs n'avortent pas complétement, elles produisent souvent des grains plus petits, moins pesants, et la différence entre eux et les grains de la base de l'épillet peut être de moitié et même plus, au dessous du poids normal. Voulant savoir ce que produisaient ces très petits grains, qui assez souvent se trouvent perdus dans les vannures et criblures, j'ai pris des grains venus au sommet des épillets, j'ai pris de ceux provenant des épis les plus maigres et les plus chétifs; j'ai choisi dans des tas de grains ceux qui étaient les plus faibles, les plus rabougris, enfin des grains entièrement retraits, tirés d'épis qui étaient à quinze et vingt jours de leur maturité. Eh bien, en semant ces différents grains mal conformés, tous ceux qui ont germé et levé m'ont produit des épis et des grains qui ne différaient point de ceux provenus des plus beaux grains, et, chose tout aussi extraordinaire, il n'y en a pas eu un beaucoup plus grand nombre qui ait manqué de lever.

« Depuis 1836, j'ai répété cette expérience, non une seule

(1) *Traité des semis et plantations,* pages 85.
(2) *Considérations sur les céréales,* pages 207 et suiv.

fois, mais presque toutes les années, et les résultats ont toujours été les mêmes, c'est-à-dire, que tous les grains qui ont bien levé ont produit des épis du même volume et des grains aussi gros et tout aussi pesants que ceux qui provenaient des essais faits avec les meilleurs et les plus beaux grains.

« C'est ici le cas de faire observer que les plus beaux grains de froment, choisis parmi un grand nombre d'autres, et qui pèsent de 25 à 40 pour 100 de plus que le commun des grains, et quelques-uns même 80 à 100 pour 100 de plus, si on les compare aux grains retraits et mal conformés, ne sont pas exempts de produire, lors de la récolte suivante, quelques petits grains défectueux au sommet de leurs épillets et de donner des épis maigres et chétifs.

« Il suit de là que, si l'on vient à considérer l'ensemble de la récolte produite par ces plus beaux grains choisis, elle ne donnera pas des grains qui seront tous de choix comme ceux dont ils proviennent, mais les nouveaux grains ne différeront pas, quant à la grosseur et au poids, de ceux produits par des semences qui ont été prises au hasard. Enfin, si l'on a pris dans la même variété : 1° des grains choisis parmi les plus petits, 2° des grains pris au hasard parmi les moyens, et 3° de très bons grains de choix, et qu'en les sème tous à la même époque et dans le même terrain, ces trois semis, présentant en apparence des conditions si différentes, donneront des résultats qui seront les mêmes, ou les différences, s'il en existe, seront si faibles, qu'à peine elles méritent d'être remarquées, c'est-à-dire, que les mêmes quantités de nouveaux grains produits par les trois catégories ne différeront pas sensiblement entre elles, et leur pesanteur relative sera semblable, ou, si elle diffère, ce ne sera que dans de faibles proportions.

« J'ai répété cette expérience plusieurs fois, et jamais les résultats n'en ont varié. Les grains les plus faibles en ont toujours produits qui étaient remontés au type de leur variété,

tandis que les résultats donnés par les plus beaux étaient descendus au même type. »

L'auteur conclut de là qu'on pourrait sans inconvénient prendre pour semences les grains les plus petits, les fonds de criblures. Nous n'irons pas si loin, mais nous dirons avec lui que la grosseur des grains de semence n'est d'aucune importance, qu'ils reproduisent tous le type primitif de leur variété, seulement avec les modifications propres à l'état du sol auquel on les a confiés. La nature a pourvu largement à la conservation des espèces, comme elle a pourvu à leur multiplication ; et de même qu'une plante produit un nombre de semences dont une très petite partie est destinée à lever, de même elle a placé autour de leurs germes, une quantité de matière, qui excède celle nécessaire à leur développement, et quand par les effets de la richesse du sol, des soins donnés à la plante, les grains prennent un volume plus grand, quand ils amoncèlent une quantité surabondante de fécule, quand leurs parties accessoires, leur périsperme, par exemple, s'élève au-dessus des proportions ordinaires, il ne faut pas croire que ces excédants soient indispensables à la reproduction, que toute la fécule de ce grain renflé passe dans le plumule et le radicule ; car dès que l'un et l'autre opèrent leur élongation, le premier dans l'air, le second dans le sol, ils élaborent immédiatement une nourriture prise en dehors de la graine. C'est ainsi que l'on peut retrancher sans inconvénient un des cotylédons charnus du haricot et du chêne, et que Bonnet était même parvenu à élever un haricot dont il avait retranché les deux cotylédons. Il est vrai qu'il reste toujours une plante en miniature. Duhamel et Tessier ont semé des grains de blé coupés par la moitié, dont ils ne mettaient en terre que la partie qui contenait le germe, et ont obtenu des plantes qui ont accompli toutes les phases de leur existence [1] ; M. Loiseleur-

(1) *Dictionnaire d'agriculture*, de Déterville, art. Froment.

Deslongchamps ayant répété cette expérience, les demi-grains ne levèrent que dans la proportion de 18 sur 100, et ne donnèrent que des plantes languissantes qu'il abandonna[1]. Mais cette expérience ne réussit qu'autant que les grains sont entourés de terreau dans lequel ils puissent trouver immédiatement des matériaux que la diastase puisse convertir en sucre, en attendant que les organes foliacés et radiculaires entrent en action. Or les cultures de ce savant, faites au Luxembourg, étaient bien loin de remplir ces conditions.

Aymen a fait aussi des expériences très variées sur la mutilation des grains de froment. Ils ont levé et ont donné des épis à maturité ; non-seulement il a enlevé une partie de la fécule, mais même une partie du germe. Il a remarqué que les plants qui provenaient de ces essais étaient plus petits dans toutes leurs parties, et que souvent, surtout dans le seigle, un certain nombre d'épis ne contenaient que des fleurs mâles[2].

Mais si le volume des grains destinés à la semaille ne paraît pas une condition indispensable, on ne peut douter que, gros ou petits, ils ne retiennent les qualités des plantes dont ils sont issus. De même que dans les races d'animaux on suit à l'œil pendant plusieurs générations la trace du sang des ascendants, que les petits-fils mal traités, mal nourris des étalons célèbres gardent encore quelque chose de leur origine et de leurs formes ; de même quand une plante a été ennoblie par les qualités de sol et de climat ou par une bonne culture pendant une série de générations, ses semences en transmettent quelque chose aux plantes auxquelles elles donnent naissance, et ce n'est qu'après plusieurs générations de mauvais traitement qu'elles descendent au niveau de celles qui ont été négligées de temps immémorial.

(1) *Considérations sur les céréales*, page 217.

(2) *Mémoires des savants étrangers*, tome IV, pages 390, 392 et suivantes.

Les preuves en sont nombreuses et incontestables. Ainsi, les petits pois tirés de Paris restent tendres et délicats à la première génération quand ils sont cultivés dans le midi ; à la seconde leur peau se durcit déjà, et à la troisième ils sont tout à fait semblables aux pois du pays. 100 grains de blé Meunier du Comtat (blé d'Odessa sans barbe) pesaient, récoltés en Provence, $8^{gr},1$; cultivés à Paris ils pesèrent $11^{gr},4$; rapportés à Toulon, $10^{gr},35$. Il y avait déjà réduction de poids, mais non un retour complet au type primitif[1] ; la graine de pin de Norwège transportée en France donne des arbres beaucoup plus élevés que si l'on emploie celle des pins de Haguenau, à stature plus basse ; enfin l'exemple le plus frappant de cette hérédité de qualités originelles, c'est l'emploi des graines de lin venues de Riga, en comparaison de celles des autres pays. Ces graines donnent des tiges incomparablement plus élevées; aussi sont-elles si recherchées que la plupart des gouvernements se sont relâchés de la rigueur des lois fiscales pour favoriser leur introduction. Dès la seconde génération, les produits sont moins beaux : aussi ne cesse-t-on de renouveler cette importation quand on se livre avec intelligence à la culture du lin.

Nous avons autour de nous des exemples nombreux des bons effets de ces importations de semences. On tire de Gravezon, en Provence, les blés destinés aux semailles. Ils sont réputés pour leur égalité, leur finesse, leur netteté et leur produit. Toutes ces qualités tiennent à leur sol natal, qui est graveleux, et aussi à la bonne culture qu'ils y reçoivent. Transportés ailleurs, ils donnent une bonne production à leur première récolte; mais, après un petit nombre de générations, leurs descendants reviennent au type du pays où ils avaient été transportés.

(1) Loiseleur-Deslongchamps, *Considérations sur les céréales*, p. 179 et 182.

Thaër [1], Yvart [2], Mathieu de Dombasle [3] n'ont combattu les changements de semences que comme coutume routinière et sont convenus qu'ils étaient utiles quand on avait pour but de se procurer des grains plus parfaits. Tessier a fait de nombreuses et longues expériences, à Rambouillet, pour prouver qu'il ne fallait pas changer les semences lorsque, avec du soin et une bonne culture, on parvenait à se procurer un produit meilleur que ceux qu'on pouvait obtenir d'ailleurs [4]. Si l'on veut poser la thèse en ces termes, nous sommes prêt à y souscrire. Mais nous croyons qu'il y a des terrains, des situations, des climats où, comme cela arrive pour le lin de Russie, les graines de chaque plante acquièrent des qualités supérieures ; nous croyons qu'elles transmettent ces qualités aux plantes qui en proviennent même sur un autre sol et dans un autre climat, et ne le perdent complétement que par une succession plus ou moins longue de générations. Rien de plus naturel et de mieux entendu que de chercher à se procurer ces avantages quand on ne les possède pas. Bien entendu qu'il s'agit ici d'échanges faits de graines d'une même variété, car s'il s'agissait d'acquérir une variété d'une nature supérieure, bien qu'il fût avantageux de la tirer des lieux où la production est la meilleure, on pourrait encore, à défaut, la recevoir dans des conditions moins bonnes, et se réserver de la porter à un plus haut degré de perfection par la culture.

Reste la question de savoir si dans le changement de semences, il faut aller chercher la semence nouvelle au nord ou au midi. Nous craignons bien que la divergence qui se ma-

(1) § 970.
(2) *Succession des cultures*, édit. in-4°, page 172.
(3) *Annales de Roville*, tome IV, page 537.
(4) *Académie des Sciences*, 1790, et *Nouveau cours d'agriculture*, art. Froment.

nifeste ici dans les opinions, vienne encore de ce que la question est mal posée. D'abord on ne l'a réellement examinée que relativement aux céréales et ensuite on ne s'est pas entendu sur les terrains. S'agit-il, en effet, ou d'importer de nouvelles variétés, ou seulement des semences d'une variété cultivée déjà dans le lieu de l'importation, comme dans celui où l'on va la chercher ?

Quant aux variétés nouvelles, en supposant qu'elles eussent des qualités supérieures aux précédentes, il faudrait toujours examiner si, venant d'un pays plus méridional, elles pourraient supporter nos hivers; ou si, venant d'un pays plus septentrional, elles pourraient s'accommoder de nos étés. C'est ainsi que, pour parler de froments, les richelles de Naples, le blé d'Odessa, les touzelles et les saisettes qui sont, de l'aveu de tous, les froments les plus remarquables par leur beauté et la qualité des grains [1], souffrent des hivers du climat de Paris. Le blé Lamma se propageait rapidement dans les départements du nord de la France quand l'hiver de 1820 le détruisit presque complétement. On est effrayé de ce qui aurait pu arriver si la prolongation de la période d'hivers doux avait permis de substituer, dans toute la contrée, cette variété si sensible à celle que l'on y cultive ordinairement. Le mûrier multicaule introduit avec enthousiasme dans les mêmes contrées périt par l'effet de l'hiver de 1839, tandis qu'une variété obtenue de semis par M. Audibert, de Tarascon, a conservé la plupart des propriétés de l'espèce sans avoir sa délicatesse. Nous pourrions en dire autant des vignes qui, tout en résistant au froid, ne mûrissent pas les raisins quand on transporte leurs variétés du midi au nord.

Voilà les faits qui ont pu faire préférer, dans un grand nombre de cas, les importations venant du nord, à celles venues

(1) Vilmorin, *Bon Jardinier*, art. Froment.

du midi. On aurait pu remarquer également que certaines variétés du nord deviennent trop précoces lorsqu'elles sont cultivées dans le midi; c'est ce que l'on a observé pour plusieurs variétés de vignes. La maturité de certains blés y devient aussi trop hâtive.

Mais s'il est question, non plus d'un changement de variété, mais de choisir les semences d'une variété déjà connue et appréciée, la question change de face. La question de climat se trouvant éliminée ou au moins fort réduite, il ne s'agit plus que de chercher où se trouvent à un plus haut degré les qualités qui font rechercher cette variété. Ainsi, veut-on obtenir des grains plus riches en gluten, c'est du midi qu'il faut en tirer les semences ; veut-on, au contraire, qu'ils possèdent proportionnellement plus de fécule, c'est alors le midi qui les demandera au nord. Si les meuniers achètent de préférence les grains des pays secs, c'est parce que, conservant moins d'humidité dans leur tissu, ils renferment plus de farine sous le même volume. C'est dans les pays dont le sol est plus riche que les contrés à sol pauvre vont chercher des semences qui, à la première et même à la seconde génération, sont plus productives, et ont plus de netteté, parce qu'elles proviennent d'une culture plus soignée. On tire la graine de lin de Riga, celle du chanvre de la Mayenne, celle de la garance de Vaucluse; le nord s'approvisionne au midi de graine de luzerne et de sainfoin. Nos cépages du midi donnent plus d'alcool que ceux du nord, mais c'est du nord qu'il faut les rapporter au midi, si l'on veut produire des vins plus fins et pourvus de bouquet. Toutes ces préférences se justifient par la nature des produits qui sont favorisés, dans les pays d'où se font les extractions, soit par le climat, soit par le terrain, soit par la culture.

Nous ne pouvons donc qu'approuver les changements de semences toutes les fois que les frais de transport n'en absorbent pas les bénéfices et qu'il s'agit de remplacer un produit

sujet à dégénérer par un produit amélioré. La seule règle générale que l'on puisse adopter c'est d'aller chercher les germes là où le produit est le plus parfait, le plus approprié aux besoins du consommateur, quelque soit le point de l'horizon où l'on doive se diriger.

Il reste un dernier point à éclaircir, c'est celui qui concerne le degré de maturité des semences. Les semences sont renfermées dans plusieurs genres d'enveloppes ; les unes s'ouvrent pour laisser échapper la graine et les autres restent fermées jusqu'au moment de la germination ; telles sont pour la première classe les gousses des légumineuses, les siliques des crucifères, etc. ; et dans la seconde, les fruits du noyer, du pêcher, etc. On dit que pour un assez grand nombre de plantes la maturité est annoncée par la chute du fruit qui se sépare de la tige. C'est ainsi que cela arrive pour le blé, pour le colza, pour les pois, par exemple ; tandis que pour d'autres, telles que les cerises, les raisins, le gainier, le cytise, les fruits restent attachés à l'arbre longtemps après leur maturité. Mais en réalité, chez les uns comme chez les autres, la maturité devance toujours d'un temps plus ou moins long le temps de leur séparation de la plante. Ainsi le grain de froment est propre à germer avant l'époque où il s'égraine, mais seulement quelques jours avant ; les noyaux de cerise peuvent lever plusieurs mois avant leur siccité ; enfin quand on détache un rameau de la plante, il y a un assez grand nombre de graines qui, n'étant pas encore mûres, achèvent de mûrir dans leurs enveloppes. Ce sont celles dont la tige se sèche naturellement par le bas, mais conserve encore de l'humidité à son sommet à l'époque de la maturation ; tel est par exemple le colza : ou celles encore qui ont un placenta charnu dont les semences peuvent absorber les sucs pour compléter l'œuvre de leur maturation ; telles que les pois et les haricots que l'on recueille dans leurs gousses, les chardons, les melons, etc.

Les céréales paraissent aussi rentrer dans cette catégorie. La question des moissons hâtives a été souvent agitée et résolue favorablement par les grands praticiens. Le célèbre Coke d'Holkham coupait le blé de très bonne heure, lors même que la tige et l'épi étaient encore verdâtres, et que le grain n'était pas encore dur. Il prouvait qu'il achevait de mûrir dans les enveloppes[1], et ne se plaignait pas de l'inconvénient qui, selon M. Crud[2], menace les blés provenus de semences qui ne sont pas parvenues sur pied à parfaite maturité, celui d'être attaqués par la carie. Des expériences de M. Desmichels faites dans le Midi tendraient à établir la même doctrine[3]. Nous croyons qu'en effet la maturité *germinative*, si nous pouvons l'appeler ainsi, de la plupart des graines devance le moment où elles sont complétement durcies; des expériences de Senebier démontrent qu'il a pu faire germer des pois encore en lait en les plaçant immédiatement en terre et dans une situation où ils ne pourraient pas se dessécher; mais d'après nos propres observations, il arrive assez souvent que le placenta des céréales se dessèche lui-même trop rapidement pour qu'il puisse fournir aux graines tous les sucs nécessaires au complément de leur formation; alors le grain se ride, diminue de volume, n'acquiert pas son poids naturel, et, quoiqu'il soit propre à la germination, on se trouve trompé à la vente, soit quant à l'apparence, soit quant au poids et au volume. Ces causes doivent agir d'une manière moins fâcheuse dans les pays humides, où les tiges se dessèchent moins rapidement après la moisson. Au reste, les observations que nous venons de rapporter peuvent encore être utiles dans la pratique en rassurant les cultivateurs qui, ayant des moissons étendues à faire, ne craindront pas de les commencer quelques jours

(1) *Système d'agriculture de Coke*, par Morand, p. 36 et suiv.
(2) *Économie rurale*, § 175.
(3) *Annales de l'agriculture française*, tome XIX, page 199.

avant la maturité complète, et pourront ainsi mieux combiner le temps de leurs opérations.

A partir de cette maturité germinative, les graines achèvent de se constituer par l'addition de matériaux fixes et de carbone; le mucilage sucré qu'elles contiennent se solidifie, et dès lors elles ne peuvent plus perdre de volume et de poids par la dessiccation, et elles vont au fond de l'eau. C'est dans cet état seulement qu'on peut être certain qu'elles ont toutes leurs qualités, et qu'une récolte prématurée n'a pas compromis leur germe; c'est dans cet état seulement qu'il faut les choisir quand on les destine à la reproduction.

SECTION II. — *Conservation des semences, durée de leurs facultés germinatives.*

Nous n'avons pas à traiter ici de la conservation des graines dans le but de les réserver pour la consommation, mais de la manière de maintenir le plus longtemps possible leur faculté germinative.

L'étrange discordance qui règne au sujet de la durée de cette faculté, dans les diverses espèces de plantes, nous prouve combien ce point a été peu étudié. On sait en général que les graines des plantes légumineuses ont une vitalité très prolongée; M. Girardin fit germer des haricots pris dans l'herbier de Tournefort, où ils étaient déposés depuis plus de cent ans. Nous avons cité l'exemple de Thaër, qui avait trouvé sous un vieux bâtiment une terre qui, transportée sur les planches d'un jardin, y fit germer une multitude de marguerites dorées qu'on n'avait jamais vues à cette place. Un grand nombre d'exemples semblables nous prouvent que la vitalité des germes peut subsister pendant un grand nombre d'années quand ils ont été placés dans des conditions favorables. On ne s'informe guère de l'âge de la graine de luzerne, de sainfoin,

de sensitive; celles de melon, de tabac, de raves, de colza sont bonnes après plusieurs années de conservation, et, d'un autre côté, les noix, les noisettes, les amandes ne peuvent plus germer après leur première année ; il y a beaucoup moins de graines de garance de la seconde année qui germent que de graines de la première, et plus elles sont vieilles, plus elles deviennent infécondes.

Aucune plante n'a été l'objet de plus de recherches que le blé. Pline assure en avoir vu germer qui avait cent ans de conservation ; Howe parle de la germination de graines de seigle qui avaient cent quarante ans. Quand les graines n'ont pas été conservées en grande masse, qu'elles n'ont pas été entourées d'acide carbonique et placées hors de l'atteinte de l'oxygène, comme cela arrive au milieu des amas considérables, nous croyons que leur vitalité est très longue. Nous avons semé des blés qui avaient été tenus en petite quantité dans des bocaux mal fermés, et qui ont bien réussi, quoiqu'ils eussent une vieillesse probablement assez grande. Il n'en est pas de même des blés amoncelés dans des greniers ou placés dans des silos. D'après nos observations, c'est avec raison qu'on préfère les grains de l'année précédente, et qu'on a remarqué qu'ils perdent progressivement, et dans une assez forte proportion, leur faculté germinative, et qu'enfin, au delà de quatre ans de conservation, ils cessent presque complétement de se reproduire. Dans ses expériences, Loiseleur Deslongchamps a trouvé que sur 100 grains de blé de cinq ans, il n'en sortait que 72 du blé carré de Sicile et 16 seulement du blé de Sainte-Hélène; mais à huit ans le blé carré de Sicile ne donna pas un seul signe de germination [1].

Il est donc essentiel de tenir les blés destinés à la semence assez étendus pour qu'ils ne soient pas privés du contact de l'air. On doit préférer ceux qui sont les plus récents, et si on

(1) *Considérations sur les céréales*, page 232 et suiv.

les achetait au dehors et sans connaître leur âge, on ne devrait les accepter qu'après les avoir soumis préalablement aux épreuves que nous avons indiquées plus haut.

SECTION III. — *Profondeur à laquelle les grains doivent être enterrés.*

La nature se contente de déposer les semences à la surface du sol, où, à peine abritées par quelques herbes, par quelques feuilles mortes, quelquefois sans aucun abri, elles germent et se développent. Mais aussi quelle multitude de graines elle produit, et quelle énorme proportion de ces graines est détruite en comparaison de celles qui perpétuent leur espèce! Elle a été prodigue, parce que les graines ne sont pas seulement pour elle les rudiments de plantes nouvelles, mais qu'en créant les plantes elle multipliait en même temps les animaux granivores pour lesquels elle préparait cette nourriture, et qui devaient, en la recueillant, servir eux-mêmes à la réussite des plantes qui leur échappaient. Le porc, en parcourant les forêts, mange cent glands, mais il en enfouit un avec son grouin, et ce gland suffit pour repeupler le taillis. Nous qui nous occupons surtout de la multiplication d'une même espèce de plantes, qui voulons faire la part qui nous convient aux animaux que nous élevons, nous devons rechercher les moyens de placer les semences de manière à ce que toutes, ou le plus grand nombre possible, germent et se reproduisent.

Nous avons vu qu'il fallait à la graine de l'humidité, de la chaleur, de l'oxygène; qu'il les lui fallait d'une manière constante pendant la durée de la germination, durée qui était différente selon les espèces; qu'il fallait ces trois choses réunies en même temps et à dose convenable. Ainsi, supposons un climat humide et nébuleux : la semence déposée à la surface du

sol y trouvera l'humidité et l'air qui lui sont nécessaires, et, quand la température sera arrivée au degré convenable, elle germera sans craindre ces coups de soleil qui peuvent lui imprimer pendant la journée une chaleur de 50 degrés, qui, plusieurs fois répétée, suffit pour détruire sa vitalité. Aussi, dans ces climats, on enterre peu les semences; un coup de herse suffit pour les céréales; on sème le trèfle à découvert. Ces semis n'échouent que dans les années exceptionnelles.

Supposons, au contraire, un climat sec, venteux et à ciel serein. La graine, humectée par des pluies qui ne tombent qu'à de longs intervalles, sera ensuite desséchée par les vents, qui, dans ces alternatives d'humidité et de sécheresse, finissent par détruire le germe. Ici l'on ne peut donc semer à découvert. Quand on le fait, les céréales sont sujettes à sortir clair-semées, et les trèfles ne réussissent que dans les années exceptionnelles.

On sait ensuite que la chaleur atmosphérique varie du jour à la nuit, mais que la température devient de plus en plus constante à mesure qu'on s'enfonce en terre, au point qu'à une certaine profondeur, variable selon les climats, elle se fixe et représente la température moyenne de l'année, pour obtenir une germination qui, du moment de son départ, ne soit pas arrêtée jusqu'à ce qu'elle soit accomplie, il faudrait placer la graine dans une position telle que, dans la saison où se fait la semaille, la température ne descendît jamais au-dessous de celle qu'exige le grain pour germer. Pour le froment, par exemple, cette température minimum est de 4°,7 à 5° [1]. On voit que, pour cette plante semée en automne, il suffit d'un très léger approfondissement pour qu'elle n'éprouve jamais une température plus basse dans le centre de l'Europe et dans le

(1) *Considérations sur les céréales*, par Loiseleur-Deslongchamps, page 237.

Midi, à l'époque de la germination. Quant aux semis faits à la fin du printemps et en été dans les contrées du Midi, ils doivent être abrités du soleil et suffisamment enterrés pour que la terre qui entoure les germes, et les germes eux-mêmes, n'éprouvent pas de desséchement subit et réitéré.

Mais la nécessité de ne pas soustraire le germe à l'action de l'oxygène de l'air, qui pénètre toujours de plus en plus difficilement dans le sol à mesure que ses couches deviennent plus profondes, met une limite assez étroite à l'approfondissement des graines, surtout dans les terrains compactes et tenaces. De nombreuses expériences ont été faites en différents temps pour la déterminer; elles ont eu lieu principalement sur le blé. M. Laure, grand partisan, et avec raison, des semis superficiels quand ils sont possibles, nous dit qu'il résulte de ses observations que les plantes produisent d'autant moins que les graines ont été plus enfoncées en terre, et que celles qui se trouvent à $0^m,08$ de profondeur pourrissent presque toutes [1]. Selon M. Barreau, dans le climat de Paris, les graines qui réussissent le mieux sont celles qu'on enterre de $0^m,029$ à $0^m,058$; celles qu'on enterre à moins de $0^m,29$ ne germent qu'en petit nombre; de $0^m,16$ à $0^m,33$, elles ne donnent aucun signe de germination [2]. On voit que, dans l'un et l'autre climat, $0^m,06$ à $0^m,08$ sont la limite inférieure qu'il ne faut pas dépasser pour obtenir un bon semis; c'est celle au-dessous de laquelle les plantes manquent d'une quantité suffisante d'air respirable. Si le terrain renfermait beaucoup de terreau, il est probable que cette limite devrait être encore rapprochée de la surface.

M. Moreau (du Nord) a fait des expériences rapportées par M. de Villeneuve [3]; il forma treize planches égales, dont cha-

(1) *Lois fondamentales de la nature*, page 58.
(2) *Annales de la Société d'horticulture*, tome XX, page 108.
(3) *Manuel d'agriculture*, 2e édit., tome I, page 358.

cune fut semée avec 150 grains de blé placés à différentes profondeurs :

Numéros des planches.	Profondeur. mill.	Grains levés sur 100.	Nombre d'épis.	Grains récoltés par planche.
1	160	5	53	682
2	150	14	140	2,520
3	135	20	174	3,818
4	120	40	400	8,000
5	110	72	700	16,560
6	95	93	992	18,534
7	80	125	1,417	35,434
8	65	130	1,560	34,339
9	50	140	1,590	36,480
10	40	142	1,660	35,825
11	25	137	1,461	35,072
12	10	64	529	10,587
13	0	20	107	1,600

On voit dans cette table que, dans le département du Nord, le maximum du produit a été obtenu de grains enterrés de $0^m,025$ à 0^m080 de profondeur ; au-dessus et au-dessous de ce terme les produits se réduisent subitement de moitié.

On a cru longtemps que les grosses graines devaient être mises plus avant dans la terre; et en proportion de leur grosseur ; d'après les expériences de M. Laure, les amandes, les noix, les châtaignes pourrissent en terre sans germer quand on les enfonce au-dessous de $0^m,8$ [1].

Les circonstances qui accompagnent le développement des racines des plantes viennent encore à l'appui du principe que les graines doivent être placées aussi près du sol que cela est possible. Lors de la germination, on sait que les plantes enfoncent leur radicule en terre, et lancent leur plumule verticalement vers la surface du sol, à moins d'obstacles qui les forcent à obliquer pour reprendre ensuite leur direction naturelle. Un peu au-dessous du point de départ de la racine que l'on nomme *collet*, partent des radicules marchant

(1) *Lois de la nature*, page 61.

presque horizontalement pour ne pas s'éloigner du contact de l'air oxygéné, et formant une espèce de verticille autour de la racine. Mais quand le collet est trop profond, outre ce premier verticille, il s'en forme bientôt un second plus près de la surface, et partant de la tige souterraine; alors les radicules du premier verticille s'oblitèrent, et le collet est transporté à la naissance du second. Cette organisation ascensionnelle a lieu plus ou moins tard. Pour les froments semés en automne, elle ne se forme souvent qu'au printemps suivant; jusqu'à cette époque la température des couches supérieures n'ayant pas été suffisante pour la provoquer, ou les plantes n'ayant pas assez de force pour former ce nouveau système radicellaire, qui est pour elles comme la seconde dentition des enfants. Mais cette assimilation manquerait d'ailleurs d'exactitude; car, si le froment a été semé à la profondeur convenable, s'il a pu émettre ses premières racines partant de la radicule à $0^m,3$ ou $0^m,4$ de profondeur, il est dispensé de former un second étage de racines, et le développement de la plante ne se trouve pas suspendu par l'effort qu'exige l'émission de la nouvelle couronne radicellaire, qui se manifeste par une espèce de crise maladive de la plante qui jaunit jusqu'à ce qu'elle soit terminée [1]. Ce n'est qu'alors que la plante reprend vigueur.

La conclusion de tout ce qui précède, c'est : 1° que les graines doivent être mises en terre à une profondeur qui n'excède jamais $0^m,08$; 2° que cette profondeur doit être telle que le germe puisse se développer sous l'influence d'une humidité et d'une chaleur suffisantes; 3° qu'ainsi elle pourra être d'autant moins grande que le climat et la saison seront plus humides; qu'on pourra, dans les climats et les saisons pluvieuses, se dispenser pour ainsi dire d'enterrer les graines: elles germeront à la surface du sol dès que la température le

(1) Mourgues, *Société économique de Berne*, 1839, 2e part., p. 156.

leur permettra. Des semis considérables de graines de pin faits sur la neige ont réussi à souhait ; presque aucune grainen'a été perdue ; la neige, en se fondant, a suffisamment enfoui la graine. En Angleterre et dans le Nord, on ensemence le blé avec un simple coup de herse, tandis que dans le Midi de la France, pour les mettre à couvert des alternatives du hâle et de l'humidité, on se sert d'un léger araire ou d'un scarificateur qui pénètre en terre de $0^m,05$ à $0^m,06$. Les semis devront être d'autant plus profondément enfouis que la saison menace de ces alternatives ; ils le seront plus quand le printemps sera avancé que dans l'automne, ou à la fin de l'hiver ; 4° le semis doit être d'autant moins profond que la graine met moins de temps à lever, parce qu'alors on peut choisir son temps sans craindre d'être surpris par la sécheresse ou le froid avant la levée des germes ; 5° le semis des graines couvertes de leurs enveloppes peut être tout à fait superficiel. C'est ainsi que le semis de trèfle incarnat, par exemple, que l'on n'a pas dépouillé de sa bourre, que celui du sainfoin qui reste dans sa gousse, réussissent sans qu'il soit nécessaire d'enterrer les graines, ces enveloppes étant des corps hygroscopiques qui conservent longtemps l'humidité, et mettent la graine à l'abri des causes de desséchement. Par la même raison, quand on veut faire réussir des semis de luzerne ou de trèfle faits dans une saison suspecte sous le rapport de la sécheresse, il convient de ne pas mettre leurs graines à nu, comme on le pratique pour les rendre marchandes.

SECTION IV. — *De l'époque des semis.*

Pour exposer les principes qui doivent nous guider dans le choix de l'époque des semis, nous croyons ne pouvoir mieux faire que de rechercher les conditions qu'exige la plante le

mieux connue, le blé, et de cette analyse nous pourrons déduire les principes généraux que nous cherchons à établir.

Chaque semence placée dans un milieu suffisamment humide et aéré ne germe qu'après avoir reçu un certain nombre de degrés de chaleur. Il en est de l'œuf végétal comme de l'œuf animal. La poule couve les siens pendant dix-huit à vingt-un jours, selon la saison, et son assiduité à rester sur ses œufs leur communique une chaleur de 42°; c'est donc une somme de 756° environ que les œufs de poule exigent pour éclore. Le germe du blé entre en mouvement quand, avec l'humidité nécessaire, il éprouve une température qui dépasse + 5°. Ainsi, quand on a une série de jours où la moyenne thermométrique indique une température supérieure à ce minimum, le blé commence à germer. Son germe perce l'épiderme quand il a reçu une succession de températures diverses égales à 84°. Ainsi à Orange la terre, à $0^m,02$ ou $0^m,03$ de profondeur, ayant au mois de novembre 14°,6 de température moyenne [1], le blé germera en $5^j,7$. Si l'on semait en octobre, mois où cette température est de 21°,1, la germination aurait lieu en 4 jours; au mois d'août, avec 30°, on l'obtiendrait en un peu moins de 3 jours. A Paris, la température de la terre étant de 14°,5 en octobre, le blé germe en $5^j,8$; mais en novembre elle n'est plus que de 7°,8, et la germination n'a lieu qu'en $10^j,7$.

Mais si le blé étant en terre, il vient s'interposer une série de jours dont la température soit au-dessous de 5°, ils ne doivent pas être comptés, car alors le mouvement vital du germe est suspendu, et le blé peut rester ainsi plus d'un mois en terre sans germer quand on le sème un peu trop tard. Si la gelée descend dans le sol au point d'atteindre le blé quand les germes sont déjà développés, il en périt un grand nombre, et alors les blés sortent clairsemés.

(1) Tome II, page 78.

Après le solstice d'hiver, nous retrouvons des séries de jours dont la température, accompagnée de l'humidité de la terre, nous permet d'espérer le succès des semailles. Ainsi à Orange, dès la fin de janvier, il se présente des températures de 5°, et en février elles vont jusqu'à 10°; mais dans cette saison leur prolongation est peu assurée, et la germination peut subir de nombreuses interruptions. A la fin de février, cependant, il ne gèle plus en terre, et l'on pourrait alors faire des semailles qui réussiraient. A Paris il faut attendre le mois de mars pour obtenir les mêmes chances. Si dans le premier de ces pays les semis de blé de printemps réussissent rarement, si dans le second ces blés sont toujours très inférieurs à ceux d'automne, cela tient à des causes tout à fait indépendantes de la bonne germination. A Orange la sécheresse de la terre ne cesse d'augmenter, par l'effet des vents et du soleil, du mois de février jusqu'en automne, et elle est ordinairement très forte en mars[1]. Or, les plantes ont d'autant plus besoin de l'humidité du sol qu'elles sont plus jeunes et moins profondément enracinées. Elles ont donc beaucoup à souffrir de la sécheresse du printemps. Cet effet est moins marqué dans la région des céréales; mais les années extraordinaires de sécheresse arrivent assez fréquemment pour que le produit moyen des blés de mars en soit sensiblement affecté.

Il arrive souvent qu'après les semailles les sécheresses surprennent les plantes avant que la germination soit accomplie. Une légère pluie peut mettre le germe en mouvement, et il peut être ensuite repris par une nouvelle sécheresse qui l'arrête. Cet accident peut se répéter plusieurs fois, et si le dessèchement du germe devait toujours lui être fatal, il est facile de prévoir combien la culture deviendrait chanceuse. Th. de Saussure, à qui la science agricole a tant d'obligations, et qu'elle

(1) Tome II, page 116.

vient d'avoir le malheur de perdre, a fait les expériences les plus intéressantes à ce sujet, et l'exactitude qui caractérise tous ses travaux ne peut laisser aucun doute sur les résultats qu'il annonce. Elles ont eu lieu sur les semences de froment, de seigle, d'orge, de maïs, de vesces, de lentilles, de cresson alénois, de chou, de moutarde, de chanvre, de laitue et de sarrasin. Toutes ces graines supportent plus ou moins bien le desséchement après la germination; mais celles de fèves, de haricots, de pourpier de raiponce et de pavot sont dépourvus de cette faculté.

Parmi celles qui possèdent cette propriété, les unes sont revenues à la vie après avoir éprouvé 35° de chaleur à l'ombre: une température plus élevée les faisait périr; mais les graines de froment, de seigle, de vesce et de chou ont supporté 70° de chaleur au soleil, et ont repris d'autant plus facilement la vie que leur germination était moins avancée. Elles ont repris leur végétation, même après cinq ou six mois de desséchement. M. de Saussure observe que cette faculté que possèdent certaines graines germées de reprendre vie, après un desséchement momentané, est une des circonstances qui corrigent les variations extrêmes de l'état de l'air, et qui rendent certaines plantes plus robustes que d'autres [1].

Les plantes qui possèdent cette faculté peuvent donc attendre la série de jours d'humidité chaude qui est nécessaire pour leur germination et leur naissance. Si la semence du blé est mise en terre de très bonne heure, au mois de juillet, par exemple, sur un terrain suffisamment frais, elle germera rapidement, et poussera bientôt de nombreuses feuilles et de nombreuses racines; la plante ne pourra fructifier en automne, à cause de l'abaissement progressif de la chaleur et

(1) *Mémoires de la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève*, tome III, partie 2, pages 1 et suivantes

de l'accroissement progressif de l'humidité terrestre, mais elle pourra être fauchée. Au printemps suivant, elle rentrera vigoureusement en végétation; tout son travail radicellaire étant accompli d'avance, elle profitera de toute la chaleur de la saison et mûrira de sept à quinze jours avant celles qui, semées tard en automne, auront subi au printemps la crise nécessaire pour former leur verticille supérieur de racines. Mais voici ce qui arrivera : à moins que ces plantes précoces n'aient été disposées en touffes ou en lignes, de manière à faciliter le passage des instruments, les herbes adventices pousseront avec le blé, elles seront si nombreuses qu'elles s'empareront d'une grande partie des sucs de la terre, et la récolte restera médiocre.

C'est ce qui fait retarder les semailles des blés d'automne. Aux premières pluies de la fin de l'été, la terre se recouvre de mauvaises herbes, le labour qui succède les détruit, et la plante du blé peut alors s'emparer du terrain sans rencontrer de rivales qui ne trouvent plus une température suffisante pour germer ou au moins pour se développer. Si l'on sème le blé de bonne heure au printemps, cette plante étant une de celles qui exigent pour germer le degré de chaleur le moins haut, elle peut s'étendre et se fortifier avant qu'une température plus élevée n'ait pu mettre en mouvement les semences des plantes sauvages.

Cette analyse nous conduit aux principes suivants : 1° Tout semis doit être précédé d'une œuvre qui extirpe complétement toutes les herbes adventices qui couvrent la terre et celles qui ont commencé à germer; 2° il ne faut jamais semer une graine avant que la température du pays n'ait atteint le degré nécessaire à sa prompte germination, pour qu'elle ne puisse se laisser devancer par les plantes adventices qui germeraient avec un degré moindre de chaleur; 3° même après avoir atteint cette température, il ne faut semer que quand on est

assuré d'avoir atteint une époque météorologique où les couches de terre qui doivent recevoir la semence seront et se maintiendront dans un état d'humidité nécessaire pendant le temps requis pour la germination de la plante, ou au moins sans qu'il soit probable que cet état se présentera prochainement. Comme ces probabilités existent généralement en automne, on ne craint pas de devancer l'arrivée de cette humidité, qui pourrait devenir trop grande pour permettre les labours de semaille ; aussi le proverbe dit-il qu'il faut semer dans la poussière en automne et dans le mortier au printemps, parce que dans la première de ces saisons on marche vers l'humidité, et dans la seconde vers la sécheresse. Les terres qu'on peut arroser avant et après les semis nous dégagent de toute incertitude sur l'époque de l'humidité, et il suffit alors d'être assuré de la température nécessaire pour pouvoir semer en toutes saisons.

La considération de cette époque est d'ailleurs inutile pour les semences qui restent très longtemps en terre, comme celles de l'olivier, de l'aubépine, du pêcher, du rosier, etc. Leur coque dure ne se pénétrant d'eau qu'avec beaucoup de lenteur, mais aussi la retenant avec force, on abrége beaucoup le temps de la germination en brisant ou limant la coque. Nous avons proposé, il y a longtemps, le premier procédé pour le semis d'oliviers [1] ; il a été reproduit avec un instrument propre à casser le noyau sans endommager l'amande. La germination a lieu, alors, en quelques jours. On obtient aussi une plus rapide germination des semences d'aubépine, en faisant manger les baies par des dindons et en les recueillant dans leur fiente.

Au contraire, les graines qui sont contenues dans des péricarpes indéhiscents, et surtout quand elles y sont solitaires ou

(1) *Bibliothèque universelle de Geneve,* tome VII, page 109

peu nombreuses, si d'ailleurs ces péricarpes ne sont pas d'une nature ligneuse, ne doivent pas en être séparées, surtout si on les sème au printemps, dans un temps où les retours de sécheresse sont à craindre. Telles sont celles de trèfle, de luzerne, de sainfoin, surtout si on les sème à la surface du sol et sans les enterrer.

4° L'époque des semis doit être aussi éloignée que possible de celle de la fructification, mais à la condition de ne pas nuire aux arrangements économiques de la ferme, de telle sorte que le développement de la plante en racine soit complet avant le temps où les tiges s'élèveront. Ce précepte sera toujours facile à suivre pour les plantes semées en ligne, pour lesquelles on ne craindra pas la pousse en concurrence des plantes sauvages.

5° Pour les plantes qui ne sont pas semées en lignes ou en bouquets, l'époque de leur semis doit être celle où elles pourront s'emparer du terrain sans craindre la concurrence d'autres plantes. Ainsi, à la fin de l'été, on ne devra semer qu'après que les semences des plantes adventices, favorisées par le retour de l'humidité, auront germé et couvert la terre, et que l'on aura pu les détruire complétement par un labour. Au printemps, si la semence de la plante cultivée germe par un degré de chaleur moindre que la masse des plantes adventices, il faut la semer de très bonne heure ; si au contraire elle exige un degré de chaleur assez élevé, il faudra attendre la sortie des plantes adventices et opérer leur destruction avant de faire le semis. Ainsi le blé pourra être semé au mois de février ou de mars et sera déjà maître du terrain, quand, en avril, la température fera apparaître la foule des plantes nuisibles ; mais la luzerne, qui exige 12° de température moyenne, pour entrer en mouvement, ne sera semée qu'après leur apparition et leur destruction.

SECTION V. — *Distance à mettre entre les plantes.*

Si l'on observe, au moment de sa germination, un semis d'arbres, de mûriers par exemple, semés très épais, on trouve le sol entièrement couvert de jeunes plantes qui sont à peine éloignées d'un demi-centimètre l'une de l'autre. Laissez-les croître sans y toucher et revenez les voir six mois après, le plant se sera éclairci de lui-même, un grand nombre de plantes trop faibles auront péri, les plus fortes auront pris le dessus et auront résisté. Après un an, nouvelle réduction, et ainsi de suite jusqu'au dernier âge. Les plus fortes l'auront emporté sur les plus faibles et il n'aura survécu à chaque période que le nombre de celles qui auront su s'approprier, dans le sol, les éléments nécessaires à leur existence : que si, au contraire, un plant s'est trouvé isolé de tous les autres, il se sera étendu sans trouver de résistance et aura pris tout le développement dont il est susceptible.

Ce développement complet de la plante qui exprime l'idée de l'accomplissement libre de toutes ses fonctions vitales, la multiplication de ses bourgeons limitée seulement par ses dispositions constitutionnelles, n'est pas toujours ce que nous pourrions appeler son développement utile. On ne cultive pas toutes les plantes dans le même but. Dans la sylviculture, par exemple, on cherche à multiplier les tiges, on ne se préoccupe que de leur production et de leur ampleur ; il en est de même du chanvre et du lin; pour d'autres plantes, comme les pommes de terre, les topinambours, les betteraves, c'est leur tige souterraine ou leurs racines que l'on veut obtenir. Quant aux plantes dont on recherche les fruits, on demande aux unes la qualité, aux autres la quantité : on supprime une partie des bourgeons des unes, pour que ceux qu'on ménage soient mieux nourris et mieux disposés ; on cherche à obtenir le plus grand nombre

de pousses des autres. Enfin quand on veut obtenir le fruit ou la graine d'une plante, il n'est pas certain que son plus ample et plus libre développement en produise une proportion absolue plus considérable, et que quatre plantes, par exemple, venues médiocrement, ne portent pas plus de graines qu'une seule plante, qui sur le même espace de terrain aura développé tout le luxe de sa végétation. Dans ce cas, le développement utile ne sera donc pas le développement complet. Le premier est toujours relatif pour chaque plante à l'abondance de la partie de la plante que l'on recherche, à celle de ses racines pour la garance, à celle de sa tige pour le chanvre, à celle de ses feuilles pour la luzerne, à celle de son péricarpe pour le pommier, à celle de ses grains pour le froment.

Ainsi, prenons le blé pour exemple; nous trouvons que dans les cultures de M. Dailly, à Trappes, près Versailles, où l'on ensemence la terre avec 3 hectolitres par hectare ou 3,000,000 de grains environ (300 par mètre), un mètre carré pris au milieu de la pièce présentait 177 pieds qui n'avaient pas tallé, 13 pieds doubles, 3 pieds triples ; total 193 pieds, non compris 21 tiges ou pieds avortés ; qu'ils ont produit 212 épis, donnant $2^{lit},3$ de grain (23 hectolitres par hectare) ou 2,300 grains de blé; chaque épis fournissant ainsi un peu moins de 11 grains de blé en moyenne. Chaque pied de blé occupait donc un espace de $0^{m\ carr.}$ 0056 et ils étaient séparés entre eux par un intervalle de $0^{m},07483$ [1].

Si nous passons à un autre extrême, M. Poulet, cultivateur à Salon, ayant, en 1798, transplanté 57,200 pieds de blé sur 6,337 mètres carrés, ces plants occupaient chacun 1108 centimètres carrés et étaient placés à la distance de $33^{c},28$, environ 11 plantes par mètre carré ; c'est presque cinq fois la distance des grains semés à la volée. Il n'avait ensemencé, pour se

(1) Loiseleur-Deslongchamps, *Considérations sur les céréales*, p. 58.

procurer du plant, que 3^{k},5 de blé, comprenant 74,468 grains. La récolte fut de 15^{h},8, ou 2,686,000 grains, ou 2,686 par mètre carré. C'était 300 grains par plante [1], et cependant malgré ce grand produit pour chaque plante, le produit relativement à l'étendue du terrain fut beaucoup moins favorable que celui du semis à la volée.

Considéré sous ce point de vue, l'espacement des plantes dans la culture ne peut rien emprunter à la physiologie végétale, telle que cette science est aujourd'hui constituée. Il faut recourir aux enseignements de la pratique, et celle-ci est bien loin de nous faire connaître expérimentalement les distances qui, dans chaque cas, peuvent le mieux favoriser le développement utile des différentes espèces de plantes.

C'est qu'aussi le problème ne peut pas être résolu d'une manière générale, et qu'il dépend même pour chaque plante d'une foule de circonstances qu'il faut pouvoir apprécier. Ainsi, il y a une propriété des plantes, que l'on nomme leur *tallement*, et qui consiste dans l'émission d'un grand nombre de jeunes tiges se développant sur la tige primitive, qui n'a pas lieu dans tous les terrains et dans tous les cas. Si la terre est riche, bien ameublie, que la température soit chaude, la saison humide, et les plantes convenablement espacées, elles talleront ; au contraire dans les terrains pauvres et secs, elles ne talleront pas, et elles ne le feront pas non plus si elles sont tellement serrées que la richesse du terrain ne puisse pas fournir à un plus grand nombre de tiges que celles qui sont primitivement sorties. En se fiant à la multiplication par le tallement, on court donc une chance qui dépend de l'état météorologique de la saison, c'est-à-dire d'un élément incertain. Voilà ce qui explique pourquoi les cultivateurs pré-

(1) *Mémoire* de Poulet, et *Mémoire de la Société d'agriculture de la Seine,* tome V, page 81.

fèrent, le plus souvent, garnir eux-mêmes leurs champs d'un nombre suffisant de tiges, destinées à porter chacune un moindre nombre de fruits, capables de soutirer par leur nombre tout l'engrais que la plante peut s'assimiler, plutôt que de faire une économie de semences qui les met à la merci des intempéries, relativement au succès définitif de la récolte.

L'époque de la plantation et du semis des plantes annuelles décide aussi de cette question du tallement. Semez, à l'époque ordinaire, des grains de blé à la distance de $0^m,10$ ou $0^m,15$, malgré le tallement le plus favorable obtenu au printemps suivant, on n'arrivera qu'au résultat de Poulet, et peut-être n'y arrivera-t-on pas. Semez ce grain en juillet ou aout, à cette même distance, semez-le en pépinière et transplantez-le en octobre; il tallera déjà dans la même année, et au printemps suivant, n'ayant aucune crise de production de racines à traverser, on aura de 300 à 500 tiges par mètre carré aussi pressées que celles qui le sont le plus dans les semis à la volée et la récolte sera abondante. Mais pour procéder ainsi, il faut être dans des circonstances exceptionnelles, qui ne peuvent faire règle.

Si l'on remarque d'ailleurs que, pour les récoltes dont nous avons sous les yeux les détails, les produits des céréales indiqués sont réellement proportionnels à l'état de fertilité du sol, quand elles sont semées à la volée, ou que semées en ligne, elles ont pu garnir le sol, sur la même étendue superficielle de 300 à 500 tiges ; si nous ajoutons ensuite que les plus forts produits obtenus du froment dans nos climats (79 hectolitres par hectare, obtenus par Arthur Yong [1]) indiquent un maximum de 26 grains de blé par épi, si l'on suppose 300 épis par mètre carré, ou 16 seulement en supposant 500 tiges ; que cependant on trouve des épis de tiges isolées qui ont jusqu'à 180 grains de blé par épi, nous conclurons : 1° que

(1) Tome XIII, page 68.

nous sommes loin encore d'avoir porté la culture du blé à sa perfection; 2° qu'il y a lieu de rechercher avec soin les moyens d'obtenir, sans une augmentation de frais proportionnelle, des épis mieux garnis, et que la grande différence qui sépare les 11 grains des épis de la culture des environs de Paris et les 180 grains obtenus d'un épi complet ne permet pas de douter qu'on peut parvenir à une notable augmentation de produits; 3° qu'on doit chercher d'abord dans les fumures proportionnelles aux récoltes que l'on veut obtenir; 4° on remarque en outre que dans les expériences citées par M. Loiseleur-Deslonchamps [1], on trouvait, chez M. Dailly, qu'un mètre de terrain situé sur le bord du champ présentait 298 épis et donnait 3 décilitres de grains. (30 hectolitres par hectare), tandis que le mètre situé au milieu du champ n'avait que 212 épis et ne présentait qu'une récolte de $2^{d},3$ (23 hectolitres par hectare), qu'ainsi il y a lieu d'attribuer au contact de l'air et de la lumière un effet marqué sur la production; que cette cause est d'autant plus sûrement la véritable que d'autres cultures effectuées par touffes donnent les mêmes résultats; nous en conclurons que le second moyen auquel on doit recourir pour perfectionner la culture des céréales est un espacement des tiges, tel que l'air et la lumière circulent facilement dans les intervalles; 5° que ce moyen est d'autant plus à considérer que quand les tiges sont trop rapprochées, l'abondance de leur feuillage, qui les abrite de la lumière, entretient à leur pied une humidité excessive, et qui cause leur étiolement, qu'alors elles sont sujettes à se courber en approchant de leur maturité; que les épis mûrissent mal, ras de terre, se souillent de boue, et sont difficiles à moissonner et à dépiquer; 6° qu'enfin il faut cependant se garder d'exagérer cet espacement qui, en favorisant la végétation et augmentant

(1) *Considérations sur les céréales*, page 58.

le produit de chaque plante en particulier, diminuerait la récolte totale.

Telles sont les considérations qui doivent nous guider pour la distance à donner aux céréales, comme aux autres plantes annuelles à graines. Nous examinerons, en traitant des cultures spéciales, ce que l'on a fait et ce qu'il faut faire encore pour remplir ces indications.

Nous observerons, au reste, que dans les semis en touffe ou en ligne, il y a deux espèces de distance à considérer ; celle des touffes et des lignes entre elles, et celle des tiges dans la touffe ou la ligne. Il peut en résulter une distance moyenne qui donne autant de plantes par mètre carré que dans le semis à la volée. Ainsi nous voyons Coke d'Holkam employer pour les semis en ligne autant de semence que pour le semis à la volée, et son élève, M. Blomfield, jeter jusqu'à $3^h,5$ de semences par hectare. C'est qu'ils ont appris à ne pas compter trop sur le tallement des tiges. Dans le jeune âge, les plantes semées en lignes ou en touffes ont tout l'espace nécessaire et ne s'ombragent pas entre elles, et plus tard l'air circule mieux dans les espaces vides, quoique les plantes soient très serrées dans ceux qu'elles occupent.

Il y a d'autres éléments d'appréciation de la distance pour les plantes dont on recherche les racines ou les tiges souterraines ; celles-ci sont, en général, tubéreuses ou fuliformes ; la garance seule les a fibreuses ou allongées. Les premières ont leurs radicules peu allongées, elles vivent sur le terrain qu'elles occupent comme l'huitre sur son rocher. Dans une saison donnée leur produit doit être relatif à la quantité de substances nutritives qu'elles trouvent dans tout le cube qu'elles peuvent occuper par leurs radicules. Ainsi, pourvu que nous connaissions la portée extrême au-delà de laquelle elles ne peuvent atteindre les éléments nutritifs, il sera assez indifférent de les rapprocher plus ou moins ; seulement le produit

de chaque plant et la grosseur des tubercules seront en raison directe de leur écartement, et le produit total restera le même. Resterait à savoir si l'on aurait plus d'avantages à la vente des gros tubercules qu'à celle des petits, et dans quelle proportion. Des expériences ont été faites pour rechercher cet éloignement maximum et nous le rapportons à l'article de leurs cultures spéciales.

Quant à la garance, comme les racines tout à fait fibrillaires se vendraient mal et qu'il faut qu'elles acquièrent un certain volume qui est proportioné au développement de la tige, il est évident que des semis trop épais ne lui conviendraient pas. C'est encore l'expérience qui semble avoir décidé de l'écartement que l'on doit donner aux plantes.

Les prairies permanentes sont comme des forêts herbacées qu'il est difficile d'éclaircir. Là chaque plante se fait sa place, et la main de l'homme n'y peut rien, si ce n'est pour détruire les plantes nuisibles ou inutiles. C'est à nous de proportionner les engrais aux besoins de cette végétation pressée, si nous voulons lui faire produire des tiges élevées.

Il n'en est pas de même des prairies artificielles. Leur durée est bornée, et si nous attendions que les plantes se fussent faites d'elles-mêmes leur place, nous arriverions à la fin de leur existence, sans avoir recueilli les produits que l'on en peut attendre. Les luzernes, les sainfoins, les trèfles trop serrés produisent des tiges grêles, peu ramifiées. Il y a donc une certaine discrétion à mettre dans le rapprochement de ces plantes. Il n'est pas bien sûr que la pratique soit encore arrivée au point juste qui pourrait favoriser les plus grands développements.

S'il s'agit de plantes vivaces et d'arbres, les conditions d'écartement des plantes sont surtout dépendantes de la richesse du sol. Ainsi un oranger vit dans une caisse étroite si on lui fournit abondamment les engrais qui lui sont néces-

saires ; l'olivier porte d'abondantes récoltes dans le creux d'un rocher; le mûrier pressé dans les plantations prospère sous les mêmes conditions. Mais si la main du maître n'est pas toujours prête à leur distribuer leur nourriture annuelle, le cube de terrain dans lequel s'étendent leurs racines est bientôt épuisé, et il faut alors leur donner un espacement en rapport avec sa richesse naturelle, avec les facultés d'extension de ces racines, et avec la nécessité de laisser aux branches et rameaux le développement nécessaire pour porter leurs fruits.

Les distances assignées pour ces nécessités diverses sont encore modifiées par le genre de culture, de sarclage et d'ameublissement que l'on applique au végétal. Si l'on se sert des bras de l'homme pour l'effectuer, la distance peut être moindre que si l'on employait la force des animaux. L'homme peut, par son adresse aidée de son intelligence, faire prendre à son outil toutes les directions possibles et ménager la plante en la cultivant; l'animal ne peut lui imprimer que la direction rectiligne. Dans ce dernier cas, il faut donc semer en lignes assez espacées pour qu'il puisse passer dans les intervalles sans endommager le végétal.

Telles sont les considérations générales qui s'appliquent à l'espacement que doivent avoir les plantes entre elles dans les semis.

SECTION VI. — *Quantité de semence.*

L'espacement des plantes entre elles, ou leur espacement moyen sur une surface de terrain quand il s'agit de semer en lignes ou en touffes détermineraient la quantité de semences à employer, si l'on était assuré de la sortie de chaque graine. Mais cela n'est vrai que pour les cultures où chaque graine est semée individuellement après avoir été soigneusement choisie. On sème une graine dans un vase avec la certitude

d'avoir une plante ; on sème une certaine quantité de graines à la main dans un pochet, et l'on obtient autant de plantes que l'on a semé de graines ; mais quand la scène agricole s'agrandit, surtout quand la machine y faisant son apparition vient suppléer à l'intelligence de l'ouvrier ; quand travaillant en fabrique le travail est plus grossier et plus imparfait, ce n'est plus le nombre des plantes à obtenir, mais celui des grains qui réussissent qui peuvent servir de base au calcul.

En effet, selon le degré plus ou moins avancé de la culture on expose les germes à des chances diverses. Ainsi, voilà un terrain argileux, le jardinier y dépose une graine, mais il a soin de la recouvrir de terreau pour qu'elle n'ait pas à traverser une couche de terre durcie par son desséchement, avant sa germination. En le labourant, l'agriculteur couvre les graines de mottes que le rouleau et la herse ne brisent qu'imparfaitement ; il l'y enterre à des profondeurs variables, et en laisse une partie à découvert.

Cette dernière partie devient la proie des oiseaux, ou bien éprouve des alternatives trop fréquentes de desséchement et finit par périr ; celle qui a été recouverte par une motte dure ne pouvant la pénétrer pourrira en terre, ou bien les tiges naissantes se contourneront pour arriver au jour et ne produiront que des plantes faibles et épuisées. Enfin dans les semis qui auront été faits avec le plus de soin et dans une terre ameublie, il se sera formé à la surface de certaines natures de sol, à la suite de la pluie, une croûte qui en durcissant opposera un grand obstacle à la sortie des jeunes plantes. Nous pourrions citer une multitude d'autres obstacles que rencontrent les graines pour venir à bien dans la grande culture. La question du nombre des tiges à obtenir sur un espace donné est donc différente de celle des bons grains à semer sur ce même espace. Cette dernière tient aux risques que tel ou tel mode de semis fait courir aux graines. Plus la culture est perfec-

tionnée, plus elle a pu mettre les semences à une profondeur convenable, les recouvrir d'une couche de terre meuble, et plus il y aura de ces semences qui germeront et produiront une tige; ensuite les jeunes tiges prospèreront d'autant plus et se conserveront d'autant mieux qu'elles auront l'espace nécessaire pour leur développement et que l'on n'aura pas voulu les entasser de manière à se dérober la subsistance et se faire mutuellement la guerre.

Si l'on considère ensuite que pour la culture du blé, par exemple, toutes les terres en bon état finissent, dans la culture générale, par avoir à l'époque de la moisson une quantité de tiges à peu près égale dans tous les sols et dans tous les climats, on aura de la peine à s'imaginer que ce résultat ait pu être produit par une aussi grande diversité dans la quantité de blé semé que celle qui est annoncée par le tableau suivant :

	Par hectare. hectol.	
En Sicile.	1,19	De Candolle-Boissier, *Quest. d'écon polit.*
Angleterre (nord).	1,39	Arthur Young, t. III, p. 342.
Berne.	1,42	Crud, sur Hoffwyl, p. 140.
Angleterre (sud et est).	1,60	Arthur Young, t. I, p. 173, et t. V, p. 268.
Anciens Romains.	1,68	Dickson, *Agricult. des anciens.*
Nîmes.	2,02	
Allemagne.	2,39	Thaer, § 977.
Genève.	2,62	Pictet, *Assclements.*
Bloomfield (Angleterre).	3,00 à 3,50	Gourcy, *Voyage en Angl.*, p. 59.

Ces quantités si diverses sont-elles toujours indiquées par une saine appréciation des résultats de la pratique; il est permis d'en douter. Ainsi Schwerz remarque qu'en Alsace, dans des terres où l'on met habituellement 2_h,90 de semences par hectare, il a vu deux semis faits, l'un avec 1^h,45 et l'autre avec 0^h,92 qui étaient drus et bien venants, tandis que celui qui avait été semé à la dose ordinaire était en partie couché. En

Languedoc, Mourgues obtenait, avec $0^h,95$ de semences, des récoltes égales à celles des champs voisins ensemencés avec $1^h,90$. Pour obtenir 300 tiges simples provenues de 300 graines, il faudrait semer en Alsace (l'hectolitre contient un million de grains) 3 hectolitres de blé; en Languedoc (l'hectolitre contient 1,700,000 grains) $1^h,70$. Dès qu'on emploie moins de semences, on compte sur le tallement, et par conséquent sur une excellente culture, sur un terrain meuble, sur des printemps suffisamment humides et chauds. C'est à l'appréciation diverse qu'on fait de ces circonstances qu'on doit attribuer les grandes variations qu'on aperçoit dans ce tableau; et l'on voit, par les pratiques nouvelles de M. Coke, déjà cité, et par celles de M. Bloomfield, que ces grands cultivateurs, mettant en balance l'économie du grain destiné aux semailles et les incertitudes des saisons, en sont arrivés à mettre en terre un nombre de grains égal ou supérieur à celui des tiges qui finiront par rester pour porter graine.

Arthur Young a fait des expériences pour connaître dans son sol et dans son climat la quantité de semences de blé qui était le plus convenable. Voici les résultats qu'il a obtenus de quatre ans d'expériences [1] :

Par hectare.	Produit.
lit.	lit.
44,9	538
89,7	883
179,4	1706
224,3	1862
269,2	1706
314,0	1234
359,0	965
458,0	718
448,0	538

Ainsi la quantité de $2^h,24$ est celle qui a donné le plus grand

(1) *Œuvres* d'Arthur Young, tome XII, page 53.

produit. C'est 224 grains devant donner 200 tiges, les tiges étant aux grains semés dans le rapport de 134 à 100.

D'un autre côté, que nous apprend l'expérience faite à Trappe que nous avons rapportée plus haut? c'est qu'un semis fait avec 3 hectolitres, ou 33 litres par hectare comprenant 330 grains, avait donné 193 pieds de blé et 212 épis; ainsi moins de tiges que de grains semés dans la proportion de 100 à 64. Dans le champ le mieux garni de la ferme de Rambouillet, le mètre ensemencé avec 254 grains portait 304 tiges et 447 épis, et dans une autre terre du même domaine, ensemencée avec 238 grains par mètre, on trouvait 258 tiges et 340 épis. Ainsi, dans le premier, le rapport des tiges aux grains semés était de 120 à 100, et dans le second de 110 à 100. Voilà pour la culture ordinaire[1]. On voit donc que, dans cette culture, le rapport des grains qui produisent une tige à celui des grains semés s'élève ou s'abaisse au-dessus ou au-dessous du pair, selon des circonstances difficiles à apprécier, car il s'agit ici de récoltes d'une même année. Il y a donc lieu de croire qu'excepté quand il s'agit de cultures plus compliquées, comme, par exemple, de blé semé au plantoir ou en lignes et cultivé au pied pour favoriser le tallement, on ne doit pas beaucoup s'écarter pour le semis du nombre de 250 grains par mètre carré, qui peuvent produire 300 épis environ; ce qui donne $2^h,5$ de grain par hectare dans le nord, où le tallement est presque assuré. Ou si, comme M. Bloomfield, on redoute le tallement comme donnant des épis moins beaux et moins pleins que les tiges maîtresses, on doit employer trois hectolitres de semences.

Quant aux pays méridionaux, dont les printemps sont plus secs, mais dont les blés sont plus fins et moins pesants (chaque hectolitre contient environ 1,700,000 grains), pour

(1) Loiseleur Deslongchamps, *Considérations sur les céréales*, p. 59.

obtenir 300 tiges par mètre, on devra employer $2^h,12$ de semences.

L'analyse à laquelle nous venons de nous livrer s'applique aux autres genres de semis faits en grand. Selon le plus ou moins de facilité que les plantes trouvent à germer et à taller, le nombre des grains employés doit être égal, supérieur ou inférieur à celui des tiges que l'on veut obtenir ; et ces facilités tiennent à trois causes différentes qui ne peuvent être appréciées d'une manière générale : la nature du terrain, celle du climat, et la culture plus ou moins soignée que l'on donne aux plantes.

SECTION VII. — *Préparation des semences.*

Depuis l'eau végétative de Vanhelmont qui devait augmenter prodigieusement la fécondité des semences qui y avaient été immergées, on a préconisé un grand nombre de préparations ; ce sont en général des dissolutions de salpêtre et d'autres sels dans lesquels on baigne les semences. Arthur Young fit de nombreuses expériences pour constater la propriété des différents mélanges qui avaient été proposés. Après avoir fait tremper les semences pendant 6, 12, 18 et 24 heures dans ces liqueurs il obtint, du blé qu'il avait ainsi traité des récoltes exactement pareilles à celles que lui donnaient les grains qui n'avaient reçu aucune préparation. Ces mélanges étaient les suivants : 1° saumure de sel ; 2° jus de fumier ; 3° lessive de salpêtre ; 4° sang de taureau ; 5° eau écoulée du fumier de cheval ; 6° urine ; 7° urine, chaux et colombine ; 8° sel, colombine et cendres ; 9° urine et sang de taureau ; 10° lessive de chaux ; 11° lessive de cendres de bois ; 12° dissolution de colombine ; 13° salpêtre, cendres, colombine, urine ; 14° suie et eau ; 15° suie et urine, etc. [1].

(1) *Expériences d'agriculture*, tome XII des Œuvres d'A. Young, p. 59. Le détail des expériences est seulement dans le texte anglais.

Mais de toutes ces liqueurs végétatives celle qui a été la plus célèbre est celle de l'abbé Vallement [1], qu'il appelait liqueur universelle. Voici quelle en était la recette : on mettait dans un cuvier 13 litres de crottin de cheval, autant de fiente de bœuf, 6 litres et demi de colombine, autant de crottin de mouton, et autant de cendres ; on y ajoutait 5^{l},60 de vin commun, un kilogramme de salpêtre : on faisait dissoudre ces matières et on les mêlait avec l'eau dont on remplissait le cuvier. C'est dans cette liqueur que l'on faisait infuser les semences ; c'est aussi avec elle que l'abbé Vallement conseillait d'arroser les plantes. Nous ne doutons nullement de l'efficacité de cet arrosage, toutes les substances employées sont de très bons engrais ; mais quand on se borne à l'immersion des semences on n'obtient jamais de résultat appréciable.

Ces tentatives se renouvellent encore, et l'on annonce fréquemment de nouvelles eaux végétatives ; cependant il est facile de comprendre que l'embryon ne peut absorber de nourriture avant sa germination, que pendant la germination il la trouve condensée en quantité plus que suffisante dans la semence. C'est donc après le développement du germe qu'il est surtout important de mettre les matières nutritives à portée de la jeune plante. Aussi vient-on de proposer une nouvelle modification du mode d'emploi de ces liqueurs. C'est ce qu'on appelle le *pralinage* des semences. Il consiste à faire adhérer à la graine un mélange pâteux d'urine et d'argile plastique, qui renferme ainsi quelques parcelles de substances azotées, dont la jeune plante peut s'emparer dès que par son évolution elle a percé les enveloppes de la graine. Nous ne pouvons en disconvenir, cette méthode offre un utile auxiliaire à la croissance du végétal pendant les premiers jours de son existence ; mais des expériences directes peuvent

(1) *Curiosités de la nature et de l'art.*

seules démontrer les résultats économiques que l'on doit en attendre.

Si, jusqu'à présent, on n'a pas obtenu un grand résultat de toutes ces préparations végétatives, il en est autrement de celles qui ont été employées pour combattre les maladies des graines. Au nombre de ces maladies, une des plus fâcheuses est causée par des cryptogames parasites dont les sporules s'attachent au périsperme des graines et germent ensuite sur la jeune plantule, l'accompagnent pendant son existence sous une forme latente, mais se développent ensuite sur le grain nouveau quand il est formé et s'emparent de sa substance. Ces cryptogames décrits par Decandolle[1] sont connus des agriculteurs sous les noms de nielle, de charbon, de carie. Ils affectent les céréales et aussi plusieurs autres genres de plantes. Il suffit de quelques-uns de ces sporules qui restent attachés aux graines sous forme de poussière noire pour produire de nouvelles générations de cryptogames. Plusieurs substances ont été proposées pour les détruire, depuis l'époque déjà ancienne (1755) où Tillet s'en est occupé le premier. L'expérience a prouvé que le sulfate de cuivre, le sulfate de soude associé à la chaux, le sulfate de cuivre ou la chaux associés au sel marin, avaient une efficacité incontestable, que la chaux employée seule et l'arsenic en avaient une beaucoup moindre ; que les blés provenant d'une récolte dont les semences avaient été préparées au sulfate de cuivre contenaient des traces de cuivre dans leur substance. Dans cet état de la question et quand on possédait incontestablement des moyens de préservation au moyen de substances innocentes, il était de l'intérêt public de proscrire l'emploi des substances vénéneuses, de l'arsenic, dont l'effet était douteux et dont la possession entre les mains des cultivateurs avait occasionné de si déplorables résultats, des empoisonnements coupables ou involontaires; du sulfate de

(1) *Flore française,* tome VI.

cuivre, dont on retrouvait des traces dans la génération suivante des graines. Après cette élimination, il restait la chaux unie au sel marin, et la chaux unie au sulfate de soude, qui sont en dernière analyse les moyens qu'on doit surtout recommander [1].

Dans ses expériences, M. Mathieu de Dombasle avait obtenu des succès de la chaux, de la chaux unie au sel marin, du sulfate de cuivre uni au sel marin, du sulfate de cuivre seul, mais seulement après avoir fait tremper le grain 24 heures dans les mélanges de chaux ; 2 et 6 heures dans ceux de sels de cuivre ; le simple chaulage par immersion avait été sans succès [2]. Or ces procédés étaient très embarrassants. Voici ce que dit l'auteur de ces expériences : « Le grain qui a été plongé 24 heures dans l'eau se trouvait tellement détrempé et gonflé, qu'il s'échauffait et se gâtait promptement si on le remettait en tas, de sorte qu'il exigeait beaucoup de place pour l'étendre sur le plancher en couches minces. D'un autre côté, un semeur pouvant répandre 12 hectolitres de semence par jour, il faudrait un cuvier de 15 hectolitres au moins par semeur, pour pouvoir préparer chaque jour le blé nécessaire au lendemain.

Mathieu de Dombasle fit alors de nouvelles tentatives et proposa enfin le moyen que nous allons indiquer, qu'il regardait comme complétement efficace, et dont la bonté a été constatée par les nombreuses expériences de M. de Girardin.

L'opération se fait dans une pièce dallée ou carrelée. On fait dissoudre 8 kilogrammes de sulfate de soude par hectolitre d'eau dans un cuvier. On accélère la dissolution en agitant fortement le liquide; lorsqu'elle est complète, elle peut se conserver

(1) *Nouvelles expériences sur le chaulage des blés*, par Girardin; *Travaux de la Soc. d'agric. de la Seine-Inférieure*, octobre 1815. page 165.

(2) *Annales de Roville*, t. VIII, p. 351 et suiv.

pendant toute une semaine. On réduit de la chaux calcinée en poudre en la faisant fuser par l'addition d'une petite quantité d'eau. Cette dernière préparation se fait au fur et à mesure des besoins. On répand un hectolitre de froment au milieu de la pièce, et on tient le grain agité et retourné vivement au moyen d'une pelle de bois, pendant qu'on l'arrose de la liqueur autant qu'il peut en absorber sans qu'il s'en écoule hors du tas. Ordinairement le grain absorbe 6 à 8 litres de solution par hectolitre. Alors, sans perdre de temps, on prend de la chaux en poudre avec une écuelle de bois dont on a pesé une première fois le contenu, et pendant que les ouvriers remuent et brassent vivement le grain et la chaux on en ajoute successivement jusqu'à la quantité de 2 kilogrammes. Lorsque tous les grains sont exactement couverts de chaux l'opération est terminée. On rejette cet hectolitre dans un coin de la pièce et on procède de la même manière pour un nouvel hectolitre. Chaque opération ne dure que quelques minutes, et l'on peut sulfater ainsi la quantité de grains nécessaire pour semer pendant plusieurs jours. Le grain paraît sensiblement sec et peut se conserver en tas sans s'altérer au moins pendant la durée des semailles. Si l'on craignait qu'il s'échauffât on pourrait remuer le tas[1].

Des procédés analogues devront s'appliquer à la préparation des semences de tous les végétaux, le seigle, le maïs, par exemple, dont les grains sont attaqués par les uredos, ou des sclérotions.

SECTION VIII. — *Des germes qui ne sont pas contenus dans les graines des plantes.*

Quoique toutes les plantes se multiplient par leurs semences, cependant on a trouvé plus profitable d'employer les germes

(1) *Annales de Roville*, t. IX, p. 274.

de certaines d'entre elles déjà disposées en bourgeons. Ainsi, par exemple, la graine de la pomme de terre ne donne à la première année que de très petits tubercules ; mais ceux-ci mis en terre produisent des tubercules plus gros. Pour hâter la production de cette plante on emploie donc ses bourgeons en enterrant ses tiges souterraines. On gagne ainsi une année qui aurait été perdue, si on avait commencé par l'ensemencement des graines. On se sert du même procédé pour la batate et le topinambour ; les griffes de l'asperge sont des rejets enracinés qui croissent sur les racines de la plante mère ; les éclats de la partie inférieure de la tige de l'olivier servent aussi à sa multiplication ; enfin on plante les tiges elles-mêmes quand elles sont très vivaces. C'est ainsi que l'on opère pour le saule, le peuplier, le platane, la vigne, le fraisier ; si la tige a moins de vitalité, on la couche en terre et on la blesse en un point sans la séparer de sa racine ; la partie courbée produit des racines, et on peut ensuite séparer le nouveau plant de la tige mère : c'est ainsi qu'on opère pour regarnir les vignes de plants au moyen des plants voisins. Tous ces procédés exigent des opérations que nous décrirons plus tard ; nous nous bornerons en ce moment à rappeler que les semis ont quelquefois pour objet de mettre en terre d'autres germes que ceux qui sont renfermés dans la graine.

CHAPITRE VI.

Pratique des semailles.

Quelque procédé qu'on emploie pour confier à la terre les semences des plantes, il y a une distinction capitale à faire entre celles qui ont lieu en automne et celles qui ont lieu au printemps dans tous les pays où l'hiver amène des gelées. C'est

faute d'y avoir réfléchi que l'on a établi des principes si confus relativement aux semailles ; ce que nous allons dire ne peut être qu'une application de ceux que nous avons établis dans le chapitre précédent.

Section Ire. — *Semailles d'automne.*

Les semailles d'automne diffèrent de celles du printemps par les chances que les gelées font courir aux jeunes plantes. Nous avons à prévoir en outre, 1° l'humidité habituelle et croissante de la terre dans cette saison ; 2° les gelées superficielles qui, en augmentant le volume de la couche supérieure du terrain, la soulèvent et avec elle les plantes dont les racines rampent à sa surface ; 3° les dégels superficiels tandis que le fond de la terre reste gelé, dégels qui mettent pendant le jour les plantes en macération dans une eau froide, lui enlèvent son calorique, dont s'empare la glace, qui passe à l'état liquide. Cette eau se regelant ensuite pendant la nuit détache, par ses changements successifs de volume, la terre qui tient aux racines. Si le sol a de la profondeur naturelle ou acquise par les labours, les eaux s'infiltrent rapidement ; cet écoulement est facilité en outre par le soin d'ouvrir avec le butoir de larges rigoles d'écoulement dans le sens des pentes diverses que présente le sol. Rien n'annonce mieux une culture intelligente que la multiplication suffisante et la bonne direction de ces rigoles. Ces soins préviennent le premier des dangers que nous venons de signaler, celui qui résulte de l'humidité habituelle et croissante du sol pendant l'hiver.

Les terres, selon leur nature diverse, sont plus ou moins sujettes à être soulevées par les gelées et les dégels successifs de la terre. Les terres gélisses sont celles qui sont le plus sujettes à ces inconvénients. Elles ont pour caractère de se déliter d'elles-mêmes en se séchant. Ces terrains, peu compacts à leur

surface quand ils sont secs, laissent arriver trop facilement l'air aux racines qui se dessèchent ; aussi les cultivateurs les ensemencent quand elles sont humides, pour que la terre remuée en cet état reste inégale, motteuse. Les grains y germent malgré l'enveloppe qui les enferme, et les premières sécheresses ou les premiers dégels pulvérisent le sol et recouvrent les plantes et les racines. C'est ainsi que l'effet de la gelée est atténué et que le végétal se trouve replanté. Si au contraire on a semé dans la terre meuble et sèche, la surface du sol manque de parties saillantes, et la plante, arrachée par la gelée, reste à nu lors du dégel. Ainsi, dans les terres gélisses, il faut se garder d'écraser les mottes après les semailles, il faut laisser au terrain son aspect inégal, raboteux ; après sa pulvérisation il s'aplanit de lui-même, en assurant la réussite des plantes qui y ont germé.

Dans les terres compactes et qui ne sont pas gélisses, on sème par les temps secs et après avoir convenablement brisé les mottes qui persisteraient et ne feraient que nuire à la végétation, comme pourraient le faire de véritables pierres. Mais aussi ces terres ont le défaut de former une croûte continue à la surface, quand celle-ci est mouillée ; et si une pluie survient avant la sortie des plantes, et que cette pluie soit suivie de sécheresse, les germes emprisonnés ne peuvent plus se faire jour, si on ne leur ouvre passage au moyen d'un léger hersage.

Section II. — *Procédés divers pour les semailles.*

On enterre les grains de plusieurs manières : 1° au moyen du plantoir ; 2° dans de petites fosses creusées en terre avec la houe à la main, et que l'on nomme *poquets* ; 3° sous la raie de la charrue ; 4° au moyen des scarificateurs et de la herse ; 5° au moyen du semoir.

Les semis au plantoir ne sont généralement usités que pour les grosses semences, telles que les amandes, les noix, les châtaignes, les fèves, etc. La terre ayant été convenablement ameublie par les labours, on enfonce dans le sol, à la profondeur jugée nécessaire, le plantoir à une ou à plusieurs pointes. On a eu soin d'indiquer cette profondeur sur la tige du semoir par un arrêt transversal ou par une marque. On jette dans le trou qui a été formé une ou plusieurs graines, et on les recouvre en faisant tomber avec la pointe de l'instrument la terre des bords sur la graine. Dans les petites propriétés on sème quelquefois le blé lui-même de cette manière pour économiser la semence.

La main-d'œuvre nécessaire pour accomplir ce travail est très considérable. Schwerz rapporte [1] que M. Dierxsen ayant fait une expérience sur le temps qu'exigeait cette plantation, trouva qu'il lui fallait 35 journées de 10 heures pour ensemencer un hectare, chaque grain occupant $0^m,89$ carrés ; les lignes étant espacées de $0^m,33$ et les trous dans la ligne de 0,027. En Angleterre, on compte qu'un homme muni d'un plantoir double et suivi de trois enfants pour placer les graines, peut ensemencer de la sorte 23 ares par jour, les lignes étant espacées de $1^m,14$ et les grains dans la ligne de $0^m,76$, et chaque plante ayant ainsi $0^m,87$ carrés à peu près. Le travail, dans le premier cas, coûterait $35 \times 5^k,75$ de blé $= 201^k,25$ de blé. Dans le second cas :

$$\frac{(1 \times 5^k,95 + 3 \times 1^k,96) \times 100}{23} = 51^k,50 \text{ de blé.}$$

On voit combien les résultats économiques peuvent différer entre eux, selon la manière d'opérer et les agents qu'on emploie. Dans ces deux opérations, il entre environ 11 plants

(1) *Agriculture belge*, tome I, page 280.

par mètre carré, par conséquent 110,000 par hectare. D'après notre expérience de plantage fait au moyen de trois femmes qui se suivent, l'une faisant les trous, la seconde y jetant les graines, la troisième les recouvrant, il faut 5 secondes environ pour chaque trou, ainsi 550,000 secondes ou 153 heures, ou enfin 19,1 journées de 8 heures de femmes, valant 57^{k},3 de blé, ce qui se rapproche de l'expérience anglaise. Dans la nôtre, la semaille était trop claire pour nos climats du midi, où le tallement est incertain : il aurait fallu la quadrupler; mais alors il en aurait coûté 229^{k},2 de blé, c'est à-dire plus que la valeur de la semence faite à la volée. Nous pensons que si l'époque de la semaille avait été rapprochée, qu'on l'eût faite, par exemple, à la fin de septembre dans notre climat, le blé aurait assez tallé pour que 11 plants par mètre eussent garni la terre. Alors, en effet, l'économie de semence aurait bien couvert la dépense, puisqu'on n'aurait employé que 220,000 grains, c'est-à-dire 10 kil. environ de blé, au lieu de 160 que l'on emploie communément.

On conçoit cependant que de pareilles pratiques ne peuvent être suivies que dans des pays où la population surabonde, ou bien pour de petits espaces qu'il est plus court d'expédier de la sorte que de se pourvoir, quand on en manque, des instruments et des bêtes de travail nécessaires pour l'accomplir.

§ I. — Semis à poquets.

Pour semer à poquets on enlève un certain cube de terre au moyen d'un coup de houe, on tient cette terre suspendue sur la houe, jusqu'à ce que le semeur ait placé dans la cavité qui a été faite les graines qui y sont destinées, et sur lesquelles on replace une partie de la terre qui avait été enlevée. Souvent on place aussi du fumier dans le poquet avant d'y mettre la semence. L'opération n'est pas plus longue que celle de la plantation.

Ainsi, par exemple, si l'on plante des pommes de terre à poquets, un homme fait l'ouverture et la recouvre ; une femme place le fumier, une seconde la pomme de terre; on emploiera ainsi 19,1 journées par hectare. On aura donc pour les frais :

$$19{,}1 \times 5^{k},96 + (19{,}1 \times 3^{k})\,2 = 228^{k},1 \text{ de blé.}$$

Ce genre de travail se fait assez communément dans les campagnes pour les plantes qui se propagent par racines : il a l'avantage de pouvoir mettre en contact avec elles, le fumier qui leur est destiné et que l'on cherche à ménager. Le rouleau mouleur de M. Aug. de Gasparin forme aussi des poquets. Si on sème à la volée, quand les empreintes en sont marquées en terre, les grains tombent au fond de ces pyramides renversées, et on les recouvre avec une herse renversée passée à travers le champ.

§ II. — Semis sous raie.

Les semis sous raie s'exécutent à bras ou à la charrue. Pour exécuter le semis sous raie à bras, on se sert d'une houe à main, avec laquelle on ouvre une raie, qu'on garnit de semences; arrivé au bout du terrain, on revient sur ses pas, et on couvre la raie semée au moyen de la terre qu'on enlève pour former la raie suivante. Les graines sont ainsi disposées en ligne. Ce mode a toute la perfection que peut lui donner l'intelligence de l'ouvrier, qui mesure ses coups à la nature du terrain et à celle de la graine; mais il est lent et coûteux, et ne s'exécute que dans les jardins, ou pour les plantes qu'on veut soigner particulièrement : c'est ainsi, par exemple, qu'on enterre les racines de garance quand on en fait la transplantation.

Pour exécuter les semis sous raie à la charrue, on ouvre un sillon à la profondeur voulue pour faire un bon semis, on répand la semence au fond du sillon, et la charrue la recouvre

en versant sur elle la terre du sillon suivant. Dans ce travail, il faut se mettre en garde contre la tendance des ouvriers à faire prendre beaucoup d'entrure à la charrue, quand ils travaillent dans des terres déjà ameublies; et d'enterrer ainsi trop profondément la semence.

Par ce mode de semis, les plants se trouvent disposés en lignes, mais en lignes très pressées. Si on veut les semer en lignes plus écartées, on peut semer de deux lignes une, ou se servir du butoir qui ouvre la terre à droite et à gauche. Quand on a sillonné de la sorte tout le champ, on sème à la volée et on enterre avec une herse renversée qu'on passe en travers des sillons.

Le travail de semis sous raie s'exécute au moyen de 2 journées et demie par hectare, d'une charrue attelée d'une bête, de son conducteur, et d'un semeur. Il coûte donc :

	Blé.
2 journées et demie de 1 bête à 5k,53.	13k82
2 journées et demie de 2 hommes à.	28,74
	42k56 de blé.

Le semis sous raie est surtout utile dans les terres gélisses, dont il importe de ne pas briser les mottes, et parce que l'oreille de la charrue tasse la terre sur la semence bien mieux que ne le ferait la herse ou le scarificateur.

§ III. — Moyens d'enterrer le semis après que le grain a été répandu à la volée. Araires.

Dans les procédés que nous venons de décrire, la graine n'a été placée en terre qu'après qu'on a ouvert la cavité où elle doit être placée. Mais, dans la plupart des cas, on commence par projeter la graine sur le sol, soit à la volée, soit par le moyen d'un instrument approprié, et on la recouvre par une œuvre subséquente.

L'araire à un cheval est l'instrument dont on se sert de préférence pour accomplir les semailles dans le midi de l'Europe. Cet instrument ouvre la terre très superficiellement, mais suffisamment pour le but qu'on veut remplir. Ses deux oreilles, qui font l'office de butoir, mais qu'on ne peut appeler versoirs, ne font qu'écarter la terre latéralement des deux côtés, à la manière d'un coin.

Pour cette opération, on n'attèle qu'un seul cheval, qui, n'ayant presque aucun effort à faire, marche fort vite. Les sillons ne sont écartés que de $0^m,10$ l'un de l'autre, et la profondeur est de $0^m,06$ à $0^m,08$. Par l'effet du butage, la terre, ainsi que les graines qui la recouvrent, repoussées latéralement, se trouvent mêlées par cette culbute de la terre, et les graines enterrées à différentes profondeurs, dont le maximum est celle de la profondeur du labour, ce qui occasionne une assez grande inégalité dans la sortie des plantes, selon que leur germe a été plus ou moins favorablement placé.

Si nous voulons nous faire une idée du travail que nécessite ce mode de semis, nous supposerons un hectare de terre parfaitement carré, ayant 100 mètres de long sur 100 mètres de large. Chaque sillon ayant 100 mètres de longueur, et le cheval marchant avec la vitesse de 1 mètre par seconde, emploiera 100 secondes, et de plus 45 secondes pour tourner au bout du sillon; total, 145 secondes par sillon. Les sillons ayant $0^m,10$ de largeur, on en prendra 1,000 sur la largeur de l'hectare, et par conséquent le labour total emportera 145,000 secondes, ou 5 journées de 8 heures. Chaque araire recouvre la semence de 20 ares par jour. Un homme sème à la volée 5 hectares par jour, et tiendrait tête à 25 araires s'il semait continuellement. Mais la nécessité d'aller s'approvisionner de grains, de jalonner les posées, etc., prend plus de la moitié de son temps, et on compte qu'un semeur fournit de l'ouvrage à dix araires seulement. Chaque hectare coûte donc:

5 journées d'un cheval à 5k,53 de blé, la journée.	27k65
5 journées de conducteur à 5,96.	29,80
Travail du semeur.	0,57
	58k02 de blé.

§ IV. — Semailles avec le scarificateur ou la herse.

Les semailles faites à l'araire ont un inconvénient capital, c'est leur lenteur, et par conséquent leur durée indéfinie. Il faut un grand nombre d'ouvriers, autant qu'on emploie de bêtes de travail, cinq journées par hectare. Si on a de vastes étendues à semer, on se trouve contraint à commencer de très bonne heure, à continuer tard, à braver les intempéries, et on est réduit à travailler dans la terre mal disposée, afin de ne pas manquer de temps pour achever cette opération. C'est la longueur des semailles qui a été en partie cause que, dans le Midi, une assez grande quantité de terres humectées par les pluies n'a pu être semée en 1844. La substitution de l'extirpateur (Griffon) à l'araire est venue résoudre la difficulté.

Le scarificateur pénètre aussi profondément que l'araire; comme celui-ci il enterre la semence à différentes profondeurs, mais ses résultats ne sont pas plus mauvais que ceux de l'araire, soit qu'on ouvre la terre avec le scarificateur, qu'on sème ensuite, et qu'on herse en travers après la semaille, soit qu'on commence par semer, et qu'on scarifie sur le grain jeté en terre. Les blés semés de l'une ou de l'autre manière nous ont paru aussi bien garnis que ceux qui étaient semés d'après l'ancienne méthode.

Un scarificateur à sept coutres, attelé de quatre chevaux et conduit par deux hommes, recouvre en un jour 1h,4 de semis. Nous avons pour une journée de l'instrument :

Pour 4 chevaux, à 5k,53.	22k12
Pour 2 journées d'hommes.	11,92
	34k04

Et pour 1 hectare, $\frac{34,04}{1,4} = 24^{k}31$

Semeur. 0,57

$24^{k}88$

Ainsi un terrain de 10 hectares emploiera :

			Blé.
Semé à l'araire. . . .	50 j. de bêtes,	50 j. d'hom.; coûtant.	$575^{k}00$
Semé au scarificateur.	28,4 j. de bêtes,	14,2 j. d'hommes. . .	248,80

En employant quatre bêtes, il faudra aussi quatre hommes pour le travail à l'araire, et les 10 hectares nécessiteront vingt jours; au scarificateur les quatre bêtes, menées par deux hommes, accompliront le travail en sept jours. Ces avantages sont décisifs pour faire adopter le scarificateur en remplacement de l'araire dans les pays secs; la nécessité d'enterrer les semences n'y permet pas l'usage de la herse simple.

Les semis à la herse sont les plus usités dans les pays dont le climat ne laisse pas craindre des alternatives fréquentes d'humidité et de sécheresse. La herse enterre une partie des graines à $0^{m},020$, d'autres à une moindre profondeur, et enfin en laisse un assez grand nombre à découvert.

La herse à vingt-quatre dents occupe 3 mètres de largeur; elle parcourt un hectare (constitué comme précédemment, de 100 mètres de long sur 100 de large) en 33 allées et venues, qui, à 145 secondes par parcours, nous donnent 4,785 secondes, ou 1 heure 20 minutes pour l'hectare. On recouvre donc la semence de $6^{h},7$ dans une journée. Thaër (§ 154) ne compte que 5 hectares; mais il passe la herse deux fois sur la même place, ce qui donnerait une vitesse de cheval plus grande que nous ne l'avons supposée.

La herse attelée de 4 chevaux, coûte par journée. .	$22^{k}12$
Un conducteur.	5,96
	$28^{k}08$

Et pour 1 hectare.. . . .	$\frac{28,08}{6,7} = 4^k16$	4,16	
Ou selon Thaër.	$\frac{27.87}{5} = 5,57$		5,57
Plus, pour le semeur. . .		0,57	0,57
		4k73	6k14

C'est bien évidemment le procédé le plus expéditif, le plus simple et le plus économique.

Dans l'année 1844, que nous avons citée, et où les pluies continuelles empêchèrent de semer tant de terres dans le Midi, nous avons vu un champ sur lequel on avait jeté la semence sans pouvoir l'enterrer d'aucune manière, se couvrir d'une des plus belles récoltes que nous ayons vue.

§ V. — Semis au moyen du semoir.

Nous ne reviendrons pas sur ce que nous avons dit dans la mécanique sur le choix des semoirs à employer; nous supposerons qu'on a choisi celui qui présente le plus de régularité et le plus d'économie dans son action.

Le semoir a deux mérites, l'un c'est d'être l'instrument le plus propre à disposer les plantes en lignes, et sous ce rapport aucune autre pratique ne lui est comparable; l'autre, c'est de placer la semence en terre à une profondeur déterminée et parfaitement uniforme, de manière à ce que ni les alternatives des saisons, ni les oiseaux ne puissent la détruire, ce qui permet d'en économiser une portion qui représente cette perte, en général assez considérable pour les petites graines comme le blé. L'expérience des cultivateurs les plus éclairés de nos provinces du Nord la porte au tiers environ de celle qui est nécessaire pour les semis à la volée enterrés à la herse.

Pour les grosses graines, au contraire, qui seraient semées sous raie et à la main dans la pratique ordinaire, telles que les fèves et les pois, le semoir emploie plus de semences sous

peine de laisser des vides, et oblige ensuite à des travaux d'éclaircissement qui ne laissent pas d'être coûteux. Il en est de même pour les betteraves, qui sont toujours trop drues dans les lignes du semoir et trop peu espacées ; mais dans ces deux cas, l'excédant de semences n'est pas une perte bien considérable. En ce qui concerne ces plantes le semoir n'offre que des avantages peu considérables, et on ne se procurerait pas cet instrument coûteux, qui peut être suppléé par le semis sous raie, s'il n'avait pas une autre destination : celle du semis des petites graines, qui ne doivent pas être éclaircies.

C'est donc sous ce rapport que nous allons l'examiner; ce que nous dirons des semis du blé s'appliquera à tous les autres.

Un bon semeur à la volée sème 5 hectares de terrain dans sa journée; les semoirs en sèment communément $2^h,5$. M. Crespel nous assure que les siens parviennent à semer $4^h,5$; et comme il faut ajouter au travail du semeur celui de la herse qui recouvre le grain, nous aurons

Semis à la volée.		*Semis au semoir.*		
	Froment.			Froment.
		Intérêt de la valeur (300 à 500 fr.; prix moyen, 400 fr.) de l'instrument, à 10 p. 100 pour 30 jours de semailles, ou 135 hectares.		1k36
		Pour 4 hectares $\frac{1}{2}$.		
Semer 1 hectare.	0k57	2 hommes. . .	11k50	Pour 1 hectare. 5,01
Travail de la herse passant deux fois.	6,14	2 chevaux. . .	11,06	
	6k71		22k56	6k37

On voit que la différence est peu sensible, et qu'elle le serait encore moins et tournerait tout à l'avantage du semis à la volée, 1° si le semoir ne semait pas $4^h,5$ par jour; 2° si on devait semer pendant moins de 30 jours et un espace moindre de 130 hectares; 3° si, comme l'indique M. Bella[1], deux hersages sont nécessaires avant l'emploi du semoir, car alors il fau-

(1) Mémoire sur les semis en lignes. *Annales de Grignon*, 1845.

drait ajouter $6_k,14$ au compte de cet instrument. Ainsi la question économique pourrait ne pas être en faveur du semoir, si, comme les Anglais, on semait la même quantité de graines. Il reste à décider s'il est toujours bon d'en épargner le tiers ou le quart, comme on le propose. Ce procédé peut être pratiqué avec avantage dans certains terrains frais situés dans les pays chauds, où on est assuré à la fois du tallement et de la maturation, mais il ne peut convenir partout.

Mais il est une autre face du sujet qu'il faut examiner. Le semoir marche mal dès que la terre est un peu humide; cependant cet état de la terre peut se prolonger pendant toute la période propre aux semences. Il faudra donc alors revenir aux semis à la volée. Le pourra-t-on, si on a laissé perdre dans le pays la pratique de ce genre d'ensemencement? De plus, il est toujours possible de se procurer une quantité plus grande d'ouvriers; on peut faire en dix jours, si on le veut bien, des semis qui en auraient exigé trente. Pour les accomplir avec le semoir, il faut tripler le nombre de ces machines; or, aura-t-on habituellement ce nombre surnuméraire d'instruments assez coûteux, et qu'on ne pourrait se procurer à aucun prix au moment du besoin.

Il en est tout autrement pour les semis en lignes; nous avons vu que le semis sous raie coûtait $42^k,56$. Le semoir est donc plus expéditif et plus économique.

SECTION III. — *Plombage des terrains.*

Dans les sols où l'on n'a pas à ménager les mottes, il est essentiel de serrer le terrain sur le grain, de telle sorte qu'il ne se trouve pas dans le vide, mais au contraire qu'il soit en contact avec les molécules de terre qui doivent lui répartir et entretenir autour de lui l'humidité nécessaire à sa germination. Cette opération est d'autant plus importante que le semis a

été plus superficiel. Les céréales, en particulier, redoutent beaucoup de se trouver dans un terrain trop ameubli, et qui manque de consistance et de stabilité. Ainsi, après les défrichements profonds, après celui qui termine la culture de la garance par l'extraction de sa racine, par exemple, les blés qui y sont semés naissent clairs, parce que beaucoup de graines sont entraînées trop avant dans le sol; celles qui poussent manquent d'un appui suffisant. Cela est si vrai qu'il n'est pas rare de voir de très beaux épis venir sur les places qui ont servi de chemin, qui ont été battues par les chevaux. Le plombage est donc une nécessité, surtout pour les petites graines. Les jardiniers le donnent avec le dos de la houe. Dans la grande culture, on se sert à cet effet du rouleau de bois, qui suffit, parce qu'il ne s'agit pas de briser les mottes, mais seulement d'asseoir le terrain. Ce rouleau, ayant 2 mètres de longueur et occasionnant peu de tirage, est mené par un seul cheval et un conducteur. Il parcourt un hectare de terre en 40 minutes; mais on compte seulement 8 hectares par jour.

		Blé.
Nous avons par journée de rouleau.	1 journée de cheval.	5^k53
	1 journée d'homme..	5^k75
		11^k28
Et pour 1 hectare.	$\frac{11,28}{8} =$	1,41

SECTION IV. — *Procédés pour répandre la semence en terre.*

§ Ier. — Semis à la volée.

Les semis à la volée, une des opérations les plus fréquentes de l'agriculture, étaient une simple routine dans laquelle le tact et l'habitude dirigeaient seuls l'opérateur. On n'en connaissait pas les principes : un homme devenait semeur par imposition des mains; on ne devenait bon semeur qu'après avoir

fait sans doute beaucoup de mauvais semis. M. Pictat, professeur à Grignon, nous a rendu le service de réduire la pratique en principes dans un très bon mémoire [1].

Pour faire un bon semis à la volée, il faut 1° répartir également la semence sur toutes les parties du champ ; 2° semer sur une étendue donnée une quantité déterminée de grains.

1° Les semeurs sèment, ou d'une seule main; ou alternativement des deux mains, de l'une en allant, de l'autre en revenant; ou enfin des deux mains à la fois, projetant, à chaque pas, tantôt une poignée de grain à droite, tantôt une à gauche. Cette dernière méthode est celle qui est usitée dans le midi de la France.

Quand on veut semer sous raie, on jette la semence en avant dans la direction du sillon; mais pour semer à la volée, on projette le grain en faisant décrire un arc de cercle à la main, qui, partant de sa position étendue en avant, vient frapper l'épaule opposée, de manière à décrire un arc de cercle et à imprimer un mouvement parabolique à la semence. On recommande de semer dans la direction du vent; mais d'abord on évite de semer par des vents très violents, et en général on sème dans la direction des sillons qui ont été tracés par les instruments. Cela est d'autant plus nécessaire que le semis est combiné de manière à ce que les charrues recouvrent chaque jour le grain qui a été jeté en terre par les semences. Cette direction est en général celle qui est indiquée par la plus grande longueur du champ, ce qui évite les fréquents retours dans lesquels il se perd toujours beaucoup de temps. L'habileté du semeur consiste, quand il fait du vent, à calculer la force de ses jets, de manière à vaincre cette résistance en marchant contre le vent, et à tenir compte, en marchant en sens contraire, de l'impulsion que le vent donne au grain.

(1) Pratique des semis à la volée, brochure in-8°.

On donne le nom de *train* à la largeur que le semeur peut embrasser par chacun de ses jets, d'une main ou des deux mains à la fois. La largeur des trains est déterminée par des jalons que le semeur place à l'extrémité des lignes qu'il parcourt, et qu'il retire chaque fois pour les placer plus loin, de manière à parcourir ainsi successivement le champ entier. M. Pichat veut qu'il projette en deux fois la semence sur chacun de ces trains, en se servant de sa main droite en allant et de sa main gauche en revenant. La semence est placée dans un sac porté en écharpe par le semeur. Dans le semis à deux mains, la semence est placée dans une serviette roulée et passée autour du cou, de sorte qu'elle a la forme d'un sac à deux ouvertures, dans lequel on peut introduire les deux mains, ou bien dans un tablier à doubles poches, chacune assez grande pour contenir le blé nécessaire pour ensemencer un train. Pour comprendre le mécanisme de ce semis, soit un champ ABCD (*fig.* 155). Le semeur à deux mains, projetant la semence seulement à 6 mètres, il placera son premier jalon à 3 mètres du bord AD, le second à 6 mètres du premier, et ainsi de suite, de 6 mètres en 6 mètres, jusqu'au bord du champ, où reste un espace indéterminé. Le semeur placé sur la direction du bord DC, et ayant placé son premier jalon en 1′, sèmera d'abord de sa main droite seulement le demi-train 1 DC1, projetant seulement de la semence tous les deux pas. Arrivé en C, il place son second jalon en 2, à 9 mètres de C; il se dirige en-

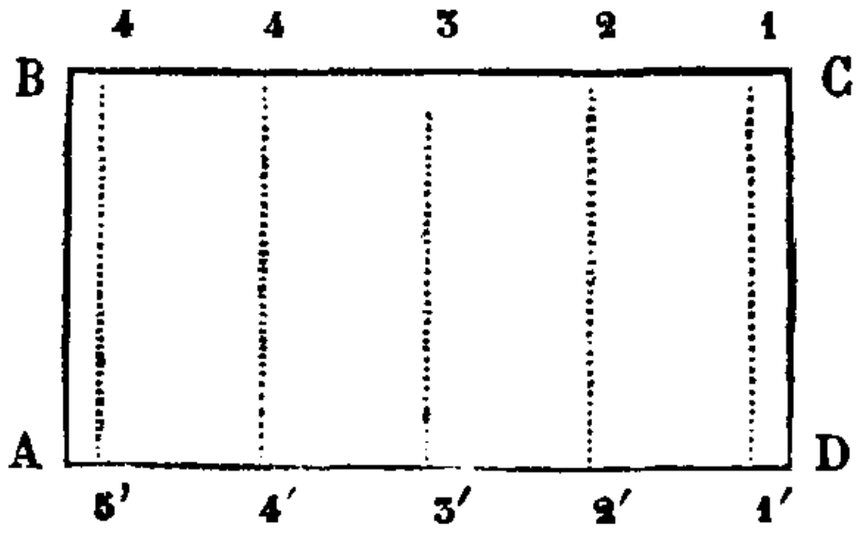


fig. 155.

suite sur le jalon 1′, en semant des deux mains : il achève ainsi de couvrir de semence le demi-train D1′C1, donne la moitié de la semence au train n° 2; arrivé en 1′, il mesure 12 mètres, et place le jalon 3′, et, partant de la moitié de cette distance, il se dirige sur le jalon 2, semant encore des deux mains, achevant de semer le train 121′2′ et semant à moitié le train 323′2′; arrivé en 2, il place à 12 mètres environ le jalon 4, et ainsi de suite.

2° Semer sur un terrain une quantité déterminée de semences :

La largeur du train, la poignée de grain, le pas du semeur, la nature plus ou moins fine de la graine, sont les trois éléments qu'il faut combiner pour arriver à la solution du problème. M. Pichat admet que, pour les grosses graines, qui doivent se répandre à la dose de 2 hectolitres et plus par hectare, le jet du semeur à une main peut être de $9^{m},60$, mais que pour les petites graines il ne doit pas excéder 4 mètres. Le pas est déterminé par les habitudes du semeur; nous supposerons donc un terrain horizontal sur lequel les pas seront égaux dans les deux sens, et que ces pas soient de $0^{m},80$. Nous avons trois quantités données, la quantité de semence à répandre par mètre carré, déterminée par ce que nous avons dit plus haut, la largeur du train et la longueur du pas, il reste à trouver le volume de la poignée. Appelons K la quantité de semence à répandre par mètre; P, la longueur du pas; T, la largeur du train; M, le volume de la poignée, nous aurons $M = K \times P \times T$; et si l'on sème du blé à raison de $2^{hect.},2$ par hectare, ou $0^{lit.},22$ par mètre carré, la largeur du train étant de 9 mètres, nous aurons $M = 0,22 \times 9 \times 0,80 = 0^{lit.},1584$ par poignée, ou, si l'on ne projette qu'une fois tous les deux pas, comme quand on sème d'une seule main, $0^{lit.},3168$.

S'il s'agissait d'une semence plus fine, de celle de luzerne, par exemple, dont on ne sème que 18 kil. par hectare, le train

ayant seulement 4 mètres de largeur, nous aurions $M = 0{,}0018 \times 0{,}80 \times 4 = 0{,}0057$ ou $5^{gr},7$ par pincée.

En observant la manière de faire des semeurs, on s'aperçoit bientôt que ce qu'ils changent avec le plus de difficulté, c'est la longueur de leurs pas et la force de leur jet. Ils ont l'habitude de varier la poignée parce qu'ils ont plusieurs genres de graines à semer. Il leur est facile d'ailleurs de régulariser la poignée en s'habituant à ne prendre à chaque allée et venue, dans le sac qui est placé à l'extrémité du champ, qu'une mesure de semence exactement nécessaire pour semer un train. Dès-lors ils réduisent en conséquence leur poignée et leur pincée, et, après avoir semé deux ou trois trains, elle est tout à fait régularisée. Cette répartition devient très facile lorsqu'on connaît le nombre de mètres carrés que contient chaque train, et qu'on place sur le sac une mesure d'un litre, avec laquelle on puise la quantité indiquée d'avance par le chef des travaux pour l'ensemencement du train.

§ II. — Semoirs; semis en ligne.

Les bons semoirs placent les grains en terre avec une précision mathématique qu'on ne peut attendre de l'irrégularité inévitable des mouvements humains, et qu'exclut même, malgré la compensation du jet croisé sur un même espace, la nature de la courbe qu'on fait décrire au grain et du mouvement centrifuge qu'on lui imprime dans le semis à la volée. Il faut en convenir, ce degré de perfection des semoirs est souvent assez chimérique, et nous avons souvent comparé des champs semés selon les deux méthodes, et dont l'aspect était tout à l'avantage du bon semeur; mais le semoir procède toujours avec la même régularité, et les bons semeurs sont rares. Tel est le grand avantage de cet instrument, qu'il n'exige pas des qualités spéciales de la part de celui qui le gouverne.

Considéré en lui-même, et seulement comme répandant la semence, le semoir ne serait qu'un semeur faisant son office régulièrement; mais il est ordinairement accompagné d'appareils qui dirigent les semences, et les disposent à une profondeur uniforme, de sorte qu'on est certain qu'elles sont toutes placées de la manière qu'on juge la plus parfaite; la sortie étant ainsi comme assurée pour tous, on peut diminuer la quantité de semence, tout en laissant la terre aussi bien garnie. Nous avons vu que, dans la culture ordinaire, sans compter sur le tallement, la proportion des grains semés au nombre des tiges était de 64 à 100 dans certains cas, et en général de 80 à 100. C'est donc de $\frac{1}{3}$ à $\frac{1}{5}$ d'économie que le semoir permet de réaliser dans la quantité de grain à semer, c'est-à-dire bien au delà des frais de la machine et de l'excédant du travail. On sait que cette opinion n'est pas celle de tous les agriculteurs, et qu'en particulier le célèbre Coke d'Holkham et son école, qui se servent de semoirs, sont d'avis que, pour obtenir de bonnes récoltes, il faut distribuer au semoir une quantité de grain égale à celle qu'on répandrait à la volée. Il est certain cependant que, dans les climats habituellement humides, où la culture est excellente et les terres meubles, il ne doit pas se perdre plus de grain par ce dernier mode de semis que par celui qu'on exécute au moyen d'un semoir parfait. La tendance de cette école a été de négliger tout à fait l'économie de la semence, et de revenir, et même de dépasser la quantité normale semée à la volée. L'autorité de ces habiles praticiens doit nous rendre très circonspects sur ce genre d'économie.

Mais les avantages du semoir sont aussi d'un autre genre. D'abord, on ne peut refuser d'admettre son utilité pour les espèces de grains qui doivent être semés à de certaines distances et d'une manière régulière, tels que les fèves et les haricots; même pour les céréales, ils ont la propriété de les disposer en lignes séparées par des intervalles. C'est donc la

question des semis en lignes qui se trouve engagée dans celle des semoirs, et elle est loin d'être décidée. Quant aux autorités, si ce genre de semis est généralement adoptée par les cultivateurs anglais, il ne l'est ni en Belgique, ni dans les exploitations les mieux tenues de l'Allemagne et de la France. L'expérience ne nous éclaire pas mieux. Les moyennes récoltes obtenues par l'une ou l'autre méthode nous paraissent égales. Celles des grands cultivateurs anglais s'élèvent à 28 hectolitres par hectare, comme celles des cultivateurs du continent. Les récoltes maxima ont aussi été, de part et d'autre, de 40 à 42 hectolitres. Mais il règne un si grand vague sur les conditions de terrain, de climat et d'engrais, au moyen desquels on a opéré, qu'on ne pourra regarder la question comme vidée que quand on aura fait côte à côte, et sur les mêmes sols, des expériences comparatives, et surtout quand on aura mis en ligne de compte les frais et les produits de la culture par chacun de ces procédés.

Tant qu'on n'aura pas fait ces expériences, et qu'elles n'auront pas été répétées dans les différents climats, nous devrons nous défier des raisonnements apportés de part et d'autre. Ainsi, les uns disent que, semées en lignes, les graines poussent plus également, parce que, par l'effet même de l'ouverture des sillons d'alignement ou par celui des semoirs, elles sont placées à une égale profondeur en terre; que le sol reste bien plus net à cause de la perfection des sarclages; que les plantes poussent avec plus de vigueur après le binage, qui rompt l'adhérence de la surface du sol et maintient la fraîcheur dans les couches inférieures; qu'il favorise la sortie des prairies artificielles semées sur la céréale; que celle-ci étant plus aérée, sa paille prend plus de force, et qu'elle est moins sujette à verser; que les frais de la moisson sont moins considérables, à cause de l'arrangement des plantes qui épargne le temps des moissonneurs; qu'on pourrait distribuer l'engrais le long des

lignes, et le mettre plus à portée des plantes ; enfin qu'en les butant, on favoriserait le tallement, et on obtiendrait un plus grand nombre d'épis. D'un autre côté, on répond que les semis à la volée bien faits poussent autant de tiges que les semis en ligne, et qu'un espace de terrain donné ne conserve de tiges qu'à proportion de sa fertilité ; que le sarclage à la main s'opère dans les champs semés à la volée aussi bien et à moins de frais que dans les champs en ligne ; que dans ceux-ci le binage occasionne souvent une sortie extraordinaire de mauvaises herbes, et s'il se fait un peu tard et dans des circonstances défavorables, une production très nuisible de pavots et de moutardes ; que le binage réitéré augmente considérablement les frais ; que l'action de la houe est souvent impossible au printemps dans les terrains argileux, à cause de leur dureté ou de leur mollesse ; que si les plantes sont butées, elles produisent de nouvelles tiges, mais au détriment de la fructification des tiges maîtresses, et qu'elles fournissent des épis qui n'ont pas le temps de mûrir ; que Coke avait prouvé qu'on faisait tort aux récoltes des céréales, dans quelque sol que ce soit, en le butant [1] ; enfin que les plantes en ligne se soutiennent moins bien contre les vents.

Cette controverse est donc loin d'être épuisée. Par sentiment, nous penserions que la culture en ligne, parfaitement exécutée et suivie de binages faits en temps utile, devrait donner un produit brut supérieur, mais ne peut être parfaite que sur les terrains pierreux ou couverts de mottes dures ; que ceux qui sont en pente prononcée ne peuvent convenir à la marche régulière du semoir ; enfin que souvent, même dans les terrains les mieux disposés, le produit net est à l'avantage des semis à la volée, ou que du moins les produits nets des deux cultures doivent se balancer.

Quant à la netteté des terrains après les récoltes, comme il

(1) Sinclair, tome II, page 91.

est essentiel que le binage se fasse de très bonne heure, et avant que la tige commence à monter, nous avons l'expérience que cette opération favorise, en effet, la croissance des mauvaises herbes que les pluies du printemps font surgir de cette terre remuée, et que, comme on ne peut plus renouveler le binage un peu plus tard sans inconvénient pour les plantes, le terrain reste souillé de plantes adventives si le printemps a été pluvieux. Enfin, nous adhérons à la conclusion qu'Arthur Young tirait d'une série d'expériences qu'il avait faites : « On peut tirer du profit de la culture par rangées, mais je suis persuadé qu'aucun fermier de la classe commune ne pourra suivre cette méthode. L'attention qu'elle exige et l'imperfection des instruments seront toujours pour lui des obstacles insurmontables [1]. »

SECTION V. — *Semailles du printemps.*

On sème au printemps un grand nombre de plantes qui ne pourraient pas supporter les rigueurs de l'hiver, ou bien on ensemence des champs qui n'avaient pu être préparés convenablement avant l'hiver, soit à cause des récoltes tardives qu'ils portaient, et qui laissaient trop peu de temps pour les travaux préparatoires de la nouvelle récolte, soit parce qu'alors on ne pouvait pas disposer d'engrais suffisants pour en favoriser la première végétation.

Les semailles de printemps se font par les mêmes procédés que celles d'hiver. Si le semis se fait à la volée, il faut qu'il ait lieu de bonne heure, et même avant l'époque où la température s'est élevée au point de déterminer la germination des graines et la végétation de la plante, afin que sa pousse devance celle des plantes sauvages et puisse la dominer. Mais si le végétal qu'on veut cultiver est sensible aux gelées, il faut

(1) Tome XII, page 71

différer son semis jusqu'à l'époque où elles ne sont plus à craindre. Ainsi, on sème le plus tôt qu'on peut les céréales de printemps; mais on diffère les semis de luzerne, de vesces, etc. Ce retard exige que, dès que les plantes sauvages sont développées, on donne à ces derniers semis des sarclages soignés, et qu'on les réitère plusieurs fois, surtout quand il s'agit de cultures qui doivent occuper la terre plusieurs années, et qui, n'étant pas vigoureuses dans leur jeunesse, se laisseraient gagner par cette végétation hétérogène. Les plantes qui ne doivent occuper la terre que quelques mois se sèment à une distance assez grande les unes des autres pour qu'il soit facile de les tenir nettes au moyen de binages réitérés. Nous avons dit que c'est pour cela qu'on les appelle *récoltes jachères*.

Au printemps, les plantes qui, pour germer, exigent une température élevée et soutenue, doivent être semées un peu tard, parce qu'à cette époque de l'année la température de l'air est supérieure à celle de l'intérieur de la terre : ce qui retarde la sortie des germes. En automne, au contraire, la température de la terre est plus élevée que celle de l'air, et aide à la germination. C'est ce dont on peut se convaincre par le tableau suivant, qui résume les observations faites à Orange :

	TEMPÉRATURE de l'air, moyenne.	TEMPÉRATURE de la terre à 1 mètre, de profondeur.		Différence.
Janvier.	3,7	6,3	—	2,6
Février.	6,1	6,4	—	0,3
Mars.	8,7	7,3	+	1,4
Avril.	11,6	10,1	+	1,5
Mai.	15,8	13,6	+	2,2
Juin.	20,2	16,8	+	3,4
Juillet.	22,5	18,7	+	3,8
Août.	22,0	19,9	+	2,1
Septembre. . .	18,3	19,3	—	1,0
Octobre.	13,7	16,2	—	2,5
Novembre. . .	8,6	12,1	—	3,5
Décembre. . .	4,6	8,6	—	4,0

Ainsi la luzerne, par exemple, exigeant pour se développer 12° de chaleur, c'est vers la fin plutôt qu'au commencement d'avril qu'il conviendra de la semer, pour que, trouvant cette température dans l'intérieur de la terre, sa germination soit soutenue contre les altérations de la température de l'air, préférant ainsi pour indication la température de la terre à celle de la moyenne des oscillations du thermomètre exposé à l'air.

Nous avons montré que le mélange de la terre humide à la terre sèche, en fournissant à cette terre sèche l'humidité qui lui manque, favorise la germination des graines sauvages placées près de la surface du sol. Cet effet est surtout sensible au printemps, époque de l'année où la chaleur de cette surface est souvent très grande. D'un autre côté, si l'on cultive des glaises, et que la partie inférieure de la couche arable soit encore humide, on s'expose à pétrir ensemble la terre sèche et la terre humide, et à former une pâte qui, étant une fois durcie, ne pourra être traversée par les germes des graines qui y seront engagées.

L'époque des semis de printemps doit donc être, 1° celle où le fond du terrain et l'air extérieur possèdent simultanément la température requise pour la germination et la végétation de la plante : les semis faits avant cette époque ne sont, à vrai dire, que des ensemencements d'hiver retardés; 2° celle où l'ensemble de la couche dans laquelle on effectue le semis n'est plus sujette à se pétrir, c'est-à-dire a moins de 0,23 de son poids d'eau, et où cette couche tout entière a une quantité d'humidité égale sur toute son épaisseur, ou progressivement croissante ou décroissante de bas en haut, sans qu'on puisse y découvrir une ligne tranchée qui sépare le sec de l'humide.

A mesure qu'on avance dans le printemps, la germination des plantes est plus rapide, et il importe d'autant plus que les

graines se trouvent en contact immédiat avec la terre qui leur distribue l'humidité ; aussi le plombement du sol après le semis est-il, dans cette saison, plus nécessaire encore qu'en automne. Si des pluies surviennent avant la sortie des plantes, et qu'elles soient suivies de beau temps, il ne faut pas oublier non plus, dans les terres qui sont sujettes à former croûte à leur surface, de passer une herse légère ou un râteau pour rompre l'adhérence de cette surface.

SECTION VI. — *Semis à l'abri et sous couche des plantes délicates.*

Un certain nombre de plantes n'auraient pas le temps de mûrir, si on ne mettait leurs graines en terre qu'au moment où la température ambiante est suffisamment élevée, ou quand on ne craint plus le retour des froids qui peuvent geler les jeunes plantes. Tels sont les melons, les citrouilles dans les pays au nord de la région des oliviers, et dans cette région, les batates et un assez grand nombre de plantes semi-jardinières qu'on cultive en grand près des villes, telles que les aubergines, les tomates, les capsiques, etc. Pour les élever dans le premier âge, on se sert de couches dans le Nord, et seulement d'abris dans le Midi.

La couche est un sol artificiel qu'on forme au moyen de matières végétales ou animales, ou du mélange des unes et des autres, et qui, suffisamment humecté, entre en fermentation et produit une chaleur considérable qui détermine la germination et la végétation des plantes qu'on y sème. Les couches rustiques sont généralement formées de fumier plus ou moins pailleux, mais aussi de marcs de raisin, de pommes, d'olives, ou de tan, etc. On choisit l'exposition du midi pour y placer la couche ; on forme un lit de fumier de $0^{m},50$ à $0^{m},60$ de hauteur ; on le tasse bien en le piétinant ; on l'arrose si le fumier

est sec; on le recouvre de 0^m,30 de terre, et quand la fermentation est établie, ce qu'on reconnaît à la chaleur de l'intérieur de la couche, on y sème la graine. On donne à ce terrain artificiel une inclinaison de 0^m,01 sur 0^m,12 de largeur; c'est-à-dire que sur une couche de 1^m,30 de largeur; la partie située au nord sera de 0^m,11 plus élevée que le bord méridional, le plan de la couche faisant un angle de 57° 36′ avec le plan du sol. On fait un abri à la couche, du côté du nord, au moyen de fagots ou de gerbes de roseaux redressés, à moins qu'on puisse se placer contre un mur, ce qui épargne toute autre construction. On recouvre la couche par des châssis garnis de toile de coton huilée avec de l'huile grasse qui remplace économiquement et utilement les vitraux à travers lesquels les coups de soleil sont quelquefois redoutables. On tient les châssis levés toutes les fois qu'il fait beau; on les abaisse la nuit et quand le temps est froid. Quand il s'agit d'avancer le semis seulement d'un mois, la couche peut être moins épaisse, et il suffit de quelques paillassons pour l'abriter pendant la nuit.

CHAPITRE VII.

Transplantation des plantes herbacées.

Les plantes provenant des semis ne doivent pas toutes rester à la place où elles ont germé. Les plantes délicates qui exigent une situation abritée ou des soins particuliers dans leur jeunesse, ne sont exposées en plein champ que quand elles sont adultes, et que la saison permet de les priver de l'abri où elles sont nées; les végétaux qui doivent occuper le terrain très longtemps et prendre un très grand développement, et par conséquent être plantés à des distances considérables et couvrir de vastes espaces, sont semés en pépinière, où ils oc-

cupent peu de place pendant leur premier âge, et ne sont transportés sur le terrain qu'ils doivent définitivement occuper que quand ils peuvent commencer à en payer la rente, ou au moins quand il est impossible de différer plus longtemps cette transplantation, de crainte de nuire à leurs progrès futurs. Dans ces différents cas, on sème les graines rapprochées les unes des autres, et l'on en retire plus tard les jeunes végétaux pour les transplanter. Dans ce chapitre, il n'est question que de la transplantation des plantes herbacées.

Le terrain sur lequel doit s'opérer la plantation étant convenablement préparé (desséché, abrité, si cela est nécessaire, ameubli, fumé), on retire avec précaution les jeunes plantes du semis ; pour cela, on enlève avec la bêche une motte qui contient un certain nombre de plantes; on en pulvérise la terre par un coup de revers, et on en dégage les racines en les séparant les unes des autres; quelquefois même on divise les plantes elles-mêmes quand elles se sont ramifiées au collet ; on en fait autant de nouveaux plants qu'il y a de ramifications tenant aux racines, comme cela arrive quand on transplante le blé, par exemple. D'autres fois ce sont des tiges pourvues de bourgeons qu'on transplante, comme quand on plante les tubercules ou tiges souterraines des pommes de terre, des topinambours et des batates, ou même les tiges aériennes dont les bourgeons se developpent en racines. Cette dernière pratique prend le nom de *plantation par boutures*. On plante par boutures une foule de végétaux ligneux et même des végétaux herbacés; comme la garance, le colza, etc.

Le plant étant ainsi préparé, on le met en place soit au moyen du plantoir, soit au moyen de la houe ou de la charrue. Quand on se sert du plantoir, on opère comme nous l'avons expliqué au chapitre *Semis*, excepté qu'au lieu de graines on introduit un plant dans chaque trou; on le garnit de terre, qu'on presse en appuyant le pied près du plant.

Quand on emploie la houe, on entame la terre au moyen de cet instrument ; on le soulève en abaissant le manche, on place le plant sous la houe, on la retire, et la couche supérieure de terre qu'elle retenait retombe sur le plant. On le comprime avec le pied.

Quand on plante à la charrue, on fait suivre l'instrument par des femmes portant dans leurs tabliers les plants préparés ; elles les disposent le long du sillon, à la distance voulue les uns des autres. La terre soulevée par la charrue quand elle trace le sillon suivant est renversée sur eux, et les recouvre. On plante tous les sillons, ou bien on laisse un, deux ou plusieurs sillons intermédiaires sans être plantés, selon la distance qu'on veut laisser entre les lignes. On roule fortement les champs ainsi plantés pour plomber le terrain quand on juge que le plant ne doit pas souffrir de dommage de cette compression ; mais on s'en abstient pour ceux qui ont les feuilles délicates.

La plantation au moyen de la charrue est la plus économique, mais aussi la moins parfaite. Il y a toujours beaucoup de plants dont les racines ne se trouvent pas assez serrées par la terre : aussi, quand la nature délicate des plants ne permet pas de rouler le terrain, comme cela arrive par exemple pour les choux, on fait passer dans l'intervalle des lignes un rouleau étroit et pesant tiré à la main pour plomber le terrain. C'est une opération peu coûteuse, et qui assure le succès de la plantation.

Dans les pays secs, on est souvent obligé d'arroser les plants après la plantation, et même de réitérer cette opération, qui se fait avec des arrosoirs ou avec un petit baril emmanché. C'est ainsi qu'on en use pour le tabac cultivé dans les pays méridionaux. Si on dispose d'eau d'irrigation, on évite ce travail pénible et coûteux en inondant le terrain avant la plantation ; on le laisse ressuyer quelques jours, et on plante quand il n'a

plus que le degré d'humidité convenable pour ne pas se pétrir.

Quand on plante des boutures, on les rabat sur un petit nombre d'yeux ; on les étête pour qu'un trop grand nombre de bourgeons n'épuise pas trop rapidement de sucs la tige privée encore de racines. Quant aux plantes pourvues de racines, on a soin d'enlever avec des ciseaux les radicules contuses ou maltraitées.

CHAPITRE VIII.

Transplantation des plantes vivaces et des arbres.

Les arbres ou arbustes sont disposés en massif quand ils doivent couvrir tout le terrain où ils sont plantés, espacés à des distances égales ou arbitraires ; on dit qu'ils sont plantés en allées quand ils sont disposés en une ou plusieurs files parallèles ; en bordure ou en cordon quand on entoure un champ d'une rangée d'arbres ; en haie, quand dans cette rangée, ils sont serrés les uns contre les autres, de manière à ce que les rameaux entrelacés forment une muraille continue, et constituent un obstacle au passage.

Les arbres plantés en massif peuvent être disposés irrégulièrement ou en allées parallèles entre elles, ce qui donne la facilité de labourer entre les arbres. On plante de cette manière tous les arbres qui exigent une culture annuelle : les oliviers, les mûriers, les amandiers, les pommiers, le plus souvent les vignes, dans les pays surtout où elles sont labourées avec des chevaux.

Les allées simples ou doubles servent à border les avenues des maisons de campagne. En Provence, on divise un champ par bandes de $2^{m},50$ à 8 mètres de largeur, selon les usages du pays. Ces bandes prennent le nom d'*oullières*, sont séparées entre elles par deux, rarement par trois rangs de vignes,

dont les plants sont espacés l'un de l'autre à un mètre dans chaque rang. Les oullières sont cultivées alternativement en blé et en légumes, et bien fumées. Les vignes profitent des engrais et des cultures. Tous les travaux se font à la main, et le produit de ce genre mixte de culture est très considérable. On pense que les récoltes de blé et de légumes n'en souffrent pas, et la récolte des vignes ainsi conduite s'élève beaucoup au delà de celle d'un égal nombre de plantes cultivées en massif.

En Italie, les champs sont aussi divisés en *oullières* par des files d'arbres destinés à soutenir la vigne qu'on cultive en hautains. Ces arbres sont des érables ou des cerisiers, ou des peupliers. Les érables ont l'avantage d'étendre peu leurs racines et de faire peu d'ombrage; les cerisiers donnent leurs fruits; les peupliers fournissent une abondante ramée à la nourriture des bestiaux, mais les racines tracent beaucoup. Les oullières en ce pays ont de 25 à 30 mètres de largeur.

Les plantations en bordures ont pour but d'obtenir le produit des arbres en laissant le milieu du champ dégagé de racines et d'ombre, libre pour la culture des plantes annuelles. On veut aussi, par cette disposition, profiter du voisinage des chemins sous lesquels les arbres en bordures étendent leurs racines, ou bien encore on les place près du champ du voisin pour qu'ils puissent vivre en partie à ses dépens. On a planté longtemps, et on plante encore les mûriers en bordures; mais à leur mort ceux qui les remplacent réussissent mal, et les bordures finissent par disparaître. Aussi cette méthode tombe en désuétude dans les pays où elle a été introduite depuis longtemps.

L'étude attentive des bordures nous a prouvé qu'on n'en obtenait pas tous les effets qu'on en attendait. Pour les mûriers, par exemple, leurs racines s'étendent comme un réseau sous toute la surface du champ, et en appauvrissent les récoltes annuelles. Après un débordement de la Durance, qui avait em-

porté tout le sol actif d'une terre de plus de 4 hectares, le sol inférieur mis à nu ne présentait plus qu'un immense filet de racines de mûriers se croisant en tous sens. En outre, la cueillette de la feuille des bordures se faisant pendant que le blé est en végétation, celui qui se trouve au pied des arbres est ordinairement foulé aux pieds et bien maltraité. Ces inconvénients n'ont pas lieu pour les arbres à fruit qui mûrissent plus tard. Les bordures peuvent, en effet, profiter de l'espace occupé par le chemin riverain; mais quant aux voisins, ils ont soin de planter une bordure en face de la nôtre, et de reprendre au moyen de leurs arbres la substance que nous voudrions leur dérober; enfin les charrues, en tournant sur la lisière du champ, accrochent et endommagent souvent les jeunes arbres; les chevaux et les bœufs s'y frottent pour se débarrasser des mouches, les tordent et les maltraitent. Nous sommes peu partisan des arbres plantés en bordures.

L'importance des haies nous oblige à en parler plus en détail.

CHAPITRE IX.

Des haies.

Les avantages des haies sont de limiter les héritages et de prévenir les procès; de défendre les produits contre la divagation des animaux et les atteintes des maraudeurs; de former des enclos pour diviser les pâturages et pouvoir les livrer avec mesure aux troupeaux; enfin d'abriter la terre contre les vents.

Ces avantages ont été vivement appréciés dans tous les pays à culture régulière, dans ceux à pâturages, et enfin dans ceux où les vents sont fréquents et impétueux. M. de la Boissière désirant obtenir l'avis d'Arthur Young sur l'amélioration d'une

ferme située dans les environs de Villeneuve-de-Berg (Ardèche), Young lui conseilla de faire tous les ans un enclos bien exécuté [1]. Cette opération est générale de l'autre côté de la Manche : la clôture des champs y est regardée comme le complément indispensable d'une agriculture perfectionnée; mais c'est qu'en Angleterre l'éducation du bétail entre pour une grande part dans le système d'exploitation. Les terres sont encloses aussi dans tous les pays à pâturages bien tenus. Qui a voyagé en Suisse sans éprouver l'inconvénient de ces cultures pour celui qui parcourt le pays, et n'a payé le péage des barrières fermant les ouvertures? Sans clôture, les pâturages sont gaspillés par les bestiaux qui les parcourent sans règle, se jetant sur les parties de l'herbage qui leur conviennent le mieux et négligeant les autres. Avec des clôtures, on aménage le pâturage; on ne livre chaque pièce de prairie que quand la pièce qui précède a été suffisamment mangée; les Anglais sont même arrivés à se passer de bergers, confiant aux clôtures la garde de leurs troupeaux qui, grâce au climat, peuvent être laissés en plein air le jour et la nuit. Souvent ces clôtures ne consistent qu'en palissades sèches ou en murs; mais dans les domaines bien tenus, les terres sont entourées de haies.

Ces obstacles empêchent aussi l'entrée des bestiaux étrangers, et dans les pays où le parcours est permis, comme dans une grande partie de la France, notre législation attribue aux clôtures le privilége d'exempter les terres encloses de ce droit mortel pour l'agriculture [2]; les clôtures dispensent aussi de s'assujettir au ban des vendanges [3] : elles complètent la pro-

(1) *Voyage en France*, d'Arthur Young, t. II, p. 43, Paris, 1793. C'est un livre devenu rare. Dans l'édition complète des Œuvres d'Arthur Young (édition à laquelle manquent d'ailleurs tous les ouvrages qu'il a publiés depuis son impression), on a supprimé la relation très intéressante de son voyage pour n'en donner que les résultats.

(2) Loi du 28 septembre-6 octobre 1791, sect. IV, art. 3-7.

(3) *Ibid.*, tit. V, art. 1er.

priété; le possesseur s'en croit plus le maître et la soigne avec plus d'ardeur; la haie une fois plantée, les limites de son champ sont définitivement fixées, et il ne craint plus les empiétements et les procès. Les terrains enclos sont généralement les mieux cultivés.

Par un sentiment contraire, ceux qui firent les lois de la Mesta, en Espagne, ne redoutant rien tant que de voir la divagation des troupeaux contenue par des obstacles, prohibèrent la plantation des haies. Une ordonnance de Philippe IV, du 4 mars 1633, déclare « que pour que l'abondance des pâturages puisse en faire le bon marché, il ne sera désormais permis à qui que ce soit d'enclore, de labourer ou de cultiver aucune partie de terrain, sans une permission expresse qui ne pourra s'obtenir que dans les cas de nécessité bien prouvée; défense est faite de planter de nouvelles vignes[1]. » On croit rêver en lisant des actes pareils et en voyant un gouvernement insensé sacrifier à la production de la laine la culture d'une vaste partie d'un grand royaume.

Mais si les haies de clôture ont leurs avantages, elles ont aussi leurs inconvénients. D'abord elles occupent une partie aliquote du terrain d'autant plus grande que la surface du champ est plus petite. Supposons, par exemple, que la haie occupe une largeur de 1 mètre, elle couvrira, sur un champ carré d'un hectare, 400 mètres de terrain ou la $\frac{4}{100}$ partie de la surface totale; sur un terrain d'un demi-hectare, 300 mètres ou $\frac{6}{100}$; sur un quart d'hectare, 200 mètres ou $\frac{8}{100}$, et sur un terrain d'un are, 40 mètres ou les $\frac{40}{100}$ du terrain. Il y a donc un point où les inconvénients ne sont pas balancés par les avantages. Le produit de la haie ne compense nullement la perte de terrain. Si elle est bien tenue et taillée annuellement, ce produit ne se compose que de brindilles sans valeur; et si on la met en coupe réglée en la recoupant au pied tous les cinq

(1) Carlier, *Journal de physique*, mars 1784.

à six ans, on perd pendant deux ou trois ans tous les services qu'on attendait de la clôture, et dussent les fagots qu'on obtient représenter la rente du terrain occupé, le but qu'on se proposait ne serait rempli qu'imparfaitement.

On se plaint aussi de la gêne qu'éprouve la charrue pour tourner au bout du champ garni d'une haie. Quand celle-ci n'existe pas, on peut raser la limite ; mais, avec la haie, on est obligé de tourner avant d'y arriver, et d'abandonner, outre le terrain qu'elle occupe, la largeur de deux ou trois sillons. Ce reproche n'est pas fondé. Si la haie est bien tenue, si on la taille à propos, et qu'on ne laisse pas ses branches s'étendre sur le champ, un laboureur adroit pourra toujours cultiver jusqu'à son pied. Il est à remarquer d'ailleurs que c'est sur le bord des champs ouverts, où les plantes, plus aérées et moins gênées, devraient être les plus belles, qu'elles sont ordinairement les plus chétives, faute d'une bonne culture, le cultivateur relevant sa charrue en arrivant au bout du sillon ; tandis qu'elles sont plus belles au pied des haies, soit à cause de l'abri qu'elles en reçoivent, et surtout à cause du terreau produit par les feuilles charriées par les vents qui s'entassent à leur pied. Vivant dans un pays où les haies sont très nombreuses, nous sommes tout disposé à les disculper de ce genre de reproche.

Dans les contrées sujettes aux brouillards, on accuse aussi les haies de retarder leur disparition ; on sait en effet qu'ils persistent plus longtemps à l'ombre et dans les lieux abrités. Dans celles qui sont habituellement humides, les haies sont aussi un grand obstacle à l'évaporation rendue si active par les vents qu'ils arrêtent dans leur marche. Ces raisons doivent être prises en grande considération quand il s'agit d'enclore des terres labourables ; mais elles sont sans poids pour les prairies et les pâturages. Placées sur les bords des chemins ruraux, les haies contribuent à les rendre fangeux en les abritant du soleil et du vent ; aussi, en Angleterre, un acte du parle-

ment défend d'élever les haies à plus de $1^{m},50$ de hauteur sur le bord des routes, et d'y planter des arbres [1].

En résumé, les clôtures nous semblent principalement adaptées aux pays à pâturages, à ceux à libre parcours, à ceux qui souffrent de vents impétueux, aux terrains situés dans les environs des villes ou le long des voies de communication fréquentées; à ceux qui sont plantés en vigne ou qui donnent un produit comestible peu usité aux environs; enfin aux propriétés qui, sans être trop petites, sont principalement cultivées à bras. Dans les propriétés très étendues, à cultures annuelles, elles manquent leur but comme abri contre le vent, à moins qu'on ne divise le terrain en petits clos; mais alors elles deviennent un embarras pour la culture en limitant la largeur des sillons et en multipliant les *tournées* qui absorbent inutilement un temps précieux; ou à moins qu'on ne coupe le terrain par bandes séparées entre elles par des haies plantées dans une direction perpendiculaire au vent, tandis qu'on cultive longitudinalement par des sillons parallèles à la haie.

SECTION Ire. — *Arbrisseaux à employer pour fermer les haies de clôture.*

Enclore, fixer la limite du champ, et subsidiairement abriter, telles sont les qualités qu'on recherche dans une clôture; les haies doivent donc se composer de végétaux forts, qui restent garnis au pied, et dont les racines ne soient pas traçantes, pour que la limite ne se déplace pas. De tous les arbrisseaux, celui qui est le plus propre à remplir ce but, et qui, secondé par la taille, forme la barrière la plus continue et la plus serrée, est sans contredit l'aubépine (*mespilus oxyacantha*), partout où la fertilité du terrain garantit

(1) Rapport de la Chambre des communes de 1799, cité par Mathieu de Dombasle, t. VIII, p. 293.

sa bonne venue. Dans les terrains de qualité inférieure, on emploie, dans le Midi, le grenadier, le paliure, le citronnier épineux (celui-ci dans le sud de la région des oliviers seulement); au Nord, à partir de la région de la vigne, l'ajonc, le genèvrier, le houx, sont les plus convenables dans les mauvais terrains; mais on n'emploie que trop souvent l'acacia, le prunellier, le nerprun, l'épine-vinette, qui doivent être proscrits à cause de leur tendance à drageonner et à changer de place.

Nous avons vu un habile envahisseur conquérir plusieurs mètres de terrain sur un chemin qui bordait sa propriété, grâce à une de ces haies ambulantes qu'il taillait rigoureusement de son côté, tandis qu'elle s'étendait de l'autre; par la même raison, les yuccas, les agaves, les cactus, les aloës, fort bons comme clôtures dans les pays où ils résistent aux hivers, sont des haies détestables pour fixer des limites. Dans les terrains salants, le tamarisc (*tamarix gallica*) est presque le seul arbuste qui réussisse bien; le pourpier de mer (*atriplex halimus*), qu'on y plante beaucoup, a le défaut de tracer et de s'étendre. Le saule marsaut est employé pour border les terrains humides : il y forme des haies peu fournies.

Section II. — *Haies d'abri.*

Dans les contrées tourmentées par de grands vents, on cherche à abriter les terres en culture. On le fait généralement par des haies formant rideau, placées de distance en distance. Si le terrain n'est pas trop précieux, nous préférerions, en pareil cas, de forts massifs d'arbres verts placés en tête des terres, dans la direction du vent. Le pin maritime dans les terrains siliceux, le pin d'Alep, le laricio dans les terrains calcaires du Midi, s'élèvent rapidement et forment des abris excellents. Qui ne connaît les belles plantations des dunes de Bordeaux faites par Brémontier, continuées chaque année, et qui ont ar-

rêté ou au moins retardé les progrès des sables prêts à envahir les landes [1]. Mais quand on veut ménager le terrain, on peut planter en haie, dans le Midi, le laurier franc (*laurus nobilis*), le cyprès, qui forment des haies impénétrables au souffle de l'air, pourvu que leur pied soit défendu de la dent des troupeaux. On voit de ces allées de cyprès plantés à 100 mètres les uns des autres, dans la plaine qui s'étend de la Durance à Orgon, et où les vents du nord soufflent avec une grande violence. Nous avons, près d'Orange, une haie pareille, derrière laquelle on peut porter une lampe allumée pendant les plus fortes raffales de bise. Aussi plante-t-on cet arbre en rideau derrière les bâtiments pour les protéger contre les ouragans.

Mathieu de Dombasle assure [2] que les champs qui sont abrités par des bois et des haies élevés, où on sent une température plus douce en se promenant, sont moins productifs et ont une moins grande valeur que ceux qui sont en rase campagne. Cela peut être vrai pour la Lorraine, où l'humidité est plus à redouter que les vents, qui sont modérés ; mais les habitants de la Bretagne et ceux de la Provence n'ont pas la même opinion, et trouvent les haies d'abri très avantageuses à la culture.

Sur les bords des rivières sujettes à déborder, on rompt l'impétuosité du courant de l'eau par des massifs de saule (saulsaies), et aussi dans le Midi par des massifs de canne de Provence (*arundo donax*) qui plient sous le courant, et forment sur le terrain une espèce de natte qui en empêche l'érosion. Dans nos grands débordements, le sol a été préservé partout où il a été mis à couvert par des massifs de cannes, qui sont d'ailleurs très productifs.

(1) *Mémoire sur les dunes*, par Brémontier, an V.
(2) *Annales de Roville*, Tome VIII, p. 305.

SECTION III. — *Haies forestières.*

Il y a des contrées entières, par exemple l'ouest de la France (le Bocage), la Flandre et les pays de montagnes, où on est dans l'usage de planter, sur le bord des champs, des haies entremêlées de grands arbres, qu'on laisse croître en futaies ou qu'on tient à l'état de têtards. Dans le premier cas ces arbres peuvent avoir deux objets : le premier, de procurer aux bestiaux qui paissent dans les enclos une ombre sous laquelle ils se retirent pour éviter l'ardeur du soleil ; le second, de fournir les bois nécessaires à la construction et à l'entretien des instruments aratoires de la ferme, et aussi de temps en temps des ventes avantageuses de pieds d'arbres, bientôt remplacés par les jeunes qui viennent dans la haie ; enfin les têtards fournissent de la ramée dont la feuille nourrit les troupeaux pendant l'hiver et du bois qui sert au chauffage. Les arbres qu'on élève dans les haies sont des peupliers de différentes espèces, des chênes, des ormeaux, des frênes, des hêtres, etc.

Il ne faut pas partager l'illusion de ceux qui pensent que, pour être relégués aux limites des champs, ces arbres n'y puisent pas leur nourriture aux dépens des plantes qu'on y cultive. Nous avons l'expérience du mal qu'ils font. De vastes lisières de champs appauvris par les racines des haies forestières, et qui portaient des blés toujours chétifs, ont été rétablies par l'extirpation de ces arbres. Les ormeaux, les frênes, les peupliers, les saules, les chênes mêmes, vont chercher au loin les substances propres à leur nutrition, et marchent comme les autres au-devant de l'engrais et de l'ameublissement. On paie cher le bois qu'on recueille ainsi ; mais ce bois tourne principalement au profit du fermier, et c'est là ce qui le maintient contre le véritable intérêt du propriétaire. En ef-

fet, la rente est réglée sur le produit des terres ; avant l'extirpation le fermier paie cette rente, et de plus jouit, sans y rien ajouter, du bois nécessaire à son exploitation ; après l'extirpation, il paierait une rente plus forte fixée par le produit supérieur du sol, et ne jouirait plus du bois. Aussi les propriétaires des pays où les haies forestières sont une fois implantées, hésitent-ils à les faire arracher pour ne pas éloigner la concurrence des fermiers, qui, dans une ferme qui en serait dégarnie, seraient privés d'un avantage auquel ils sont accoutumés : celui de trouver sans frais tout le bois du service nécessaire pour la construction et la réparation de leurs attirails de culture. C'est ainsi qu'on peut expliquer la persistance de cette coutume, condamnée par l'expérience et par les auteurs agronomiques les plus expérimentés, Mathieu de Dombasles [1] et Van Albroëk [2]. Il paraît cependant qu'en Flandre ce sont les fermiers qui se plaignent des plantations qui sont maintenues par les propriétaires; mais aussi c'est que, dans ce pays, les arbres sont une réserve dont le propriétaire jouit seul, et qui vient, à son profit, priver du soleil les récoltes des fermiers, et enlever le dixième de leurs fumiers. Ces intérêts rivaux sont-ils toujours intelligents, et dans la fixation du fermage n'y a-t-il pas toujours, pour le fermier, le moyen de se rembourser du dommage qu'il doit souffrir ou d'escompter le bénéfice qu'il recevra? Il est évident que toutes les conditions finissent par se compenser, et, qu'en définitive, c'est le propriétaire qui finit par payer chèrement le bois qu'il s'approprie ou celui qu'il livre à son tenancier.

Quant à l'ombre que les arbres élevés peuvent fournir aux bestiaux qui sont sur le pâturage, la construction de quelques appentis rustiques coûterait sans doute une somme beaucoup moins élevée, et serait plus utile pour les abriter que des

(1) *Annales de Roville*, t. VIII, p. 305.
(2) *Agriculture de Flandre*, p. 257.

arbres dont l'ombre mobile ne les laisse pas longtemps en repos.

SECTION IV. — *Les haies de produit.*

On dispose aussi en lignes contiguës ou en haies plusieurs arbustes de produit, tels que les groseillers, les framboisiers, et surtout les mûriers. On en borde les chemins, les champs; on en forme des allées qui coupent le terrain en oullières ou planches. Dans cet arrangement, on ne consulte pas le besoin d'abri ou de clôture de la propriété, car ces haies ne présentent guère ni le degré d'élévation, ni la solidité et les aiguillons qui pourraient les rendre propres à ces destinations : c'est seulement un moyen de garnir le terrain de végétaux autant qu'il est possible de le faire. Quand elles divisent les champs en oullières, ces haies présentent toutes les circonstances que nous avons déjà décrites en parlant des arbres plantés en allées; quant à celles qui sont plantées sur la limite des champs, elles ont aussi la prétention de vivre aux dépens du voisin, ce qui n'est vrai que pour les riverains des chemins et entre deux champs voisins, dans le cas où un seul des propriétaires se livre à cette plantation. M. Auguste de Gasparin a fait aussi des haies productives avec la garance soutenue par un léger treillis de bois. Cette plante grimpante, ainsi isolée et soutenue, donne une grande abondance de graines qui ont une grande valeur.

CHAPITRE X.

Pratique des plantations.

SECTION Ire. — *Époque des plantations.*

Ce n'est que par des moyens coûteux et pénibles qu'on peut

faire des transplantations pendant que les plantes sont en pleine végétation. Elles évaporent alors abondamment par leurs feuilles ; elles ont besoin d'aspirer sans relâche, par leurs racines, l'humidité nécessaire à cette fonction, et la privation d'une partie de leurs racines, qui est la conséquence nécessaire de leur déplacement, réduit considérablement les parties aqueuses qu'elles peuvent tirer de la terre, qui d'ailleurs est alors dans son plus grand état de siccité. On doit donc choisir, pour les plantations en grand, l'époque de l'année où le mouvement de la sève est arrêté ou ralenti, celui où la végétation est en repos, où de nouveaux bourgeons ne se développent pas, et dans les arbres à feuilles caduques, celui où, privés de feuilles, leur évaporation est suspendue, et où, par conséquent, l'arbre n'exige plus cette ascension rapide et non interrompue de l'humidité terrestre. Ce temps commence en automne et se termine au printemps, à des époques un peu différentes, selon la nature des végétaux plus ou moins sensibles aux variations de température. C'est seulement dans les terrains dont il est possible de maintenir la fraîcheur au moyen de l'irrigation qu'on peut transplanter les végétaux pendant l'été ; mais on ne transplante que ceux de petite taille, comme les végétaux herbacés dont les tiges ne sont pas hors de proportion avec les racines. Pour ceux qui sont plus grands, il faut retrancher une partie de leur tête ou enlever leurs feuilles au moment de les mettre en terre. On sait en effet que les maraîchers font leurs transplantations de légumes en toute saison, et nous avons vu transplanter avec succès des mûriers dans des terres arrosées, au mois de mai, au moment où ils venaient d'être dépouillés de leurs feuilles. Pour que l'opération réussisse, il faut qu'elle soit faite de manière que l'évaporation et l'absorption de l'humidité restent en équilibre, et alors toutes les époques sont bonnes. Ainsi, M. Regnier est parvenu à transplanter le chêne vert lui-même (*quercus ilex*), dont la

végétation est continue, en l'arrachant avec une grosse motte et en l'effeuillant complétement.

Il y a déjà longtemps que nous avons conseillé de planter en automne, et non au printemps, l'olivier, à qui on coupe la tête, et qu'on prive ainsi de toutes ses feuilles en le plantant. Nous savions que cette privation arrêtait le mouvement de la sève, et le mettait à l'abri de l'atteinte des gelées. En choisissant cette époque au lieu du printemps, nous épargnons les frais d'arrosement qu'il faut lui prodiguer quand le printemps est sec. Des oliviers plantés en 1829 ont traversé, sans en souffrir, l'hiver de 1830, qui a été funeste à un si grand nombre de ces arbres.

Excepté dans les terrains frais ou arrosés, l'époque de la plantation des arbres commence au moment où leurs feuilles se flétrissent en automne, avant même qu'elles soient tombées, et finit à celle où leurs bourgeons viennent à éclater au printemps. Cette période n'est interrompue que par le temps où la terre est gelée, et où il ne serait pas possible de l'ameublir pour garnir les racines.

Dans les pays où il y a des chances pour avoir des printemps secs, nous conseillerons toujours les plantations d'automne. La terre est assez humide et encore assez chaude dans cette saison pour que les racines reprennent leurs fonctions et transmettent aux arbres les sucs qui doivent servir au printemps pour le développement de nouveaux bourgeons. Quand nous avons arraché au printemps de ces arbres plantés l'automne précédent, nous avons trouvé que leurs racines avaient poussé de nouvelles radicules dans différentes directions, et avaient pris possession du terrain.

Si, au contraire, on avait à craindre l'humidité excessive du sol en hiver, il faudrait retarder la plantation jusqu'au printemps. En la faisant en automne, l'eau en contact avec les racines pourrait leur faire subir une macération qui causerait leur désorganisation.

SECTION II. — *Préparation du terrain pour les plantations.*

Quoiqu'on soit plus certain d'obtenir un succès décidé d'une préparation soignée et complète de terrain, cependant quand on veut planter un massif forestier qui ne doit donner que du bois et de l'abri, les considérations économiques doivent imposer une limite aux frais de premier établissement. Il suffit le plus souvent d'un simple labour qui détruit le gazon; d'autres fois, même, on se borne à pratiquer dans le terrain les creux destinés à recevoir les mottes ou les racines, sans s'embarrasser de l'état de la surface. En entretenant pendant deux ou trois ans le pied des arbres dégagé des herbes qui pourraient le gazonner et empêcher l'infiltration des eaux pluviales, on assure suffisamment leur réussite. On fait tout aussi peu de frais pour la plantation des haies forestières ou des haies d'abri, composées en général de végétaux robustes. Il suffit de leur donner quelques cultures au pied, pendant les premières années, sans se livrer à des préparations antérieures. Mais s'il s'agit de plantations qui doivent donner des produits annuels et riches, on doit chercher à accroître les chances de succès en préparant le terrain avec le degré de perfection possible.

Ainsi, les plantations des mûriers, de la vigne, sont précédées d'un défoncement profond à cause de l'abondance et des ramifications de leurs racines, tandis que l'olivier, qui s'enracine peu profondément, n'exige qu'un labour plus superficiel; la plantation du colza, celle de la betterave, sont assurées par des labours et des engrais. On ne peut préciser de règles générales à ce sujet; elles sont spéciales pour chaque nature de végétal.

SECTION III. — *Préparation des sujets à transplanter.*

Les arbres verts, tels que les conifères, qui ne doivent pas être privés de leurs têtes ou de leurs feuilles, seront déplantés avec leurs mottes, pour que leur végétation ne soit pas interrompue par la solution de continuité entre les racines et le sol où elles puisent leur nourriture. A cet effet, on arrose le sol de la pépinière ; on le piétine bien pour affermir la terre et la corroyer, de telle sorte qu'elle s'enlève sans se pulvériser. On taille en carré la motte au pied de l'arbre, puis, par un coup donné en dessous, on l'enlève toute entière ; on l'enveloppe de roseaux ou de paille longue, qu'on serre par un nœud d'osier, si elle n'est pas assez tenace pour se conserver par sa propre cohésion, et on la transporte au lieu de la plantation.

Pour les arbres qu'on transplante pendant le sommeil de la sève, et qui peuvent se passer de mottes, on les cerne aussi un peu loin du pied, de manière à ménager le plus possible leurs racines latérales. Après avoir approfondi la fouille de 0^{m},30 environ, on coupe le pivot qui reste en terre par un coup de bêche transversal ; l'arbre retiré de sa place, on coupe proprement avec des ciseaux les racines qui ont été maltraitées ; on retranche la tête du plant, ou la flèche des arbres destinés à former tête, à la hauteur où on veut qu'elle se forme.

Dans la pratique que nous venons de décrire rapidement, une seule chose a été contestée par divers auteurs, et surtout par Rozier : c'est l'amputation du pivot, partie que cet auteur regarde comme très essentielle à la bonne venue de l'arbre transplanté [1]. Il demande la conservation du pivot pour ne pas contrarier l'ordre de la nature, qui n'en a pas pourvu l'arbre sans dessein. « Les arbres qui en sont pourvus, dit-il, de-

(1) *Cours d'agriculture*, art. Pivot.

viennent plus gros et plus grands que ceux auxquels il manque; ceux qui en sont privés viennent plus rapidement à fruit, ce qui est une preuve manifeste de leur affaiblissement.»

Mais l'expérience a prouvé que ces raisons ne pouvaient être admises dans la pratique. Un assez grand nombre de végétaux venus de graines, et surtout de végétaux vivaces, poussent une racine fusiforme qui s'enfonce verticalement, et qui projette peu de racines latérales; c'est ce qu'on nomme leur pivot : mais quand il s'agit de les transplanter, il est très difficile d'enlever toute cette racine. Duhamel [1] cite des chênes de semis dont la tige n'avait que $0^m,16$ à $0^m,18$ de hauteur, et qui avaient déjà des pivots de $1^m,30$. Mais après avoir ainsi gagné le fond du terrain par le moyen de son pivot, l'arbre émet des racines latérales qui partent d'un point voisin du collet, ou d'un autre point pris sur le pivot, là où la fraîcheur permanente du sol, l'ameublissement, la présence de substances nutritives, décident cette formation, mais toujours le plus près possible de la surface; c'est ce qu'on appelle l'*empâtement des racines*. Ce n'est qu'après que cet empâtement est formé que le végétal se développe avec vigueur, et le pivot n'est plus alors qu'un organe secondaire de la végétation. On conçoit combien il est difficile et coûteux d'arracher un arbre avec tout son pivot; quelques précautions qu'on prenne, il est toujours coupé à une profondeur plus ou moins grande. Il n'est pas moins difficile de le replanter de manière à le faire reprendre. Presque toujours il se détruit en peu de temps en terre, et ce sont les racines latérales qui conservent leur action. Nous avons fait des plantations de mûriers dans lesquelles nous avions pris, pour la conservation du pivot, toutes les précautions imaginables; jamais il ne s'est allongé par la suite; toujours les racines latérales ont seules pourvu à la vie de l'arbre,

(1) *Traité des semis et plantations*, p. 106.

et nous n'avons jamais pu remarquer aucune différence entre les arbres plantés avec ou sans pivot. On nous a objecté la longévité des mûriers plantés sous Henri IV, et dont quelques-uns existent encore dans des terrains particulièrement bien disposés [1], ce qu'on attribue à ce que les planteurs de ce temps conservaient le pivot des arbres, et pour le prouver, on s'appuie sur ce passage d'Olivier de Serre [2] : « Seront les arbres retirés de la terre et arrachés avec curiosité, à ce que toutes les racines en sortent saines et entières, si possible est; et pour ce faire, n'épargner ni dépense, ni la peine requise, etc. » Mais il est facile de voir que l'auteur n'entend nullement comprendre le pivot parmi les racines à conserver, et nous en trouvons la preuve dans un autre passage du même chapitre : « Les fosses (pour planter les arbres) en seront creusées fort grandes, c'est-à-dire larges, pour à l'aise y pouvoir loger et allonger les racines des arbres; non beaucoup profondes pour n'en être nul besoin, attendu que les racines ne pénètrent guère en bas par l'amertume et la crudité de la terre qu'elles refusent.... Nous ferons les fosses non moindres de six pieds (1^m,95) en terre argileuse et forte, et de quatre (1^m,30) en terre sableuse et faible... Touchant la profondeur, suffira en terre argileuse creuser les fosses d'un pied et demi (0^m,48) en intention d'y remettre au fond environ un demi-pied (0^m,16) de terre assaisonnée, pour sur icelle asseoir les racines des arbres en les plantant. » Ainsi, Olivier de Serre asseoit définitivement son arbre sur un plan qui se trouve à 0^m,32 de profondeur; il est donc bien évident qu'il ne s'occupait nullement du pivot, mais seulement de l'empâtement des racines que nous le voyons ménager et disposer avec tant de soins. La longévité des arbres qu'il a plantés tient à d'autres

(1) Par exemple, à notre terre de Bordelet, au confluent de l'Ardèche et du Rhône.

(2) Liv. VI, chap. XIX.

causes qu'à la conservation du pivot, et si nous en jugeons par ceux qui nous restent, elle provient surtout de ce que ces arbres étaient des sauvageons, et de ce qu'ils étaient rarement taillés ou n'avaient reçu aucune taille.

Les arbres arrachés ne sauraient être replantés trop vite; le succès est d'autant plus assuré, qu'on a moins donné aux racines le temps de se dessécher. Cependant, il faut faire une distinction à cet égard. Les racines de certaines espèces sont beaucoup plus délicates que d'autres qui ont la faculté de reprendre vie après une dessiccation presque complète. Au nombre de ces dernières nous mettrons le mûrier. On fait des envois de cet arbre d'un bout de la France à l'autre; on lui fait traverser la mer sans aucune précaution : nous avons vu des mûriers transportés de foire en foire, pendant un mois entier, reprendre parfaitement lors de leur plantation, tandis qu'il suffit de quelques moments d'aération pour que les racines des conifères soient frappées de mort.

SECTION IV. — *Fosse pour transplanter les arbres ; plantation.*

Les fosses propres à recevoir les arbres qu'on veut transplanter doivent être creusées de bonne heure, dans le courant de l'été, pour que les terres qui en proviennent puissent profiter de l'influence des météores, s'aérer et s'ameublir. Elles doivent être proportionnées à la grandeur du plant qu'on veut y placer; mais, en général, on leur donne $1^{m},30$ à $1^{m},60$ de côté, et, quoi qu'en dise Olivier de Serre, il sera utile de les creuser profondément quand on voudra soigner les plantations, moins pour provoquer le plongement des racines que pour faciliter l'imbibition des eaux pluviales et leur conservation autour des arbres. Nous conseillons donc de leur donner 1 mètre de profondeur. Ainsi, chaque fosse destinée à un arbre moyen aura $1^{mc},69$ de déblai. Un homme en creuserait un peu plus

de huit dans sa journée. Dans la pratique ordinaire, où on ne donne que $0^m,66$ de profondeur aux fosses, et où par conséquent elles ne présentent qu'environ 1 mètre carré de déblai, un ouvrier en creuse quatorze. Si le terrain a été préalablement défoncé, il est inutile de creuser des fosses de cette étendue, et il suffit de pratiquer dans la terre le creux exactement nécessaire pour recevoir l'empâtement des racines de l'arbre.

On choisira, pour faire la plantation, le moment où la terre retirée de la fosse n'est pas trop humide, et ne peut pas faire corps après avoir été pétrie dans les mains. Il est essentiel, pour le succès de la plantation, que les racines ne soient pas enterrées trop profondément. Presque tous les arbres qui manquent sont ceux pour lesquels on a négligé cette attention. On remarque tout le dommage que cause cette mauvaise pratique, non-seulement sur les nouvelles plantations, mais dans les promenades qu'on remblaie, et où les arbres sont malades pendant plusieurs années et jusqu'à ce qu'ils aient formé un nouvel empâtement de racines près de la surface du terrain. La véritable règle des plantations est de placer les arbres à la profondeur exacte qu'ils avaient dans les pépinières, de telle sorte que leur existence nouvelle diffère aussi peu que possible de celle que la nature leur avait assignée dans leur développement. Sur ce sujet, si important et si mal compris, nous ne pouvons mieux faire que de rappeler une des expériences faites par M. Lardier [1].

« Le 4 novembre 1788, nous fîmes déplanter dans nos pépinières six poiriers sauvageons venus de semis, à peu près d'égale force, et qui avaient un pivot de $0^m,50$ de longueur. Après avoir été mesurés au collet avec un compas d'épaisseur, ils furent plantés tels quels à 2 mètres de distance l'un de l'autre, dans une planche préalablement effondrée à 1 mètre

(1) *Lois fondamentales de la nature pour les semis et plantations*, page 171.

de profondeur, dont le terrain était sec et léger, savoir : deux comme ils l'avaient été en pépinière; deux dont le collet fut enterré plus profondément de $0^m,16$, et les deux autres en enterrant le collet de $0^m,32$, ce qui est la règle ordinaire dans ces sortes de terrains, selon les agronomes. (Il fait allusion à une opinion de Duhamel.) Ces arbres poussèrent tous au printemps, mais d'une manière bien différente, car les deux premiers présentaient à la fin de l'été des branches longues, fortes et vigoureuses, et les autres des bourgeons faibles et courts, surtout les deux derniers.

« Au mois de décembre, trois de ces poiriers mis à diverses profondeurs, ayant été déplantés avec beaucoup de précaution et mesurés de nouveau, nous observâmes : 1° que le tronc du premier avait gagné plus de $0^m,009$ d'épaisseur, et que son pivot avait non-seulement grossi à proportion, mais qu'il s'était allongé de $0^m,045$ et portait des racines latérales plus ou moins longues; 2° que le tronc du second, enterré plus profondément de $0^m,16$, avait à peine grossi de $0^m,002$, et que son pivot, ne s'étant pas allongé, avait poussé seulement un peu de chevelu près du collet; 3° et que le tronc et le pivot du troisième, planté à $0^m,32$ de profondeur (en contrebas de sa position dans la pépinière), n'avaient fait aucun progrès sensible.

« L'année d'après, les trois premiers que nous avions laissés se firent encore remarquer par la différence des nouvelles pousses, qui étaient incomparablement plus fortes et plus longues dans le premier que dans les deux autres, quoique ceux-ci eussent reçu depuis leur plantation les mêmes cultures et les mêmes soins que lui. Vers la fin d'octobre de la seconde année, nous fîmes charger de $0^m,32$ de terre, à $1^m,30$ autour du tronc, celui qui avait été planté comme il était en pépinière, et déchausser les deux autres jusqu'à ce que leur collet se trouvât ras de terre. Au printemps suivant, ces deux der-

niers poussèrent avec vigueur, tandis que le premier, cessant presque tout à coup de croître, tomba dans un état de langueur et de faiblesse ; enfin, les ayant fait chausser et déchausser alternativement pendant plusieurs années, nous hâtions et retardions à volonté leurs pousses et leur végétation respective. »

M. Lardier a varié ces expériences sous plusieurs formes, et elles ont toutes donné les mêmes résultats. Duhamel [1] nous avait déjà averti depuis longtemps du danger des plantations profondes, mais il nous laissait dans le vague relativement à la profondeur normale à leur donner. Les expériences de M. Lardier ont le degré de précision nécessaire pour nous guider, car il a fait l'épreuve et la contre-épreuve. Ce sont des leçons qu'il nous faut mettre à profit.

Nous savons déjà que la terre enlevée des fosses et employée à les combler, ne peut pas toute y rentrer ; l'ameublissement du sol cause des vides entre les particules qui ne se remplissent qu'avec le secours du temps et de la pluie. Mais on observe que cette terre se tasse d'environ un douzième en un an. Ainsi les fosses ayant été creusées à 1 mètre de profondeur, puis comblées au niveau du sol, présentent au bout d'un an ce vide de $0^{m},08$. Il en résulte que, quand par la suite le terrain s'égalisera, soit naturellement, soit par l'effet des cultures, l'arbre se trouvera planté plus profondément qu'on n'avait eu intention de le faire. Pour éviter cet inconvénient, et en même temps pour donner à l'arbre un tuteur qui le soutienne, M. Lardier conseille de placer en travers de la fosse un morceau de bois ou bâton soutenu par les bords de cette fosse. Pour qu'il n'obéisse pas aux secousses du vent, on peut l'arrêter latéralement par de petits piquets fichés en terre. On attache solidement l'arbre à cette pièce de bois à la hauteur du

(1) *Traité des semis et plantations*, p. 201.

collet, en plaçant un chiffon entre le lien et le tronc pour en prévenir l'étranglement. Les racines se trouvent alors suspendues en l'air dans la fosse. On a préalablement jeté de la terre au fond en la piétinant de manière que ce fond se trouve au niveau de la partie inférieure des racines. Tout étant ainsi disposé, on achève de remplir la fosse avec précaution en étendant à mesure les racines, et on a soin de garnir tous leurs intervalles, leurs embranchements et le dessous du collet de terre prise dans la couche supérieure la plus riche, bien emmiettée, que l'on tasse avec la main. Quand les racines sont entièrement couvertes, on achève de remplir le trou en piétinant la terre à mesure. Quand, par l'action des pluies, la surface de la fosse se trouve abaissée, on achève de la remplir et d'égaliser le terrain. Le bois transversal doit rester au moins un an en place. On obtient par ce moyen une reprise parfaite et on assure l'arbre contre les effets du vent.

Sauf la dépense légère du bois transversal, cette méthode est aussi simple, aussi rapide et plus facile à pratiquer que la méthode ordinaire qui exige l'emploi de deux hommes : un qui soutient l'arbre, et qui, de temps en temps, le soulève pour faire glisser entre les racines la terre que jette le second ; et celui-ci qui, en outre, arrange la racine et la garnit à la main. Ici, l'arbre se soutient seul à la place et à la hauteur voulue. De plus, on ne l'enterre que de la quantité précise indiquée par sa nature ; cette quantité est fixée par l'horizontalité du bois transversal. Dans la méthode ordinaire, l'homme qui soutient l'arbre et qui est debout ne juge que très imparfaitement de la position du collet ; et d'ailleurs, en plaçant celui-ci à la superficie du sol, on trouve, plus tard, qu'il est enfoncé parce qu'il est entraîné avec la terre dans sa descente ; et enfin l'arbre a un tuteur sans qu'on soit obligé de planter en terre un pal droit qui pénètre difficilement, si on l'enfonce profondément, et qui, sans cela, manque de stabilité.

Quand les arbres viennent de loin, il faut, avant de les mettre en terre, faire tremper leurs racines dans l'eau, afin qu'elles reprennent leur humidité. Si ce sont des arbres précieux, on plonge leurs racines dans une bouillie faite de terre grasse et de bouse de vache qui y adhère et y entretient l'humidité nécessaire.

C'est un fait généralement admis que l'arbre greffé dépérit quand on enferme ses greffes en le plantant. Nous allons citer encore ici une observation de M. Lardier qui montrera ce qui se passe en pareil cas.

« En novembre 1790, nous plantâmes avec soin, dans une terre légère, deux jeunes poiriers greffés sur coignassier de bouture, à $0^m,027$ au-dessus de la racine, que nous avions élevé nous-mêmes, et qui n'avaient qu'un étage de racine. Nous les enterrâmes à $0^m,32$ au-dessus du collet. Ces deux arbres languirent pendant quatre ans, firent de petites pousses et donnèrent quelques mauvais fruits, quoique bien cultivés. La cinquième année, ils montrèrent un peu plus de vigueur, ce que nous attribuâmes à plusieurs racines qui avaient poussé du franc, et que nous avions fort ménagé en les piochant. Parvenus à la sixième année, nous en fîmes déchausser un jusqu'au collet et enlever la terre (jusqu'à ce niveau) à $1^m,62$ de circonférence autour de l'arbre; après quoi nous coupâmes toutes les racines venues du franc. Le printemps suivant, et les années subséquentes, cet arbre parut rétabli, poussa vigoureusement et donna de beaux fruits, à l'instar des arbres plantés selon notre méthode; mais ce qui eut lieu de nous étonner, ce fut de voir que l'autre poirier, dont le tronc était enterré de $0^m,32$ présentait chaque année la même force de végétation que le premier, sans cependant donner autant de fruits. Cet état de choses se fit remarquer encore pendant quinze ans, après lesquels le premier, auquel on n'avait pas touché, périt dans le fort de l'été. L'ayant fait arracher de suite, nous trouvâmes

toutes les racines du coignassier pourries, et la plupart de celles venues du franc, cariées et d'une odeur infecte. Nous avons vu périr également, et par la même cause, non-seulement des poiriers greffés sur coignassiers plantés bas pour en faire des arbres francs, mais encore beaucoup d'autres arbres de différentes espèces, dont la greffe avait été enterrée, et qui avaient poussé aussi des racines de franc[1]. »

Nous pourrions ajouter que la même faute est une des grandes causes qui abrègent la vie des mûriers greffés en pied dont on enferme impitoyablement la greffe, pensant sans doute que l'identité d'espèce dispense d'une précaution si utile pour les arbres dont le sujet est d'une autre espèce que la greffe.

Cette observation de M. Lardier est l'historique exact de ce qui se passe dans tous les cas. La réunion artificielle du franc et du sauvageon n'est jamais complète; elle n'existe qu'à la surface et par les points mis en contact par la greffe. La circulation se fait entre les racines du sujet et la greffe, tant que celle-ci n'a pas ses organes radicellaires propres; mais quand elle est pourvue de racines venues de sa propre substance, la séparation des individualités s'opère, la greffe vit par elle-même, et les sucs transmis par les racines du sujet ne communiquent plus qu'avec la partie centrale de la greffe dont les canaux s'oblitèrent successivement; alors ces sucs s'accumulent, croupissent dans les tissus des racines et finissent par opérer la putréfaction du sauvageon, qui ne tarde pas aussi à se communiquer par le contact aux racines propres du franc. C'est ainss que l'arbre périt, et on peut suivre la gradation de ces phénomènes en observant ce qui se passe dans les sujets greffé dont la greffe est enterrée; on voit alors la pourriture s'emparer d'abord du sujet, et ne pas tarder à gagner les points en contact du franc; ainsi que M. Lardier l'a très bien décrit.

(1) Lardier, *Lois de la nature*, etc., p. 174.

Le véritable moyen de prévenir cet inconvénient est donc de placer la greffe au-dessus de la surface du sol, et de veiller à ce qu'elle ne puisse être couverte de terre, ce qui déterminerait la production de racines du franc ; pour atteindre ce but, le mode de plantation indiqué plus haut est certainement le plus sûr et le plus efficace.

SECTION V. — *Soins ultérieurs à donner aux plantations d'arbres.*

Le progrès de la végétation des arbres est en raison combinée du cube de terre où ils peuvent se développer, et de son degré de fécondité. Cette proposition nous semble suffisamment prouvée par le succès comparé des arbres vivants sur le même sol, mais ayant une profondeur différente de terrain pour étendre leurs racines ; de ceux qui sont plus ou moins espacés ; de ceux qui sont placés dans des sols différents, les uns fertiles, les autres inféconds, enfin par l'effet des engrais qui leur sont appliqués. Ces effets se font sentir sur toutes leurs parties : sur le bois, sur le feuillage, et sur le fruit. Il y a donc pour les végétaux fructescents comme pour les végétaux herbacés, une certaine distance à observer entre eux, une certaine profondeur à donner à l'ameublissement de la terre.

Dans nos climats du sud de la France, excepté dans les terrains dont le sous-sol est perméable, et au-dessous desquels existe un réservoir d'eau aërée, les racines ne descendent pas au-delà de $0^m,60$. C'est donc la profondeur qu'on doit donner aux labours préparatoires pour la plantation des arbres précieux, tels que les mûriers, les vignes, les orangers, etc., tandis que ces frais ne seraient probablement pas compensés par les produits purement ligneux des arbres forestiers.

Si, lors de la plantation des premiers, on s'est borné à faire des fosses, les racines éprouveront une résistance quand elles

arriveront à leurs parois, se replieront sur elles-mêmes et épuiseront la couche de terre meuble de la fosse avant de s'étendre plus loin. Alors les efforts qu'elles font pour pénétrer dans la terre durcie, l'espace moindre qu'elles peuvent y parcourir, ne leur permet pas de recueillir ces sucs abondants qu'un parcours plus facile leur procurerait. Aussi les cultivateurs soigneux agrandissent chaque année, par des tranchées, l'espace resserré des fosses, et finissent ainsi par défoncer toute l'étendue du terrain qui se trouve entre les arbres. On voit par là qu'en évitant le défoncement au début de la plantation, on ne gagne que l'intérêt annuel de ce défoncement, jusqu'à l'époque où il est complété par les défoncements partiels et successifs. Pour les arbrisseaux très rapprochés, comme les vignes, ces opérations consécutives ne seraient pas possibles, et le défoncement du terrain doit précéder les plantations, si on veut obtenir des produits satisfaisants.

Section VI. — *Plantation des boutures*

Si, au lieu de confier à la terre des bourgeons latents renfermés dans les graines,ou des bourgeons apparents, disposés sur la tige d'un végétal pourvu de racines, on veut obtenir la reprise d'un rameau non enraciné, coupé sur un arbre vivant, on fait ce qu'on appelle une *bouture*. Il est probable que, sous certaines conditions, on pourrait obtenir des boutures de tous les végétaux, en leur procurant une chaleur humide suffisante pendant la poussée des racines. On obtient souvent, en quelques jours, des boutures enracinées de cannes de Provence, en entretenant de l'eau dans un des tuyaux qui reste hors de terre, tandis que le nœud inférieur est enterré. Mais dans les circonstances météoriques ordinaires, il n'y a qu'un certain nombre de plantes qui puissent reprendre par boutures. Ce sont celles où l'émission des racines, partant des bourgeons enter-

rés, est assez rapide pour devancer la dessiccation du bois. Les végétaux les plus rapprochés dans l'échelle botanique n'ont pas tous, à cet égard, la même disposition. Nous pouvons faire avec facilité des boutures du mûrier multicaule, celles du mûrier blanc reprennent avec peine. Quoi qu'il en soit, le nombre des végétaux que l'on multiplie de la sorte dans la culture des champs est assez borné.

Pour certains végétaux à bois spongieux et hygroscopique, comme les peupliers et les saules, le figuier, le sureau, on peut obtenir des boutures en prenant des branches assez vieilles; mais le jeune bois réussit toujours mieux. En général on choisit une partie de rameau d'un an, attenant à du bois de deux ans. On sait que sur le bois d'un an, les bourgeons sont répartis de manière que les plus forts, les plus disposés à se développer, se trouvent à la base, et qu'ils deviennent plus faibles en montant vers le sommet. Ce sont ces premiers bourgeons qui, plus vigoureux et pourvus de plus de substances nutritives donnent le plus promptement des racines. Quand on veut choisir des plants de vignes, on coupe un sarment de manière à enlever un talon de bois de deux ans, qui, moins poreux, prévient l'écoulement de l'humidité du jeune bois. On retranche ce talon au moment où on plante le sarment.

Lorsque le terrain a été préparé et ameubli avec soin, on plante la bouture, en la courbant en terre et laissant sortir seulement la partie supérieure qu'on rabat sur deux yeux ou bourgeons; c'est ce qu'on fait pour la vigne, pour la canne de Provence, etc. On recouvre les boutures de 0m,16 de terre.

On se sert parfois de la bêche qu'on enfonce verticalement en terre. On l'incline ensuite en avant, de manière à laisser un vide derrière l'instrument; on insinue dans cet intervalle le sarment ou crossette, et en retirant la bêche, la

terre retombe sur le plant; on l'assure ensuite en piétinant sur la tranche qu'on avait soulevée.

Le plus souvent on perce un trou en terre avec un pal ou une aiguille en fer semblable à celle des mineurs; on lui donne une profondeur de 0m,16 à 0m,20; on y insinue le plant; on achève de remplir le vide avec de la terre fine qu'on tasse avec la pointe de l'aiguille. S'il s'agit d'un arbuste qui ne doit pas avoir une longue tige, comme la vigne, on recèpe la branche à deux yeux au-dessus du sol; si on plante un arbre, comme le saule, par exemple, on lui laisse sa tige, mais en ayant soin d'ébourgonner tous les yeux, excepté ceux de la cime.

On ne doit pas enfoncer le plant plus profondément que nous l'avons indiqué, car il est facile de remarquer que le couronnement des racines, l'empatement, se forme toujours à une distance égale ou moindre de la surface, et que la partie de la branche enfoncée à plus de 0m,16, ne pousse, au début, que de faibles racines qui ne tardent pas à disparaître, après quoi tout ce qui se trouve trop au-dessous des racines, et qui ne peut pas participer à la circulation, tombe en pourriture qui peut se communiquer à la partie vivante.

Le peuplier d'Italie et le platane enterrés trop profondément, ne réussissent pas, et quant à la vigne, si cet excès ne fait pas périr le cep, au moins il nuit évidemment à la production. Il y a cependant un préjugé favorable aux plantations de vignes profondes. Les ouvriers ne peuvent se persuader qu'il y ait du travail nuisible, et ils se figurent que le succès est en proportion de la peine prise pour arriver à un résultat. Dans notre pays, on donne quelquefois des vignes à planter à des paysans, à condition qu'ils jouiront des fruits pendant un certain nombre d'années, pour se rembourser de leur main d'œuvre. On vint nous avertir un jour que l'ouvrier qui était chargé d'une de nos plantations, plantait trop superficiellement, parce que, disait-on, cela avançait la mise à fruit, mais qu'aussi la vigne

ne durerait pas. Cette plantation a aujourd'hui quarante-cinq ans, et c'est la plus vigoureuse et celle qui a le moins perdu de ceps de toutes celles de cet âge.

SECTION VII. — *Des marcottes.*

La marcotte n'est autre chose qu'une bouture qu'on ne sépare pas de sa mère tige. C'est une branche qu'on courbe, qu'on couche, qu'on recouvre de terre, et dont les bourgeons poussent des racines au lieu de rameaux ; quand la marcotte possède des racines qui lui sont propres, on la sépare de la plante à laquelle elle appartient, et qui l'a nourri jusque là, elle devient alors un individu isolé.

La marcotte de la vigne qui est la plus usitée prend le nom de *provin*. Elle sert à remplacer les plants qui ont manqué lors de la plantation, ceux qui sont de mauvaise espèce ou mal venus, et enfin ceux qui meurent pendant la durée de la vigne.

Pour faire un provin, on choisit un sarment assez long pour atteindre la place qu'on lui destine (car dans les vignes qui ont peu de vigueur et poussent des sarments courts, on ne peut pas toujours faire des remplacements par provins), on creuse une fosse dont on ameublit le fond, on y couche le sarment qu'on fait ressortir dans l'alignement précis des autres ceps ; on le recouvre de $0^m,08$ de terre qu'on tasse avec le pied. L'année suivante, on coupe le cordon ombilical qui retient la bouture à la mère-souche, et la jeune plante vit de ses propres racines.

On se sert aussi du marcottage pour réparer les vides qui se trouvent dans les haies. Un jeune plant ne résisterait pas au voisinage de plantes déjà venues ; mais la marcotte est plus robuste.

Section VIII. — *De la greffe.*

En continuant à considérer le développement des germes contenus soit dans une graine, soit dans un bourgeon, nous avons vu qu'il fallait trouver le moyen de le mettre en communication avec le sol par l'intermédiaire de racines. Ainsi dans le semis nous avons provoqué la production de cet organe en mettant la graine dans une position humide et chaude qui favorisât son évolution; dans la bouture, nous provoquons la formation des racines en plaçant un bourgeon dans l'humidité chaude; il se développe alors, mais privé du contact immédiat de la lumière, entretenu dans une situation humide, ses fibres se transforment en radicules, au lieu de s'allonger en nervures foliaires; dans la marcotte, cette transformation se fait plus facilement encore, puisque la marche de la séve n'est pas un moment suspendue par l'adhérence de rameaux marcottés à la tige même; enfin on a profité depuis longtemps de la propriété qu'avaient les tissus végétaux vivants et dénudés d'épiderme de se souder ensemble, pour appliquer sur la plaie faite à un arbre un lambeau de l'écorce d'un autre arbre portant un bourgeon, de telle façon que le liber de l'un coïncidât avec celui de l'autre; il y a alors soudure, transmission de sucs du sujet à la greffe, et continuation de vie pour le bourgeon greffé. Si, après le développement du rameau qui porte ce bourgeon, on retranche tous les bourgeons du sujet inférieurs à ce rameau, et qu'on coupe la partie du sujet au-dessus de la greffe, celle-ci attire à elle toute la séve de l'arbre, et vit sur ce champ animé où on l'a transportée. Dans les arbres qui ont peu de transpiration et qui poussent lentement, comme l'olivier, on retarde cette rescision de la partie supérieure du rameau du sujet, pour que l'aspiration d'un plus grand nombre de bourgeons entretienne la séve dans le rameau, on ne le coupe que

quand le nouveau rameau partant de la greffe est développé; elle se fait immédiatement dans les arbres dont la pousse est rapide.

Pour que la soudure puisse s'opérer, il faut qu'il existe une certaine analogie entre les tissus du sujet et de la greffe. La greffe ne prend qu'entre des plantes de la même famille naturelle, et même alors, quand il y a trop de disproportion entre la force ascensionnelle de la séve dans les deux espèces, les nouveaux rameaux qui en proviennent ne tardent pas à périr. Parmi une foule d'exemples qu'on en pourrait citer, nous dirons que, désirant trouver un moyen de prévenir les pertes causées par la mortalité des oliviers à la suite des grands hivers, nous avons greffé cet arbre sur le frêne. Nous avons obtenu des rameaux d'oliviers très allongés et très vigoureux, en apparence, mais qui sont morts à la troisième année sans avoir porté ni fleurs, ni fruits. Cette expérience, faite en 1820, paraît aussi avoir été tentée par M. Decandolle, qui a observé les mêmes effets de la greffe de l'olivier sur le troëne [1]. D'un autre côté, nous savons que presque tous les arbres rosacés à noyau et à pepin se greffent avec succès sur les arbres rosacés de la division correspondante : le pêcher sur le prunier, sur l'amandier, sur l'abricotier; le poirier sur le pommier, sur le coignassier, etc. Il n'y a donc pas de règle absolue pour juger de la possibilité des greffes; nous pouvons dire seulement que les greffes réussissent, mais ne durent pas toujours entre les arbres d'une même famille : elles réussissent et durent entre les arbres du même genre ou de genres voisins qui ne sont séparés qu'artificiellement; elles sont certaines entre les variétés de la même espèce. Ces principes ne souffrent qu'un petit nombre d'exceptions.

La greffe a pour but de propager les variétés obtenues par

(1) *Physiologie végétale*, p. 791.

la culture et le semis des arbres dont la variété la plus commune ne possède pas des propriétés aussi recherchées et aussi avantageuses. Dans la grande culture, on greffe les arbres à fruits tels que les pêchers, les noyers, les amandiers, les pommiers, les oliviers, la vigne, pour obtenir de plus beaux fruits, ou des fruits dont la récolte soit meilleure et plus sûre, soit à cause de leur précocité, soit à cause de leur retard, soit à cause de leurs qualités; on greffe aussi les mûriers pour remplacer la feuille découpée et les branches anguleuses, et pour ainsi dire épineuses du sauvageon, pour les feuilles larges, entières, nombreuses, et les rameaux rectilignes du franc.

Thouin, dans sa *Monographie des greffes*, en a décrit plus de cent vingt-cinq espèces. Nous ne parlerons ici que des plus simples et des plus usitées dans la pratique agricole, renvoyant, du reste, à l'ouvrage que nous venons de citer et à celui de Tschudy [1], ceux qui voudraient connaître à fond tout ce qui a rapport à cette opération, et à *la Maison rustique* ou au *Bon Jardinier*, ceux qui veulent en apprendre le mécanisme.

Les deux genres de greffe usités dans la culture sont les greffes par *scions* et celles par *gemmas*. Les premières sont celles où on laisse le bourgeon attaché à son propre bois, et où on cherche seulement à mettre en contact les bords des sections faites dans l'écorce de la greffe et du sujet. On croyait autrefois que cette greffe ne pouvait s'exécuter qu'au printemps, quand la sève s'élève vers le bourgeon, moment qu'on reconnaît quand l'écorce se détache facilement de l'aubier; mais il est bien reconnu aujourd'hui qu'elle peut se pratiquer à toutes les époques de l'année, et avec autant de chances de succès pendant le repos de la sève que quand elle est en mouvement. Pour exécuter l'opération de la greffe, on coupe nettement la tige du sujet sur lequel on veut greffer, au point où

(1) *Essai sur la greffe de l'herbe, des plantes et des arbres.*

on veut opérer ; on la fend verticalement par le milieu, et on y introduit un coin de bois qui maintient la fente ouverte; alors on prend un petit scion, ou extrémité du rameau de l'arbre qu'on veut greffer : ce scion doit porter au moins trois bourgeons ; on le taille à son extrémité inférieure en forme de coin, on l'introduit dans la fente béante du sujet (*fig.* 156), on fait coïncider bien exactement les écorces du sujet et de la greffe, puis on retire le coin qui maintenait la fente ouverte ; la greffe se trouve alors enchâssée et pressée par les deux côtés de la fente, qui reviennent sur eux-mêmes.

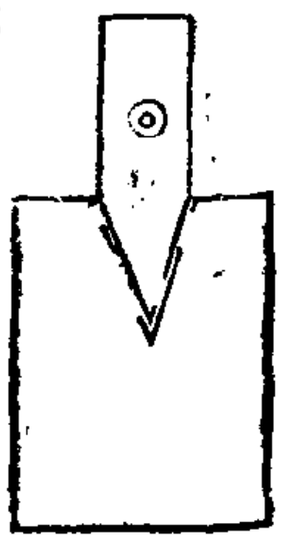


fig. 156.

Le plus souvent on insinue deux scions, un de chaque côté de la fente; quelquefois, sur les grosses branches, on fait une nouvelle fente croisant la première, et dans laquelle on place deux nouveaux scions : on a alors la *greffe en couronne*.

Les scions étant fixés, on remplit la fente et on entoure l'extrémité de la branche avec de l'onguent de Saint-Fiacre (mélange d'argile et de bouse de vache); on enveloppe le tout avec un morceau de toile à canevas, dont on laisse sortir les scions, et l'opération est terminée.

Cette greffe solide convient particulièrement aux arbres à haute tige et aux vignes, dont la greffe se fait près de terre. Elle est usitée depuis les temps les plus anciens [1].

On agit de la même manière sur les racines. M. Daguerre prétend qu'on obtient ainsi des arbres qui prennent un grand et prompt développement.

La greffe par gemma ou bourgeon consiste à adapter, sur une partie du sujet dont on a écarté l'écorce et mis le liber à nu, un morceau d'écorce de la greffe chargée d'un ou de plusieurs bourgeons. On se sert dans la pratique agricole de deux

(1) Caton, *De re rusticâ*, cap. XLI.

espèces de greffe par gemma : 1° la greffe en écusson ; 2° la greffe en flûte.

1° *Greffe en écusson*. On prépare le sujet en incisant l'écorce en forme de T, de manière qu'un bourgeon soit compris dans la branche descendante du T. Puis on soulève deux lambeaux de l'écorce, de manière à laisser à découvert un triangle A. (*fig.* 157).

On détache ensuite de la greffe une partie triangulaire à peu près égale au triangle A, et qui contienne un bourgeon. Après l'avoir cernée, et avant de l'enlever, on passe une lame de couteau en arrière, de manière à enlever une portion de l'aubier derrière le bourgeon. Si celui-ci se trouvait vide en arrière, il ne reprendrait pas. On place alors le segment triangulaire de la greffe dans le segment découvert du sujet ; on le recouvre par les deux lambeaux qu'on avait renversés, et on les serre autour de la greffe par une lanière d'écorce.

Cette greffe est dite *à œil poussant* quand elle a lieu au printemps et jusqu'au commencement de l'été : alors le bourgeon ne tarde pas à entrer en végétation. La greffe du mois d'août est appelée *greffe à œil dormant*, parce que ce n'est qu'au printemps suivant qu'a lieu la pousse du bourgeon.

Quand on greffe des arbres de la famille des Aurantiacées, on fait le plus souvent les incisions en T renversé, ⊥. On croit qu'elle réussit mieux de cette manière (Risso).

Les jardiniers préfèrent presque toujours la greffe en écusson à toutes les autres, parce qu'elle peut s'exécuter sur les moindres rameaux et sur les très petits pieds d'arbres, parce qu'elle est expéditive, et parce qu'elle n'oblige pas de sacrifier l'arbre, comme la greffe en fente, dans laquelle on coupe la tête du sujet.

2° *Greffe en flûte*. On recèpe le sujet au point où on veut opérer ; on découpe son écorce en lanières, qu'on fait retomber. On prend ensuite un anneau, ou tube cylindrique, de

l'écorce de la greffe pris sur un rameau d'un an, et portant plusieurs bourgeons, de dimension telle qu'elle s'adapte le mieux possible au cylindre du bois du sujet mis à découvert

(*fig.* 158). Quand on a placé ce cylindre, on relève les lanières de l'écorce, et on les serre au moyen de liens d'écorce sur l'anneau de la greffe, de manière à laisser ses bourgeons à découvert; enfin on couvre le sommet de la greffe d'onguent de Saint-Fiacre enveloppé de toile à canevas.

Si le diamètre du tube est trop grand et qu'il ne s'adapte pas bien au cylindre du sujet, on le fend avec un couteau, et on en retranche ce qui est nécessaire pour qu'il s'y adapte bien; on l'arrête ensuite de la manière prescrite.

Cette greffe est très solide, se dérange peu, et résiste bien au vent; aussi l'emploie-t-on de préférence pour greffer en tête et sur place la plupart des arbres dans la grande culture, les noyers, les amandiers, les châtaigniers, les mûriers, les figuiers, etc.

CHAPITRE XI.

Retranchement d'organes des végétaux pour obtenir un plus grand ou un meilleur produit

L'observation des phénomènes qui se produisent pendant la végétation des plantes conduit à opérer le retranchement de certaines de leurs parties : ainsi on pince l'extrémité des tiges du melon, et de plusieurs autres cucurbitacées, pour éviter qu'elles continuent à porter des fleurs trop nombreuses, dont les dernières n'auraient pas le temps de mûrir et détourneraient cependant une partie des sucs de la plante au profit de leurs fruits imparfaits; on taille les branches des arbres pour

diriger la séve sur celles qui sont le mieux disposées à porter des fruits, ou pour faire naître de nouveaux rameaux qui soient mieux disposés pour produire des fruits ou des feuilles; on coupe les épis mâles du maïs après la fécondation, pour qu'alors, devenus inutiles, ils ne s'emparent pas à leur profit d'une partie de la nourriture de la plante; on arrache les tiges mâles du chanvre, qui mûrissent avant les femelles, pour donner à celles-ci plus d'air et d'espace; on supprime en partie des bourgeons à fruit sur les branches qui en sont surchargées et qui ne pourraient les nourrir tous convenablement; on retranche aussi les bourgeons à bois, en laissant seulement ceux qui doivent pousser dans la direction désirée; on enlève une partie des feuilles, quand elles sont trop nombreuses, pour que les fruits soient plus facilement atteints par les rayons du soleil; on courbe les branches trop verticales pour les disposer à porter fruit; au moment de la floraison, on fait des incisions sur l'écorce des branches pour faire nouer les fruits situés au-dessus de l'incision, et empêcher le retour de la séve. Toutes ces opérations, qui sont une véritable orthopédie végétale, se réduisent à ces deux choses : 1° enlever les parties des plantes qui ont accompli leur office dans la végétation, celles qui ne pourraient compléter tous les périodes de leur végétation, et enfin celles qui, par leur disposition, les accompliraient imparfaitement aux dépens de celles qui sont mieux placées; 2° courber ou inciser les rameaux pour retarder le mouvement de la séve, et déterminer la production de fruits au lieu de celle de feuilles ou de rameaux. On obtient ces résultats au moyen, 1° du pincement; 2° de l'ébourgeonnement; 3° de l'effeuillaison; 4° de l'écimage; 5° de l'arrachement; 6° de la taille; 7° de l'arqure; 8° de l'incision annulaire. Nous allons décrire successivement ces opérations.

SECTION Ire. — *Pincement des tiges.*

Le pincement, qui consiste à retrancher l'extrémité des tiges herbacées, se fait avec l'ongle, quand elles sont minces et faibles; avec un instrument tranchant, quand elles sont plus fortes; mais toutes les fois que cela est praticable, la première méthode vaut mieux, parce que la plaie contuse faite par la pression se cicatrise plus tôt et laisse écouler moins de sucs que celle qui est faite par la serpe.

On pince les tiges qui s'emportent et produisent beaucoup de feuilles sans fleurs, comme cela arrive souvent aux pois venus dans des terrains humides et gras; on pince aussi l'extrémité des tiges du melon et des autres cucurbitacées, plantes qui continuent à fleurir pendant toute la saison chaude. Il arrive une époque où leurs fruits n'auraient plus le temps de mûrir: il est donc inutile de tolérer cette floraison improductive et cet allongement de tige. Après le pincement, tous les sucs de la plante tournent au profit des fruits restants; enfin, on pince aussi les vignes qui s'emportent, etc.

Quel est le véritable effet du pincement des tiges? On prétend donner de la force à ce qui en reste, en retenant la séve dans les parties basses, augmentant ainsi le volume des fruits et hâtant la maturité. Voici ce qui résulte, à l'égard de la vigne, des observations d'Oscar Leclerc : « La première de ces assertions, dit-il, est détruite par l'observation, qui prouve qu'une taille quelconque, soit en sec, soit en vert, n'ajoute jamais à l'accroissement normal de l'individu, et que l'arbre taillé prend toujours moins de développement que celui qui ne l'est pas. » Quant à ses effets sur les fruits, cet auteur a fait plusieurs expériences à différentes époques plus ou moins voisines de la maturité. Quand les raisins étaient encore peu avancés et qu'on pinçait les tiges, ils ne présentaient d'autre

différence que plus d'inégalité dans l'époque de la maturité, et il se développait des sous-bourgeons qui fleurissaient et acquéraient une demi-maturité. Quand il opérait plus tard, et à l'époque où l'ascension de la séve est moins active et où le sommet des sarments cesse de s'accroître, les grappes, loin d'acquérir plus de volume, s'arrêtaient en général dans leur développement et d'une manière d'autant plus marquée, que l'opération laissait subsister au-dessus un moins grand nombre de nœuds. Enfin, plus tard, en septembre, quand la température s'était abaissée, et qu'il semblait que l'exposition plus directe aux rayons solaires dût être avantageuse aux grappes, le pincement eut pour effet de nuire au développement des raisins, de retarder leur maturité et de diminuer notablement leur saveur sucrée [1].

Duhamel et Parent avaient fait des expériences semblables avant Leclerc ; mais ils avaient supprimé toutes les feuilles, et n'avaient pas ainsi constaté, comme M. O. Leclerc, les effets du simple pincement. Leurs résultats avaient d'ailleurs été les mêmes que ceux de ce dernier.

A Thomery, pays classique pour la conduite des vignes en espalier, on pince principalement pour maintenir de l'ordre dans la disposition des rameaux et pour que les sarments du rang inférieur n'aillent pas se mêler à ceux du rang supérieur. Or, les rangs sont éloignés de $0^{m},50$ les uns des autres : on pince à cette longueur, et on laisse à peu près huit ou neuf nœuds au-dessus du nœud inférieur ; il reste donc assez de feuilles pour entretenir l'ascension régulière de la séve des rameaux ; mais dans les vignes en plein vent, ce motif ne peut être allégué, et cependant l'opération est conseillée et pratiquée dans un grand nombre de ces vignes.

Dans sa *Statistique des vignes de la Côte-d'Or*, M. Morclot

(1) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 1843, 1re partie, page 199.

nous apprend que, dans le mois d'août, lorsque les années ont été pluvieuses et chaudes, le jet de la vigne se fait avec beaucoup de vigueur; elle croît avec une rapidité étonnante; les pampres acquièrent une longueur démesurée. Le vigneron parcourt alors ses vignes, une serpe à la main, en faisant tomber sous ses coups les pampres trop allongés. Il est obligé, dans certaines années, de recommencer plusieurs fois cet étêtement, qui a le double but, dit-il, d'arrêter la séve surabondante et de donner de la force au raisin. On remarque en général, ajoute-t-il, que les années où les pampres se sont étendus outre mesure sont celles où le vin a été d'une qualité inférieure.

Dans toutes ces pratiques, on voit que le pincement modéré, en laissant un assez grand nombre de nœuds et de feuilles au-dessus du fruit, n'est pas nuisible à la maturité, et peut être utile en modérant la végétation, en diminuant la quantité de rameaux parasites, enfin en réglant leur direction ; mais que le pincement fait trop près du fruit, et sans laisser une quantité suffisante de feuilles, a été nuisible; enfin, le pincement vigoureux fait sur une tige qui ne porte pas de fleurs en détruirait la production, comme on le voit par ce qui se passe dans les pois. Nous examinerons les raisons physiologiques de ces faits après avoir parlé de l'effeuillaison.

SECTION II. — *De l'effeuillaison.*

L'effeuillaison peut avoir pour but de procurer l'accès de la lumière au fruit. Dans ce cas, elle doit se faire avec modération, et seulement quand le fruit est parvenu à sa grosseur. Ce qui le prouve, ce sont les effets directs de cette opération. Ainsi, on effeuille la betterave pour se procurer de la nourriture pour le bétail; mais cette suppression, pour si modérée qu'elle soit, diminue beaucoup le produit de la racine[1].

(1) Mathieu de Dombasle, t. VII, p. 242.

La soustraction des feuilles de la vigne nuit évidemment à ses fruits. O. Leclerc, ayant choisi deux ceps portant chacun quelques grappes dont les grains avaient acquis le cinquième de leur volume normal, détacha toutes les feuilles et continua à supprimer toutes celles provenant du développement de nouveaux bourgeons. Les grains, qui avaient fort peu augmenté de volume depuis le premier jour de l'effeuillement, cessèrent dès lors de croître; ils commencèrent à tomber un à un, et il n'en resta aucun à l'époque de la maturité.

Dans les deux opérations dont nous venons de parler, il ne faut jamais perdre de vue les fonctions importantes des feuilles. La quantité de séve qui monte dans un végétal est proportionnée à son évaporation, pourvu que l'humidité de la terre soit suffisante pour y fournir. Elle cesse de monter dans les rameaux quand elle n'y est pas appelée par l'évaporation, et elle ne monte que jusqu'à la hauteur où se trouvent les dernières feuilles. La séve qui s'élève indépendamment des feuilles, et par un mécanisme d'imbibition et de capillarité, suffisant pour préparer l'évolution des bourgeons, ne l'est plus pour amener aux fruits les substances qui sont nécessaires à la formation du sucre, de l'albumine et du gluten. Le pincement peut être utile si le torrent de la séve est si abondant et tellement renouvelé pendant la saison de la maturation, qu'il nuise à la transformation des substances qui se classent dans les fruits; il sert à arrêter cet abord nuisible de la séve. C'est ainsi que le pincement et l'effeuillaison modérés peuvent être conseillés pour la vigne dont la végétation est exubérante; pour les melons, les pois, quand leur végétation est trop vigoureuse; mais comme pratique habituelle, sur les plantes qui n'ont pas un excès de vigueur, elle est ordinairement nuisible, et il faut se garder de croire que l'insolation puisse perfectionner la maturité quand elle n'est pas accompagnée d'un mouvement de séve que la privation de feuilles fait cesser.

Section III. — *De l'écimage.*

L'écimage consiste dans la suppression des fleurs terminales de la plante. On enlève les épis mûrs du maïs après la fécondation; les épis mâles ne tardent pas alors de se flétrir. Cette opération a surtout pour but de se procurer du fourrage vert car ces cimes, manquant de feuilles, appellent peu la séve; ainsi leur suppression fait peu refluer de sucs au profit des épis granifères. Les maïs qu'on n'écime pas sont tout aussi productifs que ceux qu'on opère.

En Irlande, qui est le théâtre le plus actif de la culture de la pomme de terre, on écime les fleurs de la pomme de terre; on croit ainsi augmenter le produit des tubercules. Cette pratique se trouve aussi répandue sur plusieurs points du continent, où nous l'avons observée. L'écimage des tiges des pommes de terre ne fournit rien pour la nourriture des bestiaux; mais on l'avait recommandé pour faire de la potasse. Il était facile de prévoir, même avant les expériences de M. Mollerat, le sort que cette opération devait avoir sur la production des tubercules; elles ont constaté que le dommage était d'autant plus grand qu'elle avait lieu quand la végétation était moins avancée. Ainsi, les tiges étant coupées avant la floraison, on obtenait 4,300 kil. de racines, tandis que, retranchées seulement un peu avant la récolte, on obtenait 41,700 kil. pour la même surface du terrain.

Quant à l'écimage des fleurs, s'il était prouvé qu'il fût favorable à ces plantes, ce qui n'est pas, car certaines espèces, les plus productives en tubercules, comme la patraque blanche, sont aussi le plus chargées de fleurs et de fruits, on concevrait difficilement que le profit égalât les frais qu'occasionnent les soins minutieux qu'exige une telle soustraction et le dommage qui résulterait nécessairement du passage des

ouvriers à travers un champ bien garni, où ils meurtriraient et casseraient un grand nombre de tiges.

SECTION IV. — *De la taille et de l'ébourgeonnement.*

La taille diffère du pincement en ce qu'elle se fait quand l'arbre est dépouillé de ses feuilles et qu'il n'est plus en séve. Elle n'a pas pour but de le fortifier, comme quelques personnes l'ont cru, car elle affaiblit toujours le sujet qui y est soumis; elle est uniquement destinée à provoquer artificiellement la pousse de certains membres du végétal qui produisent d'une manière plus profitable les parties destinées à notre usage. On taille les arbres à fruit pour obtenir un plus grand nombre de fruits, ou des fruits plus beaux ; on taille les têtards pour substituer à la production de grosses branches une multitude de brindilles garnies de feuilles destinées à la nourriture des bestiaux, ou un certain nombre de jets vigoureux et jeunes; on taille les mûriers afin d'obtenir, au lieu de rameaux courts, dispersés, entremêlés, difficiles à atteindre et à dépouiller de leurs feuilles, des rameaux droits, bien espacés, présentant la plus grande surface extérieure possible, et dont on puisse enlever les feuilles d'un seul coup de main; on récèpe enfin toutes les branches d'un arbre, on le *couronne* quand il languit et se meurt par la cime pour rapprocher les bourgeons naissants de sa base, diminuer la longueur du trajet de la séve dans ses branches, en réduire le nombre, le proportionner à sa force végétative; dans ce dernier cas, on fait une véritable opération chirurgicale : les autres sont de l'hygiène.

On conçoit, d'après ce que nous venons de dire, qu'il n'y a pas de méthode générale pour la taille ; qu'elle dépend du but qu'on veut atteindre et de la nature de l'arbre auquel elle est appliquée; mais il y a des principes généraux qui doivent nous

diriger dans cette application, qui se rattache aux deux objets principaux qu'on veut atteindre : 1° provoquer la production des fruits; 2° provoquer la production du bois et de la feuille.

§ I. — Taille à fruit.

On se propose, par la taille à fruit, d'obtenir dans un temps et sur un espace donné le plus grand produit net possible de la culture des arbres à fruit. Il faut donc écarter toute considération qui n'aurait pour objet que de prolonger la vie de l'arbre; c'est sa vie utile et productive qu'on doit uniquement rechercher : il faut donc se demander s'il faut sacrifier la qualité à la quantité, si la qualité est assez bien payée sur les lieux pour dépasser en produit net celui de la quantité, si les frais de replantation fréquente ne dépassent pas le bénéfice qu'on pourrait tirer d'une production plus prolongée, etc.

Pour obtenir le plus de fruits possible d'un arbre, il faut observer sa nature, connaitre quels sont les rameaux destinés à porter du fruit et ceux qui ne peuvent plus en porter; couper ces derniers, et favoriser la pousse de ceux qui sont mieux disposés. Ainsi, pour le pêcher, il n'y a jamais de bouton à fruit sur un rameau qui en a déjà porté; d'où il suit qu'il faut provoquer chaque année la pousse du plus grand nombre possible de nouveaux rameaux : pour cela, il faut supprimer toute branche ayant porté fleur ou fruit. Le bourgeon le plus bas placé sur une branche étant le plus vigoureux, on taille court au-dessus de l'œil ou bourgeon inférieur, ou de deux yeux ou bourgeons, en supprimant toute la partie supérieure. On traite de la sorte un assez grand nombre de rameaux de deux ans pour que l'arbre reste suffisamment garni; on supprime complétement tous ceux qui sont maladifs, peu garnis de boutons, ou qui, par leur direction, contrarieraient la pousse des nouveaux rameaux.

Le pêcher abandonné à lui-même pousse toujours en haut et se dégarnit par le bas. On allonge plus ou moins la taille, selon le plus ou moins de fertilité du terrain, de manière à ce que l'arbre puisse nourrir tous les fruits qu'on lui conserve. Nous traitons ici la question d'une manière générale, et sans entrer dans la conduite de l'espalier, qui tient à l'horticulture.

Le pêcher porte ses fruits sur les rameaux d'un an ; mais la vigne les porte sur ceux de l'année, et les bourgeons naissent sur le vieux et le nouveau bois. La seule attention qu'exige cette taille est donc de conserver un nombre de bourgeons proportionnés à la force et à la nature du sol. C'est dans la fixation de cette proportion que consiste l'art du cultivateur. Qui ne comprend combien est absurde cette uniformité de taille qui règne par la force de l'habitude, et qu'on applique aux vignes situées sur des terrains gras, fertiles, pourvus d'amendements, faciles à remplacer par d'autres végétaux quand elles sont sur leur déclin, et les vignes des terrains maigres qui ne pourraient être remplacées avantageusement et dont il faut prolonger indéfiniment la durée? C'est la pratique de ces dernières qui a été introduite avec la vigne elle-même quand elle a été importée sur les terrains fertiles. Dans ceux-ci, elles peuvent être chargées sans inconvénient, tandis que les autres doivent être ménagées. Nos vignerons si intelligents du Languedoc commencent à comprendre cette vérité; ils allongent leur taille, abrègent la durée de leurs vignes pour obtenir le maximum de produit dans le temps le plus court.

Prenons un autre exemple : le poirier. Chez lui les bourgeons à fruit restent quelquefois plus de quatre ans à grossir avant de se développer. Ils prennent chaque année une ou deux feuilles, laissent sur leurs supports la trace de leurs pétioles, et finissent par former une espèce d'excroissance ligneuse appelée *lambourde*, d'où sort enfin un court rameau couvert de boutons à fleur ; le bourgeon terminal de chaque ra-

meau se développe toujours en bois sans produire de fruits. Pour hâter la croissance des lambourdes, il faut supprimer le sommet des rameaux pour les empêcher de s'élancer, les forcer de produire des branches latérales, pincer les rameaux les plus voisins des bourgeons fructifères, et leur renvoyer ainsi la sève qui s'égarerait à produire du bois et des feuilles. Il en est de même du pommier.

L'abricotier diffère de tous ces arbres; au lieu de pousser par le haut comme le pêcher, il se dégarnit sans cesse du haut, et se regarnit de branches par le bas. Ses branches portent en même temps du fruit et du bois; cet arbre est très sujet à l'épaississement de sa séve, qui se change en gomme. Tous ces faits nous indiquent assez que la taille de l'abricotier doit consister seulement dans le retranchement des parties supérieures malades ou mortes, et à l'ébourgeonnement des rameaux qui portent un trop grand nombre de boutons à fruits.

Ces exemples nous prouvent que la taille est une opération tout à fait spéciale pour chaque arbre; qu'elle dépend de sa nature, et qu'elle ne reconnaît d'autre loi générale que celle qui résulte des résultats économiques qu'on veut obtenir. En se procurant beaucoup de branches à fruits, on obtient la quantité; en retranchant sur ces branches à fruits un certain nombre de bourgeons, ceux qui restent sont plus à l'aise et profitent de toute la séve: on obtient alors la qualité. L'observation conduit à reconnaître les parties de chaque espèce qu'il faut retrancher, et celles qu'il faut respecter dans cette opération, sans laquelle la production du bois l'emporterait sur celle des fruits.

§ II. — Taille pour obtenir la production de la feuille.

Le principe économique, qui consiste dans le produit net le plus grand possible dans l'espace de temps le plus court, do-

mine encore ici la question. Nous ignorons comment elle a été résolue par les Chinois cultivateurs du thé; chez nous le mûrier est le seul arbre qu'on cultive pour la production de sa feuille, et nous croyons devoir renvoyer nos lecteurs à l'article où nous traitons spécialement de cet arbre pour donner les détails assez compliqués qui le concernent et qui n'auraient pas leur application ailleurs.

CHAPITRE XII.

Culture pendant la végétation des plantes.

Section Ire. — *Sarclage.*

Les cultures qui ont lieu pendant la végétation des plantes ont pour but de détruire les herbes étrangères à la culture, de rompre l'adhérence du sol, pour donner à l'air un libre accès dans son intérieur; de le tenir soulevé pour empêcher le dessèchement du fond, enfin d'entasser la terre au pied de certaines plantes, ce qu'on appelle les *butter*. Si on veut se borner à la destruction des mauvaises herbes, l'opération prend le nom de *sarclage;* elle se fait de plusieurs manières. Quand on sarcle des semis à la main, des femmes et des enfants agenouillés profitent du moment où la terre est encore fraîche pour arracher les herbes nuisibles avec leurs racines. On sarcle de cette manière, et à plusieurs reprises, depuis le moment de leur naissance et jusqu'à ce qu'elles aient pris de la force, les plantes qui doivent occuper le terrain pendant plusieurs années, et qu'il importe de délivrer de la concurrence des plantes étrangères : la luzerne, la garance, sont des cultures assez précieuses pour exiger de tels soins. L'extrême netteté des terres dans une partie de la Toscane, aux environs de Lucques, tient

à la nombreuse population de ce pays, dont les femmes et les enfants sont sans cesse occupés à la chasse des mauvaises herbes ; nous les avons vus, avec admiration, s'élancer à l'envi pour arracher une seule plante parasite qu'ils avaient découverte de loin.

La prodigieuse quantité d'herbes qui vient dans certains sols, surtout dans ceux qui sont sujets à être inondés, oblige à cette pénible et coûteuse opération, sans laquelle les plantes cultivées seraient bientôt étouffées sous l'abondance de leurs rivales. Dans les terres ordinaires, elle s'opère avec sept ou huit journées de femme (de $22^{k},64$ à $25^{k},88$ de froment); mais nous avons vu, sur les bords du Rhône, des terres où on n'en avait pas été quitte à moins de trente-quatre journées ($109^{k},99$ de blé).

Dans les terrains ordinaires, et pour les cultures annuelles, on sarcle les plantes avec la houlette, espèce de petit soc en fer longuement emmanché qui coupe entre deux terres les herbes qui garnissent les céréales, sans endommager celles-ci. La plupart de ces plantes sauvages ne repoussent pas de la racine, ou au moins leur crue est retardée ; elles ne viennent pas à maturité en même temps que les plantes cultivées et leurs graines ne se mêlent pas à celles de ces dernières. Ce travail doit se faire par un temps sec, et pour le blé, quand il commence à monter en tige et qu'il a atteint $0^{m},21$ à $0^{m},24$ de hauteur.

Le hersage fait sur un terrain dont le semis a déjà pousse a un double but : la destruction des mauvaises herbes et la rupture de la croûte superficielle du sol. Pour remplir le premier, on herse avec des instruments pesants et à dents rapprochées, des peignes même, si cela est possible, s'il s'agit d'enlever la mousse qui croît dans le gazon des prairies. On traite de la même manière les luzernes et les autres prairies artificielles dès le retour du printemps, et avant qu'elles n'entrent en végétation.

Les agriculteurs habiles recommandent aussi fortement le hersage des céréales au printemps; cette opération doit se faire par un temps humide et chaud. Le hersage détruit les mauvaises herbes, ameublit la surface du sol, et donne aux céréales une nouvelle vigueur. « Il faut se livrer à cette opération sans aucune crainte, dont la première fois on a peine à se défendre, dit Thaër (§ 1024); si après cela le champ a toute l'apparence d'avoir été semé récemment, de sorte qu'à peine on y aperçoive une feuille verte et qu'on n'y voie autre chose que de la terre, c'est alors que l'opération a le mieux réussi.... Après huit à dix jours, selon la température, on verra les plantes pousser de nouveau, et le champ paraîtra alors beaucoup plus garni de plantes qu'un autre qui n'aurait pas subi cette opération. » Mathieu de Dombasle recommande seulement de la faire de bonne heure et avant que la plante n'ait tallé; mais il ne paraît pas en avoir fait usage sur ses terres : on n'en trouve aucune trace dans les *Annales de Roville*, quoiqu'il l'ait conseillée dans le *Calendrier agricole* (mois de mars). M. Moll [1] recommande aussi le hersage, mais ne le pratique pas dans les terres qui se déchaussent et pour lesquelles le rouleau est plus nécessaire. « Nous conseillons beaucoup à tous les cultivateurs, dit-il, d'essayer les hersages des blés au printemps. Qu'ils fassent comme nous, qu'ils expérimentent sur la moitié d'un billon; ils se convaincront, dès la première année, de la bonté de l'opération. » Nous nous sommes bien trouvé aussi de herser les pommes de terre après leur sortie, avant que leur végétation fût très développée et dès que les plantes étrangères commencaient à se montrer.

Quand les plantes, sans être semées en ligne, sont assez espacées entre elles, on les cultive avec facilité au moyen de pe-

(1) *Manuel d'agriculture*, p. 83.

tites binettes étroites et pointues, ou avec des houes à la main plus larges. C'est ce genre de culture que les Flamands entendent si parfaitement, et qui fait le succès de leurs cultures sarclées (lin, colza, pavot, tabac); leurs femmes et leurs enfants sont aussi habiles à se servir de la houette que les hommes de la grande houe. Ceux-ci cultivent avec cet instrument cinq ares de terre par jour (129^{k},4 de blé par hectare)[1]; mais quand il ne s'agit que d'extirper les mauvaises herbes sans cultiver, on va beaucoup plus vite.

Enfin, quand les plantes sont disposées en ligne, on se sert des scarificateurs et des extirpateurs. Si les plantes ne sont alignées que dans un sens, après avoir cultivé les interlignes, on passe le long des lignes, avec la houe à la main, pour cultiver entre les plantes. Ces travaux doivent être de moins en moins profonds, à mesure que la saison avance, que les plantes étendent davantage leurs racines et leurs tiges, et s'emparent du terrain. En continuant alors à approfondir la culture, on serait exposé à détruire des racines qui ne se régénèrent pas sans trouble pour la végétation, et à atteindre des bourgeons qui ne seraient pas remplacés.

Section II. — *Buttage.*

Le buttage est une opération par laquelle on entasse la terre au pied des végétaux. On l'exécute au moyen de la houe ou du buttoir; il a lieu ou au printemps, avant que la terre se dessèche complétement, ou avant le commencement des froids de l'hiver.

Le buttage du printemps a pour effet de déterminer la production de nouvelles racines partant des bourgeons enterrés avec la tige; aussi est-il principalement indiqué pour les

(1) Cordier, *Agriculture de la Flandre*, p. 171.

plantes qui, comme le maïs, le tabac, sont peu enracinées en comparaison de leur hauteur et de la prise qu'elles donnent au vent. On a cru devoir l'employer aussi pour augmenter les produits des plantes dont on recueille les tubercules souterrains et qui ont des tiges allongées, et entre autres pour la pomme de terre et la batate. Les opinions sur ses résultats sont très diverses. Putsche et Bertuch [1] expliquent ces contradictions en remarquant que dans certaines espèces les tubercules poussent près de la surface du sol, le soulèvent, et ont besoin du buttage pour les préserver de l'action de la lumière qui les fait verdir et change la nature de leur substance.

Des expériences soignées, faites en Angleterre par Robertson, lui avaient donné un dixième de produit en moins pour ses pommes de terre buttées, en comparaison de celles qui ne l'avaient pas été. Ces expériences, répétées par Mathieu de Dombasle, lui ont donné les mêmes résultats; il les explique en faisant observer que lorsqu'on opère le buttage, les racines ont déjà avancé leur travail pour la formation des tubercules, à la profondeur qu'exige leur constitution. Si on amoncelle au pied de la plante une nouvelle quantité de terre, ce travail est dérangé, et la plante pousse de nouvelles racines à la profondeur voulue pour y faire naître de nouveaux tubercules. Ce double travail serait cause de la diminution observée dans les récoltes.

Jacquin [2] a obtenu, au contraire, une récolte un peu plus abondante (un dixième en sus) avec le buttage; mais les tubercules étaient moins bien faits, verdissaient sur les parties hors de terre et contractaient un goût amer. Il est évident qu'ici la végétation des tubercules primitifs avait été interrompue; que

(1) *Essai sur la monographie des pommes de terre*, en allemand (extrait de la *Bibliothèque universelle*, partie Agriculture), t. VIII, p. 178.

(2) *Bulletin de la Société centrale d'agriculture*, 1er vol., 2e série, p. 592 et 594.

de nouveaux tubercules avaient eu le temps de se former sous le monticule de terre entassée par le buttage; que le temps, la saison, en avaient favorisé le développement au point même qu'un certain nombre d'entre eux avaient percé et s'étaient montrés au jour, où ils avaient pris la teinte verdâtre, le goût âcre, qui sont le résultat de l'exposition des tubercules de pommes de terre à la lumière.

Ces résultats sont fort contradictoires et pourraient faire naître le doute ; cependant, si on remarque que partout où la culture de la pomme de terre se fait en grand, le buttage est usité ; qu'il l'est particulièrement en Irlande, où cette plante est la base de la nourriture, nous aurons un doute légitime sur la certitude des conclusions qu'on voudrait en tirer.

Il nous a paru que le buttage était utile quand il était fait de très bonne heure; quand le bas de la tige était encore herbacé, et avait une forte disposition à pousser des racines de ses bourgeons situés au-dessus du collet; quand les tubercules encore petits ne pouvaient être dérangés par le remuement de la terre fait près du pied de la plante; quand le fond de terre n'était pas meuble naturellement, et que le buttage procurait aux racines un cube de terre ameubli dans lequel elles pouvaient facilement grossir; quand le sous-sol était trop près de la surface, surtout dans les terrains humides : il nous a paru convenir surtout aux espèces qui produisent leurs tubercules en monceau, tandis qu'il était nuisible à celles qui les ramifient et les dispersent beaucoup.

Sous des conditions opposées, le buttage est indifférent ou nuisible; mais, excepté dans ce dernier cas, on regrettera peu de l'avoir fait, parce qu'il facilite l'arrachement des pommes de terre à la charrue, et qu'il est une bonne préparation pour les récoltes suivantes.

On butte aussi les plantes qui craignent le froid de l'hiver ; on ne fait ici que remplir l'indication de la loi qui nous apprend

que l'abaissement de température est toujours moins grand à mesure qu'on pénètre dans l'intérieur de la terre. C'est pour cela qu'on butte fortement l'olivier, l'oranger, l'artichaut, et même dans le nord le figuier, la vigne, le mûrier multicaule; c'est aussi pour la même raison qu'on couvre la garance de terre avant l'hiver, et non pour faire multiplier ses racines: quand celles-ci éprouvent un degré de froid trop vif, leur écorce se gerce, se réduit en poussière sous le frottement, sans produire de matière colorante.

CHAPITRE XIII.

Des récoltes.

La récolte d'un produit se fait à l'époque de sa vie végétative qui est jugée la plus favorable pour sa perfection et sa conservation. Assez souvent aussi la question économique des frais de récolte entre pour une part dans cette détermination. Ainsi on récolte le raisin à sa maturité, mais on recueille souvent l'olive avant sa maturité, qui n'est pas toujours le moment où le parenchyme fournit le plus aisément la plus grande quantité d'huile, parce que quand les olives sont mûres et tombent spontanément de l'arbre, la qualité de leur huile est moins bonne. Cette chute est successive, se prolonge beaucoup, et amène des difficultés dans la fabrication de l'huile; enfin elle n'a lieu qu'au printemps, et fait perdre la saison la plus opportune pour la culture des arbres. On a donc préféré devancer cette maturité, cueillir d'un seul coup toutes les olives, faire en masse la fabrication de l'huile, qui est plus soignée et moins prolongée, et se ménager ainsi le moyen de faire les cultures dans une saison opportune.

Ce n'est donc pas toujours la maturité du fruit qui déter-

mine le moment de la récolte. D'ailleurs qu'entend-on par maturité? Est-ce l'état où la semence peut germer et reproduire un végétal semblable? Nullement. Le pepin de la poire d'hiver est mûr bien avant que le parenchyme soit assez sucré pour que le fruit soit propre à la consommation. Et la maturité des fourrages? Ce n'est pas celle de la graine, mais un état de la tige dont l'appréciation est bien variable. La récolte des tubercules farineux ne précède-t-elle pas souvent la floraison elle-même de la plante? Autant de produits, autant de principes pour déterminer leur maturité agricole, si différente de leur maturité botanique.

Parcourons quelques-unes des modifications qu'éprouvent les principes de la maturité. Pour les plantes dont on recueille les graines, la récolte a lieu quand le périsperme est solidifié. Dans ce cas, on devance cette époque, à moins qu'elles soient sujettes à se détacher de leur enveloppe et à se répandre, en laissant la maturation s'achever dans cette enveloppe détachée de la plante. Ainsi on moissonne les céréales lorsqu'elles sont mûres ou bien près d'être mures; on se règle, pour commencer la moisson, sur la durée présumée de cette opération, de manière à ce que les dernières journées devancent le moment où la graine se détacherait de l'épi ; mais pour le colza, dont les graines mûrissent successivement dans les siliques, et dont les siliques ne sont pas toutes mûres à la fois, on arrache le plant de bonne heure, dès que les premiers signes de maturité se manifestent, sans quoi les siliques s'ouvriraient spontanément, répandraient leurs graines à terre, et l'on perdrait une grande partie de la récolte.

Si c'est le parenchyme du fruit qui est le but de la culture, on le cueille au moment où il contient le maximum de sucre ou d'huile. C'est ainsi que l'on règle la récolte du raisin, des pommes, etc.; mais si ce moment doit être devancé par les froids de l'hiver, comme cela arrive pour les poires d'hiver,

on se hâte de cueillir avant leur arrivée, parce que l'on sait que la formation de la matière sucrée se continue dans le fruit détaché de l'arbre ; c'est aussi ce que l'on fait pour les olives, d'après les motifs que nous avons exposés plus haut.

Les fourrages se fauchent en pleine fleur, quand ils doivent repousser après leur coupe. Leur fructification retarderait les coupes suivantes, et, tout en accumulant plus de sucs nutritifs dans la masse récoltée, la rendrait moins profitable aux animaux, par le durcissement des tiges, qui seraient peu appétissantes et difficiles à digérer. Si le terrain doit être défriché après la récolte, on laisse la maturité s'avancer davantage, mais jamais au point de rendre le fourrage trop ligneux.

Les feuilles se récoltent, ou au moment des besoins, comme pour le mûrier, ou avant l'époque où elles se détachent naturellement de l'arbre. Alors sans doute elles ont perdu une partie de leur faculté nutritive, mais aussi les arbres ne souffrent pas de leur soustraction, comme ils feraient si on les en dépouillait pendant que la séve est encore en mouvement.

Pour les racines, on se garde d'attendre la floraison et la fructification, époque où les sucs nutritifs passent en abondance de la racine au sommet de la tige.

On voit que, pour les récoltes, on procède comme pour la taille, d'après l'examen spécial de la plante et de l'utilité qu'on veut en tirer.

Les récoltes se font aussi d'après plusieurs procédés : 1° On cueille les fruits et les fleurs sur les arbres ; 2° on ramasse les fruits dont on attend la chute ; 3° on arrache les tiges de terre ; 4° ou on les coupe plus ou moins près du sol, par le moyen de la faucille et de la faux ; 5° ou on détache les graines des tiges par le battage ou par la pression.

SECTION Ire. — *Cueillette des fruits.*

Si la ceuillette coïncide avec la maturité des fruits, on détermine la chute de ceux qui n'adhèrent plus fortement aux branches par des secousses imprimées à l'arbre ou aux rameaux. C'est ainsi que, pour les pommes à cidre, un homme monte sur l'arbre, et, pesant successivement du pied sur les branches, leur imprime un mouvement qui détache la plus grande partie des pommes. C'est au moyen de gaules, avec lesquelles on frappe celles qui tiennent encore, qu'on parvient à compléter la récolte. On ne peut pas attendre leur chute spontanée, parce que la fabrication du cidre doit être faite tout d'un coup. Ce procédé doit être employé avec beaucoup de ménagement, car il détruit ou endommage au moins un grand nombre de boutons à fruit qui sont l'espoir des récoltes suivantes.

On gaule aussi les noyers pour abattre toutes les noix qui sont à portée, en montant ensuite aux différents étages des branches, pour atteindre celles qui sont plus élevées. Le fruit du noyer venant sur le bois de l'année, le gaulage, qui meurtrit cependant un certain nombre de bourgeons, lui cause beaucoup moins de mal qu'à un arbre qui fructifie sur le vieux bois. Il n'en est pas de même de l'olivier, dont le fruit vient sur le bois de deux ans; le gaulage fait un dégât considérable de jeunes rameaux et appauvrit beaucoup la récolte suivante. Son fruit est trop précieux pour qu'on doive se livrer à cette opération sans les raisons les plus fortes. Nous avons vu gauler les oliviers en Sicile avec des perches énormes, et les arbres étaient décrépits et pauvres de jeunes pousses. Dans la partie de la Corse la plus couverte d'oliviers (la Balagne), on attend la chute spontanée du fruit; la récolte ne s'achève donc qu'au printemps; mais dans la contrée industrieuse du cap Corse, on cueille les olives à la main sur des arbres de très haute taille. Pour y parvenir, on lie les rameaux en faisceaux

qui donnent aux ouvriers le moyen de les atteindre sans risquer leur vie sur des branches trop faibles; on ne gaule que les branches écartées.

On cueille sur plante plusieurs fruits, tels que les artichauts, les capsules de coton, les ricins, qui mûrissent successivement; enfin on recueille jour par jour les fleurs du safran qui veulent être enlevées immédiatement après leur apparition.

La vendange est une opération tout à fait spéciale, qui exige de grands détails que l'on trouve à l'article de la vigne.

SECTION II. — *Récolte des fruits.*

On attend la chute du fruit de quelques espèces végétales, que l'on ne peut recueillir sur l'arbre. Nous venons de dire que ce procédé est fondé pour les olives de quelques contrées, et nous en avons expliqué la raison. Dans les pays où l'olive est cueillie sur l'arbre, on ramasse à terre celles dont les vents ou la piqûre d'un insecte ont déterminé la chute. Cette opération précède chaque matin la cueillette des arbres.

Les châtaignes ne sont gaulées que dans les pays où on craint des neiges précoces. On attend, en général, qu'elles tombent elles-mêmes de l'arbre. On conçoit qu'un fruit aussi couvert de piquants serait peu agréable à cueillir; son hérisson s'ouvre le plus souvent en tombant, mais, dans le cas contraire, on le frappe d'une petite masse de bois qui délie la châtaigne de son enveloppe.

SECTION III. — *Récolte des racines.*

On arrache les racines de terre au moyen d'instruments à la main ou traînés par des animaux. Quand les plantes sont distantes les unes des autres et qu'elles plongent peu en terre, comme les betteraves, les pommes de terre, on les arrache avec la bêche ou la houe. On se sert de la bêche pour les bette-

raves qui sortent hors de terre, et n'ont besoin, pour être extraites, que d'un seul coup à une place déterminée; c'est avec la houe qu'on arrache les pommes de terre, parce qu'il faut enlever à la fois un cube de terrain dont l'étendue n'est pas déterminée, et dont on connaît seulement le centre approximatif indiqué par la position de la plante.

C'est également à la bèche ou à la houe qu'on arrache le plus souvent les racines de la garance, parce que, outre qu'il faut creuser profondément, il est nécessaire ensuite de démêler chaque partie de racine de la terre qui l'enveloppe. Le travail à la main est très propre pour recueillir un produit précieux et dont il ne faut rien négliger. Nous en traiterons en détail en parlant de la culture spéciale de cette plante.

Les carottes profondément enracinées ne supportent pas les frais d'un arrachage à la main; on les arrache donc à la charrue. On peut aussi se servir de cet instrument pour les betteraves dont la racine ne sort pas de terre, ainsi que pour extraire les tubercules de pommes de terre; pour celles-ci, on fait suivre le labour par un hersage qui ramasse celles qui auraient échappé à l'œil des ouvriers qui suivent le sillon. La charrue Bonnet est éminemment propre, par sa disposition, à soulever et pulvériser la terre qui contient les racines; on n'a pas besoin alors de lui donner beaucoup d'entrure. On arrache aussi les garances à la charrue quand les champs présentent assez d'étendue, et surtout de largeur, pour ne pas trop multiplier les retours.

Toutes les fois qu'on arrache des racines à la charrue, cet instrument est suivi d'ouvriers pour diviser la terre avec des fourches, et en extraire les tubercules et les racines. Le nombre des ouvriers doit être suffisant pour que ce travail soit fait pendant le temps que les chevaux mettent à tracer un sillon.

Avant d'être entassées, les récoltes racines doivent être

laissées sur le champ un temps plus ou moins long pour se ressuyer (quelques heures dans le midi ; un jour ou deux dans le nord, selon l'état de l'atmosphère). Si le temps menaçait de la pluie, le séchage préalable devrait avoir lieu sous des hangars.

Dans les climats où les gelées sont peu fortes et peu nombreuses en hiver, où les troupeaux peuvent parquer dans cette saison, on fait consommer sur place les navets qui poussent hors de terre (turneps). On aménage cette nourriture en faisant passer successivement le parc sur les différentes parties du terrain, de manière que les turneps ne soient pas seulement entamés, puis abandonnés, sans être entièrement consommés.

SECTION IV. — *Arrachage des tiges.*

On arrache à la main les tiges d'un certain nombre de plantes peu enracinées, ou qui croissent trop bas pour pouvoir être fauchées, ou que l'ébranlement de la faux pourrait égrener : celles du chanvre, du lin, du sarrasin, de la navette, de la cameline, etc.

Les pieds mâles du chanvre sont arrachés après la floraison, quand ils jaunissent et commencent à incliner leur tête. La maturité de la graine annonce le moment d'arracher les femelles. Les tiges sont mises en bottes plus ou moins grosses, selon les usages du pays. Quand le chanvre est fort et vigoureux, comme dans le Bolonais, on ne l'arrache pas, mais on le coupe à la faucille. Les racines alors sont grossières et ne donnent que de mauvaise filasse.

On récolte le lin avant que la graine soit complétement mûre, si on veut se procurer de belle filasse ; mais la graine est alors peu propre pour la semence, et elle est moins chargée d'huile.

La méthode d'arracher les tiges des plantes textiles nécessite ensuite la séparation de la racine, si on veut avoir de la filasse de belle qualité; sinon la partie inférieure de la filasse est grossière et déprécie toute la matière. Dans plusieurs pays du nord, on coupe ces plantes avec une serpette, ce qui est bien préférable et augmente la valeur de la filasse.

Les plantes oléagineuses de petite taille, qui sont arrachées à la main, doivent être récoltées avant la maturité complète et dès que quelques capsules paraissent disposées à s'ouvrir, pour prévenir l'égrènement des semences.

Quant au sarrasin, ses graines ayant aussi l'inconvénient de ne pas mûrir toutes à la fois, on l'arrache quand la plus grande partie d'entre elles a pris la couleur noire et sans attendre la maturité des autres, car les plus avancées se détacheraient spontanément de la plante. On en fait des tas, où la maturité s'achève, en attendant qu'on procède au battage.

Section V. — *Sciage ou fauchage des tiges.*

On scie les fourrages et les tiges des céréales, et autres plantes portant des graines, avec des faucilles de différentes formes et avec la faux. Ce dernier instrument doit être incontestablement préféré pour les fourrages, car outre sa célérité et son économie, il rase l'herbe beaucoup plus près, l'obliquité de son manche et celle de sa lame permettant à l'ouvrier de lui donner un mouvement horizontal qu'il ne pourrait imprimer à la faucille sans se mettre à genoux.

L'ouvrage à la faux s'expédie d'autant plus rapidement que les fourrages sont plus clairs et les herbes moins résistantes, car il faut que l'impulsion donnée à l'instrument suffise pour abattre d'un seul coup tout ce qui se trouve dans le mouvement circulaire qui lui est imprimé, et l'étendue de ce mouve-

ment dépend de la longueur du bras et de celle du manche qui est constante; le faucheur fait donc varier, selon la résistance qu'il doit éprouver, la largeur de l'andain qu'il doit couper; il avance moins quand les herbes sont nombreuses et résistantes, et davantage quand elles sont rares et faibles. Ainsi l'ouvrier abattra, dans le même temps, une surface de luzerne double d'une surface de blé. Entre ces deux extrêmes se placent tous les degrés de résistance. La journée d'un faucheur moyen, dans le midi, est de 5,400 mètres carrés d'un blé dont les tiges ne soient pas mêlées et versées; Thaër porte cette quantité à 6,300 mètres carrés en Allemagne; Pavis à 6,000 mètres en Bresse. Peut-être ont-ils fait leurs observations sur des ouvriers d'élite, comme on les choisit pour essayer une méthode nouvelle dans un pays. Nous avons aussi des faucheurs qui abattront 9,000 mètres carrés dans leur journée. Peut-être aussi les chaumes sont moins secs et moins durs en remontant vers le nord. Quoi qu'il en soit, le chiffre que nous avons donné est le résultat d'une longue expérience dans un pays où le fauchage des blés est depuis longtemps une pratique générale.

Cette opération est pénible, et n'est habituellement exercée que par les hommes les plus forts et les plus laborieux. Le fauchage d'un hectare de blé est estimé comme le travail de six journées d'un ouvrier ordinaire, et cependant il est effectué en moins de deux journées. Le fauchage d'un hectare de luzerne est payé comme trois journées d'ouvrier, et on l'effectue en une seule journée.

Le coup de faux ramène à la gauche du faucheur toutes les tiges qu'il a coupées, et qui se trouvent rangées en lignes, ou andains, de droite à gauche. Ce renversement s'opère de lui-même pour les herbes; mais, pour les céréales, il convient d'armer la faux d'un appareil de baguettes qui maintient la javelle dans sa chute, en plaçant tous les chaumes parallèle-

ment, les épis en dehors à gauche, de sorte qu'il est facile ensuite de les lier pour les réunir en gerbes.

On coupe aussi les céréales avec la sape, qui n'est autre chose qu'une petite faux appuyée sur le bras droit et maniée de la main droite, tandis qu'avec un crochet l'ouvrier rassemble et présente de la main gauche un faisceau de tiges au tranchant de l'instrument. Selon Antoine [1], on coupe 60 ares à la faux, 40 à la sape et 20 seulement à la faucille. Par cette dernière méthode, d'ailleurs, on laisse le chaume très haut, et il y a une grande perte de paille, à moins qu'on n'ait recours à un fauchage subséquent qui augmente beaucoup les frais de la moisson. Mais elle présente le grand avantage d'employer tous les bras indistinctement, les plus faibles comme les plus forts; de les employer en grand nombre; de pouvoir recruter à une époque fixe la population des montagnes pour faire la moisson de la plaine, pour laquelle les forces locales seraient insuffisantes. Quand ces émigrations ne ne sont pas possibles, on doit, sans hésiter, se servir de la faux qui expédie l'ouvrage, d'autant plus pressé que les champs à moissonner sont plus vastes et qu'on a attendu une maturité plus avancée pour commencer la moisson. Chaque faucheur exige l'aide de deux femmes employées à lier les gerbes de blé.

La perfection de l'opération du fauchage, pour les prairies, consiste à ce que les tiges soient coupées le plus bas possible, et que la faux ait été dirigée de telle sorte qu'elle ne laisse qu'un tapis ras sans inégalités. La première condition dépend de la volonté de l'ouvrier, de l'égalité de la surface du terrain, de l'absence de mottes et de pierres; la seconde tient à son habileté, car, en frappant son coup de faux, il élève nécessairement le bras, l'abaisse ensuite jusque vis-à-vis de son corps, et

(1) *Maison rustique du XIX^e^ siècle*, t. I^er^, p. 297.

le relève enfin après l'avoir dépassé. La faux décrit donc une courbe, et ce n'est que par son adresse à diriger son bras qu'il altère cette courbe au point qu'elle devienne insensible à l'œil. Avec un mauvais faucheur, chaque coup de faux coupe moins ras à son point d'arrivée et à son point de départ du sol ; il laisse apercevoir l'allée qu'il parcourt bordée de chaque côté par une lisière de gazon plus élevée. Ainsi, un faucheur qui veut s'épargner causera d'abord une grande perte, car, sur un fourrage de 6 décimètres de haut, il peut faire perdre plus d'un dixième du foin en fauchant à $0^{m},6$ au-dessus du sol, l'herbe étant plus garnie du bas que du haut, et celui qui sera mal habile, qui rasera au milieu et relèvera sur les bords de l'andain, pourra aussi en occasionner une assez sensible. C'est donc une très mauvaise économie que d'employer de mauvais faucheurs.

On a contesté cette nécessité de faucher court relativement aux céréales. Des cultivateurs veulent, au contraire, qu'elles le soient très haut, et disent que les terres s'en trouvent bien. Il n'est pas douteux que celles qui sont peu et rarement fumées ne reçoivent par là un engrais précieux : il ne s'agit donc que de comparer sa valeur à celle de la paille qu'on aurait obtenue en plus, et comme elle a généralement un prix supérieur à celui qui résulte de son emploi comme engrais végétal, puisque, conservant les mêmes propriétés fertilisantes, elle rend, en outre, le service de faire litière aux animaux, la question ne nous paraît pas douteuse.

Il y a cependant des circonstances où la méthode de couper haut doit être approuvée : d'abord quand on abonde en litières, et qu'on donne ainsi aux terres un engrais qui ne coûte point de transport ; en effet, un hectare de terre qui a produit 20 hectolitres de blé donne 3,000 kil. de paille coupée à $0^{m},04$ du sol ; si on le coupe à $0^{m},20$, comme cela arrive le plus souvent par le sciage à la faucille, on perd 0,16 sur 100, ou 480 kil.

de paille. Si on veut faire faucher le chaume, cette opération coûtera au moins 25 kil. de blé, ou 5 kil. de blé par quintal métrique; sa valeur, de $11^k,2$ de blé, se trouve donc réduite à $6^k,2$, sans y comprendre le charroi : comme engrais, elle vaut $4^k,05$ de blé au moins. Il y a donc peu d'intérêt à se donner ce travail de surrérogation, à moins que les chaumes se trouvant garnis de beaucoup d'herbes encore vertes et ayant toutes leurs propriétés nutritives, on ne puisse en obtenir un bon fourrage. Il faut ajouter, cependant, que les blés qui ont une longue tige et sont mêlés d'herbes qui entretiennent la fraîcheur de la paille, sont plus difficiles à fouler ou à battre que ceux qui sont coupés court.

Mais si les herbes adventives sont très multipliées, qu'elles soient déjà parvenues à maturité et qu'on craigne de voir leurs graines enterrées par la charrue et propres à perpétuer ce défaut de netteté du champ, alors ce qu'il y a de mieux à faire c'est de profiter de la hauteur des chaumes pour les incendier et consumer en même temps ces germes nuisibles. Après leur combustion, la surface de la terre, assouplie malgré la sécheresse, se laisse pénétrer facilement par les instruments. Si on lui donne alors un coup d'extirpateur, les semences échappées au feu ne tarderont pas à germer aux premières pluies, et il sera facile de les détruire par une nouvelle culture.

SECTION VI. — *Époque de la coupe des fourrages.*

On est loin aussi d'être d'accord sur l'époque où il faut couper les foins naturels et artificiels. Les uns attendent que les herbes aient défleuri et que les graines commencent à être formées; d'autres coupent quand la floraison est établie sur le plus grand nombre de plantes.

Dans les prairies naturelles composées d'une grande quantité de plantes différentes qui ne fleurissent pas en même

temps, les grandes graminées sont celles dont la floraison est le plus retardée, et on attend généralement qu'elles soient en pleine fleur pour faucher ; mais la floraison de ces plantes étant aussi successive, il en résulte que la plupart s'égrènent sous la faux ; que les légumineuses, ayant passé fleur, perdent une grande partie de leurs feuilles ; que la tige des ombellifères est durcie, et ne peut plus être mangée.

En Lombardie on choisit, pour faire la première coupe des prairies, le moment de la floraison de la phalaride roseau (*phalaris arundinacea*) ou du pâturin commun (*poa trivialis*); les trèfles sont encore en fleurs à cette époque. Cette précocité permet de faire quatre coupes de foin dans les prés arrosés, tandis que dans ceux du midi de la France, où on fauche plus tard, on ne peut en obtenir que trois. La trop grande maturité entraîne une perte dans la quantité et dans la qualité du foin. En automne, la décroissance de la température ne permet pas toujours d'attendre que le pré soit fleuri, et on le coupe dès que le gazon est bien garni.

Il est hors de doute que les fourrages légumineux, surtout distribués en vert, profitent plus au bétail qu'un poids pareil de fourrages desséchés. A notre prière, M. Payen avait analysé le trèfle vert et le trèfle desséché dans son laboratoire; il leur avait trouvé exactement la même dose d'azote; M. Boussingault[1], comparant ensuite le trèfle fané et bottelé dans le champ et celui qu'il avait desséché dans son laboratoire, avait trouvé ce dernier plus riche en azote. Il l'attribuait avec raison à ce que, dans le fanage et le transport, les plantes perdent une grande quantité de folioles et de fleurs qui sont les parties les plus riches et le mieux pourvues de substances nutritives. Ses nouvelles expériences tendent à prouver, en effet, que le trèfle vert et le trèfle sec possèdent les mêmes facultés nutritives quand on ne laisse perdre aucune partie dans l'opé-

ration des fanages[1]. M. Perrault de Jotemps[2], ayant fait faner sur des draps de la luzerne et du trèfle, constata que le trèfle à mi-fleur donnait 35,27 de foin pour 100 de fourrage vert, mais que la chute des folioles et des têtes de fleurs faisait perdre un quart de cette quantité : il restait donc seulement $22^k,32$ de foin sec pour 100 kil. d'herbe. Il trouva également que, dans la nourriture des animaux, il fallait $1^k,50$ de ce foin sec pour représenter l'effet de 4 kil. d'herbe; mais cette quantité de $1^k,50$ représente, après dessiccation, $6^k,7$ de trèfle vert; il y avait donc un avantage de près de 60 pour 100 à employer le trèfle vert plutôt que le sec.

Il pourrait se faire, d'ailleurs, qu'en supposant même une dessiccation soignée et aussi parfaite que possible, les animaux digérassent mieux les nourritures imprégnées de sucs que les nourritures sèches. On sait qu'ils profitent beaucoup des aliments secs donnés sous forme de soupes; que les essais tentés pour leur administrer le foin cuit, ou seulement humecté, ont eu du succès, et que l'embarras que causent ces préparations a seul empêché de les continuer. Il est donc probable qu'ils assimilent mieux les fourrages qui possèdent encore leur eau de végétation, et qu'au contraire ceux qui sont trop desséchés et trop solides ne le sont pas aussi complétement. Il est bien entendu que, dans cet emploi des herbes fraîches, on prendra contre la météorisation des animaux toutes les précautions prescrites par la zootechnie, et, en premier lieu, celle de ne servir les fourrages légumineux verts qu'après qu'ils sont flétris par un demi-fanage.

Mais la consommation en vert nous conduit nécessairement à faucher les plantes en différents états, car elle est successive, et si on la commence quand la plante est en fleurs, on atteint bientôt l'époque où, sa fructification achevée, elle perd

(1) *Comptes rendus de l'Acad. des sciences*, 27 avril 1846.
(2) *Journal d'agriculture pratique*, t. III, p. 106 et suiv.

spontanément la plus grande partie de ses feuilles. Schwerz [1] veut qu'on commence à faucher le trèfle aussitôt que la faux peut le saisir, « parce qu'à cet état de croissance il produit plus de lait, et que c'est le moyen de régler les coupes pour qu'elles se succèdent sans interruption. » Les vaches rebutent le trèfle dont les tiges sont devenues dures, gâtent alors la majeure partie de ce qu'on leur donne et rendent sensiblement moins de lait, et il cite à l'appui de son opinion celle de Schweitzer qui dit : « que plus tôt on commence à faucher le trèfle et plus tôt il recroît, et que c'est de cette manière seulement qu'il est possible d'avoir toujours de jeune trèfle, le fourrage de tous le plus agréable aux bestiaux. » Lorsqu'il est devenu trop grand, ce qu'on peut faire de mieux est de le convertir de suite en foin. « C'est agir d'une manière tout à fait irrationnelle, ajoute-t-il, que d'attendre, pour couper le trèfle, qu'il commence à former ses boutons de fleurs; et, dans ce cas, on n'aura pas longtemps à se réjouir de la quantité de lait et des autres avantages que procure l'emploi du trèfle vert, et qu'on n'obtient que du jeune trèfle. Nous commençons souvent, dit-il, à le faucher avant qu'il ait atteint 0m,13 de hauteur. »

M. Boussingault a prouvé que les plantes ne cessent d'accumuler les substances nutritives depuis leur naissance jusqu'à leur maturité, et que c'est une erreur de croire qu'après leur floraison elles vivent des sucs qu'elles ont déjà soutirés de la terre et de l'atmosphère. Ayant pris 450 plantes de blé dans une place où la végétation paraissait bien uniforme, à trois époques différentes, le 19 mai, le 19 juin, époque de la floraison, et le 15 août, époque de la moisson, voici les résultats remarquables qu'il a obtenus, rapportés à l'étendue d'un hectare qui aurait produit 21b,88 de froment pesant 1,685 kil.; paille et balle, 2,681; chaumes et racines, 300. Total : 14,666 kil.

(1) *Culture des plantes fourragères*, traduction française, p. 85.

Époques.	Poids des plantes desséchées par hectare.	Carbone.	Hydrogène.	Oxygène.	Azote.	Matières minérales.
19 mai.	689	257,0	40,0	354,1	12,4	25,5
9 juin.	2631	1007,7	163,1	1370,7	23,3	65,8
Accroissement du 19 mai au 5 juin.	1992	750,7	123,1	1016,6	11,3	40,3
15 août.	4666	1735,8	317,3	2324,3	42,0	186,6
Accroissement du 9 juin au 15 août.	2035	728,1	154,2	953,6	18,7	120,8

Si on supposait que l'assimilation eût marché du même pas du 1er mars au 15 août, pendant toute la durée de la végétation dans les céréales, on trouverait pour chaque jour l'accroissement suivant des principes constituants de la plante :

	Nombre de jours.	Matières végétales sèches.	Carbone.	Azote.	Matières minérales.
Du 1er mars au 19 mai.	79	6,82	2,75	0,12	0,28
Du 19 mai au 9 juin.	21	92,95	35,75	0,54	1,92
Du 9 juin au 15 août.	56	36,34	13,00	0,33	2,16
Assimilation moyenne par jour.		28,09	10,88	0,25	1,18

Ainsi, dans son jeune âge, et jusqu'à l'émission des tuyaux, l'accroissement est faible ; il est à son maximum de ce point à celui de sa floraison : la plante accumule surtout du carbone et de l'azote ; il se ralentit de la floraison à la maturité, sous le rapport de l'assimilation du carbone et de l'azote, mais la plante accumule alors plus de substances minérales. Si ces données se vérifient encore pour les plantes légumineuses, dans les nouvelles expériences que M. Boussingault annonce, on sera convaincu que c'est le moment de la floraison qui doit être choisi pour faucher les fourrages s'ils doivent donner de nouvelles coupes, ou si on trouve un emploi de la terre après leur enlèvement. Si, au contraire, la prairie ne devait pas repousser immédiatement, ou que le terrain fût sans emploi après l'enlèvement du foin, ou enfin qu'il ne convînt pas de profiter de la saison pour la labourer, on trouverait de l'avan-

tage à faucher dans une maturité un peu plus avancée, sans toutefois attendre le moment où l'accumulation des matières minérales rend le fourrage plus difficile à digérer..

Section VII. — *Fanage des foins.*

Les herbes fauchées se dessèchent d'autant plus rapidement que l'air est plus sec et plus chaud. En été, avec une température de 25° moyenne, à l'ombre, et de 44° à la surface de la terre, au soleil, à midi, le foin se sèche en un jour; au printemps, avec 16° de température moyenne à l'ombre et 35_o de température solaire à midi, on le sèche en trois jours; en automne, avec 16° de température moyenne à l'ombre et 35_o de température solaire, nous le séchions dans le même temps, s'il faisait sec, ou si nous le privions du contact avec le sol, tandis qu'il nous fallait quelquefois six jours si le temps était humide et si le foin était posé à terre. C'est aussi que, dans le midi de la France, l'automne est beaucoup plus humide que le printemps. L'évaporation du mois de mai, à Orange, est à celle du mois d'octobre :: 227 : 181.

Quand les plantes fauchées ont été échauffées par un commencement de fermentation et qu'on les expose à l'air, le fanage est bien plus rapide. Aussi, après les avoir fauchées, laisse-t-on ordinairement les herbes en andains jusqu'au lendemain de grand matin. Alors, tandis qu'elles conservent encore de la flexibilité par l'effet de la rosée de la nuit, on les éparpille sur toute la surface du pré. Le jour venu, on les rassemble en petits tas pour passer la nuit. La chaleur qui s'y développe est sensible à la main, et elles sèchent en quelques heures en étant étendues de nouveau, le lendemain matin, pourvu qu'il fasse soleil.

Dans l'été et les pays chauds, on retourne les andains le jour même de la fauchaison et dès que le dessus paraît sec. Ce qui

a été fauché le soir n'est retourné que le lendemain. On se dispense de former des tas le soir, à moins que le temps ne menace de pluie; dans ce cas on se bâte de le faire même au milieu du jour.

S'il pleut sur les andains non encore retournés, il faut se garder de les retourner jusqu'à ce que les pluies soient terminées; car alors le foin blanchirait.

Quand on fane le regain, qui est plus chargé d'eau que les autres coupes et qui se fauche dans une saison moins chaude et plus humide, pour abréger la durée de l'opération, on entasse le foin chaque soir et on l'étend chaque matin. En Allemagne on le convertit souvent en foin brun, et pour cela on fait des monceaux assez volumineux que l'on n'ouvre que quand la fermentation est bien établie et que la main ne peut plus supporter la chaleur de leur intérieur. Alors on ouvre le tas, qui se sèche rapidement, mais qui garde une couleur brune, sans que ses propriétés nutritives en soient altérées.

Les feuilles et les têtes des légumineuses étant très fragiles, on doit user de précautions en les fanant. Il faut retourner les andains tout d'une pièce et sans les éparpiller, car en le faisant, on briserait les tiges et l'on ferait tomber toutes les parties caduques. Ce foin se sèche aussi complétement dans les pays chauds, mais il ne l'est qu'imparfaitement quand le climat est humide. Alors, après une demi-dessiccation, on en fait de petits tas de $0^{m},50$ de hauteur, et on les laisse sécher, sans y toucher, s'il fait beau; s'il vient à pleuvoir, il faut, dans les intervalles de beau temps, entr'ouvrir les tas pour leur donner de l'air.

Dans les pays montagneux et humides, le trèfle se sèche très difficilement; aussi l'expose-t-on sur des piquets munis de crochets, sur lesquels on met le trèfle vert pour que l'air le pénètre de toutes parts.

Quand on veut charger le foin fané, on rassemble le foin avec

des fourches et des râteaux ; on se sert aussi du râteau à cheval et d'un châssis traîné par un cheval et qui porte le nom de *rafleur* (*fig.* 159). En chargeant sur les charrettes les fourrages

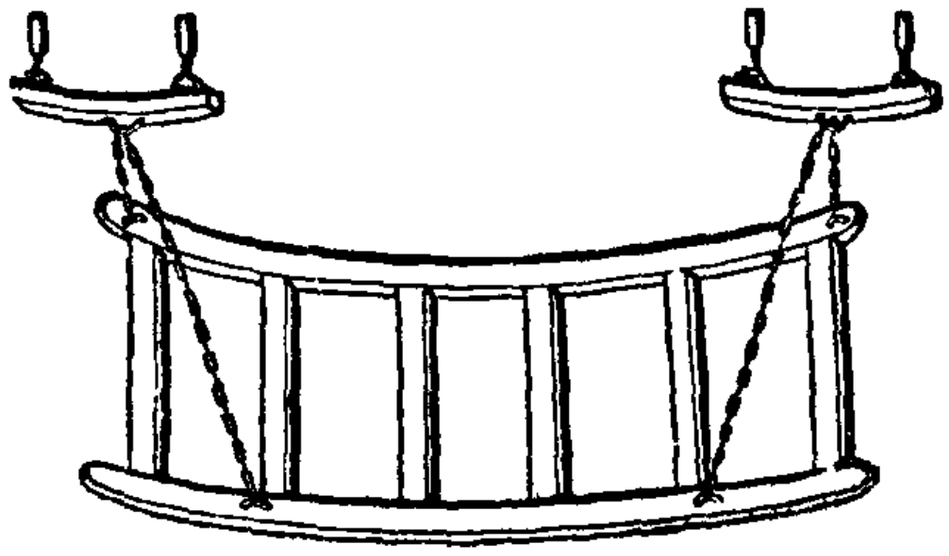


fig. 159.

provenant des plantes légumineuses, on a soin de ne pas les éparpiller, mais de les prendre au bout de la fourche dans l'état de feutrage où ils se présentent.

Section VIII. — *Mise en grenier ou en meules.*

Le bottelage du foin est une des meilleures pratiques qu'on puisse adopter sous le rapport de l'économie. Par son moyen on se rend exactement compte du produit de la récolte que l'on est sujet à exagérer quand on l'enferme en masse sans la peser, ce qui fait aussi qu'on distribue le foin sans mesure aux animaux : ils sont trop ou trop peu nourris, et on est exposé à des mécomptes très fâcheux.

Les bottes sont généralement composées de 5 kilogr. de foin qui a atteint sa dessiccation la plus avancée. On les lie avec des liens de paille, d'écorce d'osier, ou de foin tordu en corde, que l'on fabrique au moyen du tourniquet des cordiers. Si l'on a le nombre d'ouvriers nécessaires, on fait botteler sur le pré, ce qui, surtout pour les fourrages artificiels, prévient la déperdition des feuilles qui a lieu quand on charge le foin en rame sur les chariots. Il est difficile alors de fixer le poids

définitif des bottes. M. Perrault de Jotemps a trouvé que le foin perdait encore dans le grenier 16 p. 100 du poids qu'il avait après sa dessiccation sur le pré. Après les coupes d'été, nous trouvons souvent, dans le midi, que le foin a été si complétement desséché, qu'il reprend du poids dans le fenil. Mais on peut arriver à une grande précision en admettant que le foin réputé sec dans le grenier à foin peut perdre encore 0,21 d'eau par la dessiccation complète. Ainsi il sera toujours facile, en soumettant un échantillon à botteler à la chaleur de 120o, jusqu'à ce qu'il ne perde plus de son poids, de juger de la quantité réelle d'eau qu'il renferme, et de le réduire à ce qu'il doit être avec 0,21 d'eau. Soit un foin qui perde 0,33 par cette dessiccation artificielle, nous avons 121 : 133 :: 5 : 5,5. Les bottes doivent être faites du poids de 5^k,5, pour revenir à celui de 5^k, quand la dessiccation naturelle sera complète. Elles renfermeront alors 4^k,54 de foin complétement sec.

Quand on charge le foin en rame sur la charrette, il faut que le chargement soit fait de sorte qu'il ne frotte pas sur les roues, ce qui augmente beaucoup le tirage. Nous avons vu employer une sorte d'étui de planches qui enchassait la partie supérieure des roues et les préservait du contact du foin.

Le fourrage est déposé dans des fenils ou mis en meule pour attendre le moment de la consommation. Il pèse alors de 63 à 70 kilogr. le mètre cube. En Italie on parvient même à le serrer de façon qu'il pèse jusqu'à 100 kilogr. le mètre cube. On voit donc quel énorme emplacement il faut avoir pour enfermer une récolte un peu considérable. C'est ce qui explique le grand développement des hangars à foin qui entourent les cours des cassines d'Italie, dans les contrées à prairies.

On y supplée en mettant le foin en meule. Il s'y conserve mieux que dans les greniers, et cette pratique dispense des frais de construction et d'entretien de nombreux bâtiments. Si l'on recouvre la meule de balles de blé, elle est imper-

méable à la pluie. On se sert aussi pour les couvrir d'un toit léger supporté d'un mât central. On les assure contre l'incendie. Les meules doivent être disposées sur une ligne perpendiculaire à la direction du vent le plus fréquent, et placées à distance les unes des autres, pour qu'en cas d'incendie le feu ne se communique pas. Leur volume doit être assez petit, pour qu'une fois entamées on puisse les consommer rapidement.

Au moyen de bonnes presses hydrauliques, on parvient à comprimer le foin de manière à lui faire peser seulement 450 kilogr. par mètre cube, densité égale à celle du bois. Dans cet état, le foin est peu encombrant, et peut être transporté au loin avec une grande réduction dans les frais de transport [1].

SECTION IX. — *Opérations qui suivent le sciage des plantes à graines.*

Le blé étant scié, ou fauché, est laissé en javelles et mis immédiatement en gerbes. Les javelles sont les brassées de tiges laissées sur le champ telles qu'elles y ont été déposées par les moissonneurs ou couchées par la faux. Elles restent cinq à six jours, plus ou moins, dans cette situation.

Le but avoué du javelage est de maintenir les tiges du blé, par leur contact avec le sol et l'absorption de la rosée, dans un état moyen d'humidité tel que la séve continue à circuler dans la plante et que le grain achève de grossir et de mûrir. Il a encore l'avantage de hâter les travaux de la moisson, et de les rendre successifs, au lieu de simultanés qu'ils seraient, si on liait en même temps. Ainsi, dans un domaine où la maturité des céréales nécessite une grande accélération dans le

(1) Mémoire de A. Morin, *Comptes rendus de l'Académie*, t. XXII, page 441.

sciage, on doit accueillir tout ce qui fait marcher à ce but, et l'on préfère revenir ensuite sur ses pas pour compléter l'opération, quand tous les blés sont abattus.

Il ne faut pas se dissimuler pourtant que cette marche est loin de remplir toujours son objet. Si l'humidité est trop forte et trop constante, le grain germe quelquefois dans l'épi ou contracte de la moisissure, et il est difficile de trouver une succession de beau temps qui lui donne le degré de sécheresse suffisante pour être lié et engrangé. On se rappellera toujours les déplorables effets du javelage en 1816, et les vives craintes qu'a inspirées celui de 1845. Aussi dans les pays dont le climat est pluvieux met-on immédiatement le blé en petites meules ou *moyettes*, pratique usitée surtout dans nos départements du nord-ouest. On commence à placer debout une première brassée de tiges, puis on dispose autour d'autres brassées en les inclinant de manière à former une espèce de cône (*fig.* 160). On consolide l'édifice par un lien; on le couvre par une gerbe fortement liée, placée les épis en bas, et formant chapeau (*fig.* 161). Cette méthode ne saurait être trop recommandée dans le pays où le javelage paraît nécessaire, dans les années qui sont pluvieuses ou inconstantes.

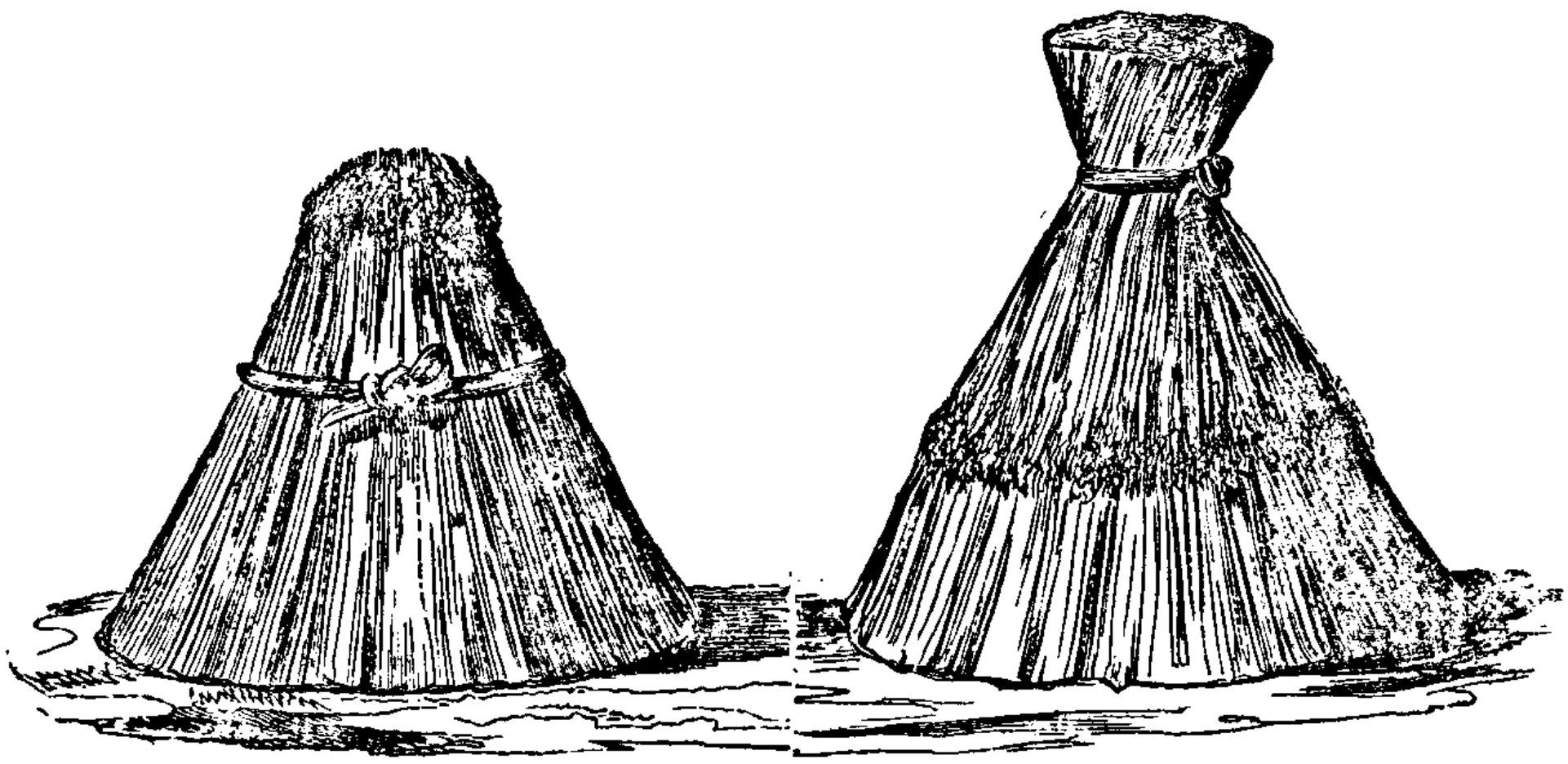


fig. 160. *fig.* 161.

Au midi de la région des céréales, lejavelage lui-même disparaît, et on lie immédiatement les gerbes à la suite des moissonneurs. En effet, la sécheresse de la terre ne saurait laisser aucun prétexte au javelage. On y donne d'ailleurs un volume beaucoup moindre aux gerbes. Au nord, les gerbes ont jusqu'à 2 mètres de circonférence, mais en général $1^{m},5$. Ces gerbes pèsent $8_{k},5$, la paille ayant $1^{m},30$ à $1^{m},50$ de longueur; elles rendent en moyenne $2^{k},25$ de grains. Dans le midi, les gerbes n'ont qu'un poids de $3_{k},21$, la paille n'ayant que 1 mètre de hauteur; elles rendent $0^{k},87$ de grains. On lie les gerbes avec des liens faits avec des tiges de blé. Aussitôt la moisson finie, on les met en meule ou gerberons de 36 gerbes; celles-ci couchées horizontalement, excepté celles de la partie supérieure, arrangées en cône. C'est dans cet état que les grains achèvent de se mûrir dans les épis placés en dedans de la meule.

Dans le nord, le liage des gerbes suit le javelage. On lie les gerbes avec des liens faits de tiges de seigle (gluys), et préparées d'avance. Cet usage oblige quelquefois à moissonner le seigle de très bonne heure pour se procurer des liens. Les fermiers intelligents en conservent de l'année précédente.

On engrange les gerbes de blé, dans le nord, pour les battre à couvert, ou on les place en grandes meules à portée de la grange. Dans le midi, où le battage se fait en plein air, on construit auprès de l'aire de vastes meules de forme allongée (gerbières), en attendant l'époque du dépiquage, qui se fait aussitôt que possible.

Les plantes oléagineuses crucifères sont immédiatement mises en meules de $1^{m},50$ à 2 mètres de hauteur; elles conservent encore de la sève, et la maturité de la graine s'y achève. Quand on veut procéder au battage, on enlève la meule entière au moyen de bâtons que l'on passe au-dessous, et on la pose sur un drap qu'on lie pour la transporter sur l'aire ou dans

la grange. Sans cette précaution, on perdrait beaucoup de graines.

On coupe les têtes de pavot pour les égrener à la ferme, ou bien on les égrène sur un drap, que l'on transporte sur les lieux, auprès des tas de plantes.

Nous avons assez parlé, dans la mécanique, des différentes méthodes employées pour séparer la graine des épis, pour qu'il soit inutile d'y revenir ici.

SECTION X. — *Observations générales sur les récoltes.*

La récolte est la fin et le couronnement des travaux de l'agriculture. Il semble que toute sollicitude doive être désormais bannie. Le fruit est mûr, il ne nous reste qu'à le cueillir; et cependant tout le travail de l'année peut être compromis par notre nonchalance. C'est en approchant des côtes que les naufrages sont les plus fréquents. On pourrait compter les pertes éprouvées par les cultivateurs au moment où la récolte est prête, où les travaux sont accomplis, toute dépense effectuée, comme étant les plus nombreuses et les plus funestes; pertes, pour avoir laissé échapper le moment favorable, pour avoir devancé ou dépassé la maturité; pertes, pour les fausses manœuvres, qui détériorent les produits; pertes, pour les mauvais arrangements, qui surchargent l'opération de frais; pertes enfin, pour les intempéries qui surviennent à cette époque de l'année, où les orages sont si fréquents et si imprévus. Le cultivateur expérimenté, qui connaît ces écueils de l'agriculture, n'est jamais plus inquiet et plus affairé que dans ce moment suprême, et c'est par l'opportunité, l'à-propos de ses combinaisons et la rapidité de ses mouvements, qu'on peut principalement le juger. Le débutant aura peut-être conduit aussi bien que lui tous ses travaux de culture; c'est aussi que les forces dont il dispose habituellement auront pu y suf-

fire; c'est qu'il a eu un temps, pour ainsi dire, indéfini pour le faire, et que la plupart d'entre eux peuvent, sans grand inconvénient, être remis d'une semaine à l'autre. Mais arrivé à l'époque de la maturité des plantes, l'homme consommé dans son art sait seul saisir le moment propice, mesurer l'étendue de son travail, calculer les chances probables d'interruption, proportionner le degré de maturité qu'il doit saisir pour commencer sa récolte à sa durée probable; s'assurer le nombre d'ouvriers et d'attelages qui lui sont nécessaires. Aussi, chez lui, tout se termine rapidement et à peu de frais, tandis que, chez son voisin, le temps se perd dans des hésitations, dans l'emploi de moyens intempestifs. Le moment propice mal choisi fait dépasser la maturité pour les derniers jours de la récolte, et produit des pertes considérables; on est arrêté par le défaut d'ouvriers nécessaires, et on ne s'en procure de nouveaux qu'à grands frais, etc., etc.

Il y a donc quelques principes généraux qu'il ne faut jamais perdre de vue relativement aux récoltes :

1° S'assurer le plus grand nombre d'ouvriers possible. Il n'y aurait plus de chances fâcheuses à courir si on pouvait faire la récolte en un jour, parce qu'il serait facile alors de choisir l'époque de la maturité, de juger de l'état du temps. Chaque jour de plus ajoute une chance nouvelle.

Il ne faut pas croire, cependant, que cette maxime soit toujours facile à suivre. Les ouvriers qu'on engage demandent à connaître d'avance, soit la durée de leur engagement, soit l'étendue de terrain qu'ils auront à moissonner, et ils répugnent à des engagements trop courts qui les obligeraient à chercher ailleurs du travail au moment où chacun se serait pourvu. On est donc quelquefois contraint, par la nécessité des usages de pays, à donner à sa récolte une durée plus longue que celle qu'on désirerait. Nous recommanderons toujours qu'elle soit la plus courte possible, dût-on pour cela augmenter le salaire

de ceux qui consentiraient à des conditions qui nous permettraient d'accélérer la récolte.

2° Les ouvriers devant faire chacun une partie distincte de l'ouvrage (faucheurs, lieuses, etc.), il faut proportionner leur nombre respectif de manière que tous travaillent sans relâche. Ici le jugement du chef de culture entre pour beaucoup, car nos formules ne sont que des indications moyennes susceptibles de modifications infinies. Ainsi, supposons un blé versé et dont les tiges seraient entremêlées : il faudra un plus grand nombre de moissonneurs que pour un blé droit et levé. Si le liage se fait en même temps que le sciage, il faudra moins de lieuses proportionnellement au nombre des moissonneurs, dont l'ouvrage sera plus lent. Dans une vigne bien chargée de raisin, il faudra un plus grand nombre de porteurs et de voitures relativement au nombre des vendangeuses ; dans celle qui est plus éloignée des cuves et des pressoirs, le nombre des voitures devra être plus grand. Dans une prairie, il faudra retourner plus souvent les *cloches* (les tas) de foin, si le temps est pluvieux et humide, etc.

3° Le nombre d'ouvriers étant déterminé, ainsi que la durée probable de la moisson, on pourra juger en quel état de maturité il faut la commencer. Supposons que dans le midi, par exemple, la moisson doive durer huit jours : on moissonnera d'abord les pièces de blé les plus mûres, les attaquant cependant un peu avant la maturité complète, car huit jours de chaleur disposent les graines à se détacher de l'épi et à tomber sous les coups de faux.

Si la vendange doit durer douze jours, avec probabilité qu'elle se prolonge au delà de ce terme, à cause de l'inconstance de la saison, on sentira la nécessité de devancer la maturité la plus complète pour les premières vignes, à moins que la diversité des expositions et des cépages ne mettent aussi une différence entre l'époque de la maturité des différents clos.

Alors on se laisse guider par leur précocité respective. Ces différences dans les époques de maturité sont quelquefois si grandes qu'on ne saurait trop s'élever contre la coutume de publier des bans de vendange, qui astreignent les propriétaires à commencer leurs récoltes le même jour. Cet usage peut être justifié dans les pays où les cultures de vigne sont peu étendues; alors chacun s'empressant à vendanger pour ne pas rester seul exposé aux ravages des oiseaux, des animaux sauvages, des chiens et des maraudeurs, la maturité est devancée, et on n'a que de mauvais produits; mais là où la vigne est une culture générale, de pareils inconvénients ne sont pas à craindre, et c'est gêner inutilement l'industrie que de persister dans une telle mesure. C'est prohiber la plantation des espèces précoces; c'est entraver la fabrication des vins légers; c'est vouloir que les parties de territoire le mieux exposées dépassent le point de maturité, et que celles qui le sont mal le devancent. Au reste, la loi nous donne un moyen d'éviter ces inconvénients; les bans de vendanges ne frappent pas les terres encloses : aussi avons-nous toujours soin de planter une haie d'enceinte en même temps qu'une vigne, pour conserver la liberté de commencer les vendanges à notre gré.

4° Les produits récoltés doivent être mis le plus rapidement possible dans un état où ils ne puissent pas craindre les intempéries, et où ils soient sous la clef, ou au moins sous la surveillance directe du propriétaire.

C'est dire assez qu'il ne faut laisser aucun intervalle entre les opérations, et que les gerbes doivent être engrangées ou mises en meules dans le nord, et dépiquées dans le midi, aussitôt que cela est possible.

DEUXIÈME PARTIE.

PHYSIOLOGIE AGRICOLE (CULTURES SPÉCIALES).

Nous venons d'indiquer les principes généraux qui s'appliquent à toutes les cultures; mais chaque plante a ses dispositions particulières, réclame un climat qui lui soit approprié, des engrais qui soient convenables à sa nature, un degré d'ameublissement plus ou moins grand, des soins spéciaux pendant sa végétation et sa maturition; elles ont des aversions et des sympathies entre elles qui tiennent à leurs exigences relatives; toutes ces dispositions constitutionnelles des plantes nous conduisent à des modifications dans les procédés que nous devons maintenant rechercher, et de plus nous aurons souvent à combattre ces mêmes dispositions naturelles. En effet, ce n'est pas toujours la vigueur des plantes, telle que la nature et l'art pourraient l'obtenir, que nous recherchons. De même que Backewel a cherché à développer chez les animaux certaines parties aux dépens des autres, la graisse, la chair aux dépens des parties osseuses; de même qu'il a produit des animaux monstrueux et qu'on pourrait appeler maladifs relativement à leur état de nature; de même que nous provoquons un développement anormal du foie chez les oies et les canards, de même aussi la culture a transformé les plantes et en a fait de nouveaux êtres. M. Vilmorin est parvenu à faire, du filament ligneux de la carotte sauvage, une belle racine fusiforme et charnue. Nos horticulteurs produisent tous les jours des miracles dans la culture des fruits et des légumes. L'agriculture

n'avait pas d'intérêt à porter aussi loin ses metamorphoses, et cependant quelle différence entre les petits tubercules de la pomme de terre sauvage et ceux qui couvrent nos marchés; le sainfoin égaré dans le gazon des Alpes et le sainfoin à deux coupes! C'est aussi le fruit de la vigne et des arbres fruitiers que nous cherchons à multiplier aux dépens des feuilles et du bois; c'est la feuille du mûrier dont nous recherchons l'abondance aux dépens du bois et des fruits, etc. La culture en grand agit donc aussi sur les végétaux pour les modifier, et nous devons ici rechercher le moyen de les amener à cet état. C'est ce qui distingue la botanique agricole de la botanique générale.

D'abord assez bornée dans le nombre des plantes cultivées en grand, l'agriculture tend chaque jour à étendre son domaine aux dépens de l'horticulture qui lui prépare la voie. L'accroissement de la population et de la richesse rend chaque jour plus générales des consommations qui se renfermaient autrefois dans un cercle étroit de gens fortunés. Il a bien fallu proportionner les moyens de production à leur nouvelle extension. C'est ainsi que plusieurs végétaux qui, le siècle passé, étaient renfermés dans l'enceinte des jardins, passent dans la culture des fermes; l'artichaut, le melon, par exemple, relégués jadis dans les potagers, en ont franchi l'enceinte. Des arbres fruitiers, le pêcher, par exemple, sont entrés dans des assolements réguliers. Où s'arrêtera ce mouvement? il est difficile de le prévoir; mais nous ne devons pas le devancer dans cet ouvrage : nous y admettons toutes les plantes dont la culture des champs s'est emparée. Quoique l'horticulture ne soit, en réalité, qu'une branche de l'agriculture; quoiqu'elle reconnaisse les mêmes principes et que, pour faire entrer dans notre cadre les plantes dont elle s'occupe, il nous eût suffi de leur consacrer des articles spéciaux, nous avons pensé cependant qu'elle s'en séparait par certains traits dont il fallait tenir grand compte.

L'horticulture est et peut être plus expérimentale que l'agriculture, parce que ses tentatives heureuses sont mieux payées, parce qu'opérant plus en petit, elle compromet moins de capitaux ; enfin ses produits sont estimés en raison de qualités souvent plus apparentes que réelles, dépendant de la fantaisie plus que d'une véritable appréciation. Dans l'agriculture, au contraire, la valeur des produits s'approche de leur valeur intrinsèque, parce que la concurrence des producteurs est immense, et que l'offre égale presque toujours la demande. Pour les articles courants, les horticulteurs ont aussi un monopole réel, né de la situation de leurs terrains près des villes, de la difficulté d'importer de loin les fruits et les légumes délicats, de la nécessité de consommer la plupart de ces produits frais et sans être gardés, tandis que les produits agricoles destinés à une consommation moins circonscrite doivent pouvoir se transporter au loin et attendre quelquefois longtemps le moment de la vente. Ainsi, circonscription du champ où peut s'exercer l'horticulteur, monopole plus ou moins étroit en faveur de ses produits ; leur prix presque toujours supérieur à leur valeur intrinsèque ; consommateurs choisis et en nombre limité, tels sont les caractères qui la distinguent de l'agriculture, comme se distingue le travail du sculpteur de celui du maçon : l'horticulteur est l'artiste, l'agriculteur l'ouvrier; mais la science les domine tous deux et leur dicte ses lois.

C'est par une autre raison que nous n'avons pas compris la sylviculture dans le plan de notre ouvrage. Liebig distingue l'économie agricole de l'économie forestière[1], en ce que la première vise surtout à produire des substances *sanguifiables*, sous une forme qui se prête à l'assimilation, tandis que la production du carbone forme l'objet principal de l'économie forestière; c'est-à-dire qu'il renferme la première dans la pro-

(1) *Chimie appliquée à l'agriculture*, 2e édition, p. 75.

duction des aliments, ce qui n'est pas complétement exact, si l'on considère que plusieurs de ses produits, les plantes textiles, par exemple, ne consistent qu'en fibres ligneuses qui ne contiennent pas les éléments de la sanguification. D'autres caractères nous semblent encore les séparer. Comme l'agriculture, la culture des forêts est sans doute assujettie à tous les principes que nous avons établis; mais chez cette dernière, la partie culturale disparaît presque entièrement, et c'est à celle qui concerne la récolte qu'elle s'attache par-dessus tout. Elle veut produire de la matière ligneuse, et le prix auquel elle se vend ne permet pas, dans l'état actuel du marché, qu'on applique toujours à la multiplication et à la croissance des arbres des procédés qui les développeraient plus rapidement, mais qui seraient hors de proportion avec les avantages pécuniaires qu'ils pourraient donner. Le temps viendra peut-être où les forêts devenues plus rares, les houillères moins productives, les bois seront plus recherchés, et leur prix s'élèvera assez pour que l'agriculture puisse s'occuper aussi de leur production; elle y prélude déjà par les semis de conifères, par les plantations de peupliers et d'autres espèces hâtives; mais ils sont relégués les uns et les autres sur des terrains qui ne pourraient pas supporter d'autres cultures. Nous avons l'expérience d'une plantation de platanes faite sur un terrain riche et qui, à 20 ans, avait une valeur plus grande que celle du sol. On obtiendra donc, quand on voudra, du bois par la culture; les bois cultivés feront un jour concurrence avec les bois semés par la nature, comme le bœuf et le mouton nourris à l'étable font concurrence au bœuf et au mouton nourris des herbes des pâturages. En attendant, la science forestière roule maintenant sur les éclaircies et les coupes. M. Chevandier a cependant compris qu'il y avait un peu plus à faire, et il a conseillé l'irrigation et le desséchement des forêts; mais cet exemple est encore isolé, et la sylviculture, se bornant à exploiter des pro-

duits spontanés qui ne coûtent presque aucun travail, peut être assimilée à l'industrie houillère qui récolte comme elle le combustible tout produit; à l'industrie pastorale qui recueille les herbes des terrains vagues, tandis que ni les uns ni les autres ne les ont fait naître.

Ainsi les plantes dont nous nous occuperons sont celles que l'on cultive en grand et assez généralement pour que leur prix, dans les pays où toutes les terres sont occupées, représente les avances du capital que leur culture exige, plus la valeur du travail. En effet, nous avons prouvé ailleurs [1] que le produit de la terre la plus inférieure cultivée dans nos pays est égal à la valeur de la subsistance de l'ouvrier qui la cultive, et que la rente des terres supérieures consiste dans ce qu'elles peuvent produire au delà de la subsistance de l'ouvrier ou dans ce qu'ajoute la force productive de la terre à la valeur de ce travail. Ainsi dans les pays où les terres ont toutes leur propriétaire, celles de qualité la plus inférieure ne produisent que la valeur du travail de l'ouvrier : les fruits qui en proviennent doivent représenter ce travail, plus les engrais qui peuvent augmenter sa fécondité; s'ils avaient un prix plus élevé, il y aurait une rente à payer, qui ne serait autre chose que la représentation de la valeur de l'engrais naturel du sol, dispensant l'ouvrier d'en employer d'artificiels. L'impôt fait évidemment partie de la rente, seulement cette partie est payée à l'État au lieu de l'être au propriétaire; sous ce rapport on peut dire que toute terre paie une rente, et qu'ainsi la terre la plus inférieure qu'il soit possible de cultiver est, en réalité, celle qui reproduit la valeur du travail de l'ouvrier, plus l'impôt.

La classification culturale des plantes qui sont l'objet du travail agricole doit rapprocher entre elles celles qui reçoi-

(1) *Guide du propriétaire des biens ruraux affermés*, p. 52.

vent des cultures analogues. C'est ce que nous avons cherché à réaliser dans le tableau suivant :

1° Céréales.
2° Légumes farineux.
3° Racines alimentaires.
4° Plantes oléagineuses.
5° Plantes annuelles à fruits succulents (cucurbitacées).
6° Plantes à bulbes comestibles.
7° Plantes cultivées pour leurs organes floraux.
8° Plantes tinctoriales.
9° Plantes textiles.
10° Prairies permanentes.
11° Prairies temporaires.
12° Arbres et arbrisseaux.

PREMIÈRE CLASSE.

CÉRÉALES.

Nous renfermons dans cette classe les plantes dont les grains ont un périsperme amylacé et se transforment facilement sous la meule en une poudre (farine) où les grains de fécule sont détachés les uns des autres. Elle se compose de plantes de la famille des graminées et du sarrasin (*polygonum fagopyrum*). Leur culture a beaucoup d'analogie ; le maïs seul s'en distingue en ce que, par sa haute taille et son développement, ses plants doivent être séparés les uns des autres et semés en ligne, ce qui le rapproche de la classe suivante qui comprend les plantes légumineuses cultivées pour leurs semences. Les semences farineuses sont depuis les temps les plus reculés la base de la nourriture des nations :

Prima dedit leges, Cereris sunt omnia munus.

(OVIDE.)

Ce choix a été déterminé par plusieurs motifs. 1° Elles réunissent en une proportion notable les deux éléments de la nourriture animale, les substances azotées et les substances

carbonées ; dans le froment, ces deux éléments se trouvent même dans la proportion presque exacte exigée pour le maintien de la vie, surtout dans les climats méridionaux où le blé contient beaucoup de gluten. C'est, de toutes les nourritures, celle qui exige le moins d'aliments supplémentaires pour entretenir la vie animale. 2° Les substances azotées se concentrent toujours en plus grande abondance dans les organes les plus jeunes des plantes ; elles abondent dans la graine, qui en est la dernière production, et l'amidon y est accumulé pour servir de nourriture au germe lors de son développement. Ces deux substances y sont mêlées de très peu de matières non alibiles, qui peuvent en être facilement séparées. 3° Quoique les céréales ressentent les effets d'une bonne culture, elles donnent cependant des résultats avantageux, même avec un traitement peu soigné ; elles viennent sur un seul labour, végètent pendant la saison humide, mûrissent à l'arrivée des chaleurs, et par conséquent peuvent se passer d'irrigation et réussissent sur le plus grand nombre des terrains et dans des climats très variés. 4° Elles sont du goût de tous les consommateurs en raison même de leur insapidité, qui permet de les assaisonner de la manière la plus diverse, avec le sel comme avec le sucre. 5° Sous un petit volume, elles renferment une grande quantité de nourriture, et par conséquent sont très faciles à transporter. Un approvisionnement de biscuit est, sans contredit, un de ceux qui, à égale faculté nutritive, occupe le moindre volume. 6° Avant l'introduction de la pomme de terre, les céréales fournissaient à la généralité des situations la nourriture la plus économique, car les châtaignes, la banane, l'arbre à pain, sont circonscrits dans des climats déterminés, d'où ils ne peuvent sortir. 7° Encore à présent la nourriture exclusive au moyen de la pomme de terre a des inconvénients que ne présentent pas les céréales. Comme ces tubercules renferment beaucoup de ligneux et d'eau inutiles comme aliments,

il faut en conserver une grande masse pour s'assurer un approvisionnement suffisant; ils renferment une très petite quantité d'azote et de graisse, et exigent, par conséquent, des suppléments considérables, comme lait, fromage, viande, etc., pour en obtenir une nourriture complète; enfin il faut les préparer au moment même de la consommation, tandis que le pain fait des céréales se conserve presque indéfiniment.

Les semences farineuses seront donc toujours la véritable base de la nourriture des hommes. La viande, par sa cherté, ne sera jamais qu'un de ces suppléments utiles dont nous avons parlé; d'ailleurs elle surabonde en azote, et elle exigerait elle-même un supplément moins riche pour former une bonne et complète nourriture. Sans doute il serait à désirer qu'elle entrât dans une plus grande proportion dans l'alimentation des peuples, et personne ne le désire plus ardemment que celui qui comprend quelle en serait l'importance pour les progrès de l'agriculture. Nous désirons que des récoltes fourragères viennent s'associer en plus grande proportion aux récoltes céréales; cette amélioration a commencé à se réaliser, mais avec une lenteur dont il ne faut pas toujours accuser l'ignorance ou l'esprit de routine. Il ne suffit pas de savoir, il faut pouvoir; or, la multiplication des bestiaux est corrélative à l'accumulation des capitaux, et quand on sait avec quelle lenteur ils se forment, en partant d'un état inférieur de richesse, tout étonnement doit cesser. M. Royer a fort bien montré [1] que l'acquisition de toute tête de gros bétail que fait l'agriculteur exige une mise de fonds qu'il estime trop bas, mais que nous évaluons aux chiffres suivants :

1° Acquisition de l'animal.	150 fr.
2° Construction pour le loger.	100
3° Approvisionnement d'un an pour son alimentation : 4,000 kil. de foin, à 40 fr. le millier. . .	160
	410

(1) *Notes économiques*, p. 100.

Ainsi, pour porter de 14 à 20 millions les têtes de bétail que possède la France, ce n'est pas moins qu'une avance de 246 millions que devrait faire notre agriculture. Dans l'impossibilité de lui procurer à la fois une pareille somme, avec la difficulté de décider les cultivateurs à l'employer avec intelligence et sagesse, nous devons entrevoir la nécessité d'attendre du temps une amélioration si désirable et qui cependant procurerait au pays un accroissement considérable de revenu. Tous nos efforts vont tendre à faciliter les moyens de le réaliser. Mais si les conseils sont peu de chose, l'exemple est contagieux, et celui d'une culture habile donné par les vrais agronomes, et portant à un haut degré le produit des céréales elles-mêmes, hâterait, en enrichissant ceux qui le donneraient, l'accomplissement de ce *grand œuvre social*.

CHAPITRE Ier.

Le froment.

Nous comprenons sous le nom de *froment*, en agriculture, les espèces du genre botanique *triticum* qui se dépouillent de leurs balles à la maturité, réservant le nom d'*épeautre* à celles qui ne s'en séparent pas.

On ne retrouve plus le froment à l'état sauvage, et on ignore quelle est sa patrie. Guidé par des considérations climatologiques et par des étymologies, M. Dureau de la Malle a cherché à prouver qu'il était originaire de la vallée du Jourdain [1]. On a prétendu voir dans le froment une autre espèce botanique de graminées transformée par la culture, et que c'était la cause pour laquelle on ne le trouvait pas plus hors des

(1) *Économie politique des Romains*, t. II, p. 93 et suiv.

champs cultivés qu'on n'y trouve le chou pommé. Gerard (1632) disait avoir trouvé trois ou quatre grains d'avoine parfaitement conformés dans un épi de froment ; Bonnet croyait posséder un chaume portant à la fois un épi de froment et un épi d'ivraie ; Latapie prétendait avoir transformé l'ægylops triticoïde en froment véritable ; Esprit Fabre annonçait avoir commencé cette transformation et avoir obtenu un ægylops qui avait perdu une partie de ses caractères pour prendre ceux du froment [1] ; lord Bristol assurait qu'en retranchant la première année toutes les tiges fleuries de l'avoine, il obtenait l'année suivante des épis d'orge, de froment et un peu d'avoine ; M. Raspail disait que le froment semé sur des terres infertiles dégénérait et se convertissait en chiendent et en plusieurs autres de ses congénères ; le docteur Anderson ayant fait couper de l'avoine en vert, le peu de tiges qui survécurent poussèrent au printemps suivant des épis de seigle. Ces expériences avaient été répétées avec soin par le docteur Wessenberg, et M. Monsseignat, ancien député de l'Aveyron, écrivait qu'il lui était arrivé dix fois de semer de l'orge dans un champ et de ne récolter que de l'avoine [2] ; mais aucune de ces expériences et de ces assertions ne porte ce cachet d'exactitude qui serait nécessaire pour prononcer sur une question aussi grave que celle de la possibilité de changements si considérables dans la disposition et l'organisation des plantes.

Quoi qu'il en soit, on trouve des grains de froment parfaitement semblables à ceux qui sont encore cultivés dans les plus anciennes catacombes d'Égypte ; il y aurait donc bien longtemps qu'ils auraient accompli leur métamorphose, et les accidents, les circonstances diverses dans lesquelles ils se seraient

(1) *Comptes rendus*, t. IX, p. 243.

(2) Voyez deux articles intéressants de M. Elysée Lefèvre (*Journal d'agriculture pratique et de jardinage*, de M. Bixio, novembre 1844 et juin 1845).

trouvés depuis trois mille ans n'auraient pas suffi pour le modifier de nouveau.

Parmi les céréales, le froment est celle qui contient, sous le moindre volume, le plus de matières nutritives, et parmi celles-ci le plus de gluten ; celle qui fait le pain le plus nourrissant et le plus savoureux : son prix est aussi plus élevé, et dépasse la différence qu'on pourrait trouver dans son rendement comparé à celui des grains du même groupe. Aussi voit-on substituer sa culture à celle des autres céréales partout où la culture s'améliore. Cette substitution gagne tous les jours du terrain en France, où le froment occupe déjà les deux tiers de celui qui est consacré à la production de ces plantes.

Section Ire. — *Variétés de froment.*

Les froments présentent un grand nombre de variétés adoptées dans la culture, et chaque jour on en propose de nouvelles à l'attention des cultivateurs. Le climat, le sol leur impriment des caractères spéciaux qui sont sujets à changer quand on les soumet à d'autres influences. Les variétés provenant du midi sont plus sensibles au froid, et ne peuvent être propagées sans précaution dans le nord ; les variétés les plus productives dans un lieu ne le sont pas toujours dans un autre. Leur étude agricole faite dans une contrée n'indique donc pas leurs avantages absolus. Ce qui ajoute aux difficultés de cette étude, c'est encore le caractère particulier des saisons où l'on fait ces expériences, qui peuvent favoriser telle variété qui, dans une autre année et avec un autre concours de circonstances atmosphériques, n'aurait plus le même avantage. Les semis présentent, sans nul doute, un nombre considérable de ces variétés, dont quelques-unes persistent, et qui, répandues chez les cultivateurs, finissent quelquefois par être adoptées. On a constaté de la sorte les propriétés d'un certain nombre de fro-

ments ; d'autres viendront s'y ajouter plus tard, et c'est de ces expériences en grand qu'on doit attendre dans chaque pays la connaissance exacte des bonnes variétés plus que des expériences horticoles.

Les variétés ainsi acquises ont une maturité plus ou moins hâtive. On a donné à plusieurs d'entre elles le nom de *blé trémois* (trimenia); ce sont des froments propres à être semés à la fin de l'hiver pour être récoltés la même année. Les trémois diffèrent des blés qui passent l'hiver en terre en ce qu'ils ont subi ce traitement pendant plusieurs années. Mais tous les blés sont susceptibles de devenir blés d'automne ou de printemps.

Les botanistes ont cherché souvent à classer les variétés du froment pour en rendre la détermination plus facile. Parmi ces nombreuses tentatives, dont quelques-unes sont très estimables, nous choisissons celle qui a été donnée par M. Vilmorin comme celle qui nous paraît la plus pratique.

Les froments sont divisés d'abord en deux sections : 1° celle des froments à grains tendres, cédant sous la dent; 2° celle des froments à grains durs, se cassant sous la dent.

Grains tendres.

1° Touselles. Épis sans barbes, ou à barbes très courtes et peu nombreuses ; paille creuse.

2° Seisettes. Épis barbus ; paille creuse.

3° Poulards. Épis réguliers, carrés, barbus ; paille pleine de moelle vers son sommet.

Grains durs.

4° Aubaines. Épis barbus ; barbes longues et roides ; grain long et glacé.

5° Blé de Pologne. Épis allongés ; balle très allongée, ainsi que les grains demi-transparents.

§ 1. — Touselles.

1. *Blé d'hiver commun.* Épi jaunâtre, pyramidal, grain roussâtre et long. C'est le blé le plus communément cultivé dans le nord et dans le centre de la France.

Il y a une sous-variété à grain plus coloré : *froment rouge ordinaire.*

2. *Blé de mars commun.* Épi plus court, ainsi que le grain qui est presque dur. C'est le trémois du nord et du centre de la France.

3. *Blé blanc de Flandre* (blé blanc-zée, blé blazé de Lille). Épi blanc, fort et bien nourri ; grain blanc, oblong et tendre. C'est un des blés les plus beaux et les plus productifs, particulièrement propres aux bonnes terres.

M. Vilmorin observe que la plupart des blés nouvellement annoncés, le Wellington, le Géant d'Isly, l'Éclipse, le Fellenberg, le Talavera, appartiennent à cette variété.

4. *Blé de Hongrie.* Épi blanc, ramassé, presque carré ; grain blanc et arrondi ; très bonne qualité de grain répandue aux environs de Blois sous le nom de *blé anglais ;* son grain est supérieur en poids au blanc-zée ; sa paille est moins longue.

5. *Touselle blanche de Provence.* Épi très blanc, à épillets écartés ; grain long, d'un blanc jaunâtre ; paille fragile. C'est, d'après M. Vilmorin, le froment par excellence par la qualité de son grain. Ce blé est trop délicat pour le nord de la France, et il est sujet à y dégénérer.

6. *Richelle blanche de Naples.* Épi blanc, quelques arêtes courtes ; grain oblong, blanc, jaunâtre. C'est un des blés les plus remarquables sous le rapport de la beauté et de la qualité du grain.

7. *Blé d'Odessa sans barbe* (touselle rousse de Provence, blé meunier du Comtat). Épi un peu irrégulier, épillets inégaux ; teinte rougeâtre ou cuivrée de l'épi ; grain plus étroit

que celui de la richelle, dont on lui donne abusivement le nom dans certains pays. La plante est sujette à taller; elle craint les grands froids de l'hiver, mais elle résiste très bien à la sécheresse, et réussit dans des terrains à seigle, où la seisette et la touselle se perdent ordinairement.

8. *Blé de Saumur*. Grain gros bien plein; paille très blanche; assez délicat; donne beaucoup dans les localités saines et bien préparées; redoute les localités basses, les sols humides et nouvellement défrichés. C'est le blé des bonnes terres et des bons assolements de l'Anjou [1].

9. *Blé de haies* (blé de Tunstall). Épi carré, épais, régulier, couvert d'un duvet blanc veloûté; grain court, blanc jaunâtre, de bonne qualité.

10. *Blé Lamma*. Épi d'un rouge clair ou doré; grain petit, de très bonne qualité; hâtif, sujet à s'égrener, et par conséquent il doit être coupé un peu avant sa maturité. Il craint beaucoup les froids de l'hiver, et quand, il y a quelques années, il prit une extension extrême dans le nord de la France, il est survenu heureusement un hiver froid qui, en le maltraitant, a servi d'avertissement aux cultivateurs. Quelques années plus tard le malheur aurait pu être très grand, car le lamma, fort estimé des meuniers et assez accommodant sur la nature du terrain, tendait à se substituer aux autres froments d'hiver, ce qui aurait pu amener une véritable disette.

11. *Blé du Caucase*. Épi d'un rouge obscur, long, à épillets écartés; grain allongé, rougeâtre, assez dur et pesant. Ce blé est très précoce; quand on le sème en automne, il craint les hivers du nord de la France. Sa paille est faible et sujette à verser. Il y a une variété de ce blé à épi blanchâtre.

12. *Blé carré de Sicile*. C'est un blé de mars; épi rouge-brun, court, carré, à grains rouges, presque durs, d'assez

(1) Oscar Leclerc, *Agriculture de l'Ouest*, p. 269.

bonne qualité. Variété hâtive, paille assez haute et grosse dans la partie supérieure.

§ 2. — Seisettes.

Ces blés sont en général colorés, leur paille est plus ferme que celle des touselles, mais elle est moins estimée pour la nourriture du bétail, à cause de la présence des arêtes.

13. *Blé barbu d'hivvr*. Épi comprimé, grain rougeâtre ou jaunâtre. A été abandonné progressivement en France pour le blé d'hiver commun, quoiqu'il soit plus précoce que ce dernier, parce que le grain des touselles est en général plus recherché par les meuniers.

14. *Blé barbu de printemps*. C'est le blé que l'on désigne généralement sous le nom de *trémois*. Il est aussi remplacé peu à peu, et par la même raison que pour le précédent, par le blé commun de printemps.

15. *Blé à chapeau de Toscane*. Paille fine, allongée, servant à la fabrication des chapeaux d'Italie; son épi est court, peu productif en grain. Ce n'est en réalité qu'une sous-variété appauvrie du précédent.

16. *Seisette de Provence*. C'est, pour la qualité, le premier blé de cette série. Il craint le froid du nord de la France; il a réussi à M. Vilmorin étant semé en février. Il occupe toute la région des oliviers, et surtout les parties les plus exposées au vent, auquel il résiste mieux que les touzelles.

17. *Blé Victoria*. Paille courte et ferme, épi jaune, barbes fortes et roides, grain rougeâtre, presque dur, de bonne qualité. Il vient de Colombie, où il mûrit en soixante-dix jours; mais en France sa maturité n'est pas plus précoce que celle de nos blés ordinaires.

18. *Blé hérisson*. Épi compacte garni de barbes divariquées, espèce très productive, à grain court, petit, rougâtre. Craint les froids des hivers; réussit mieux semé au printemps.

3. — Poulards (*Petanielles, triticum turgidum*).

Les poulards, par la vigueur de leur chaume, le développement de leur feuillage et leur abondante transpiration, conviennent particulièrement aux sols humides ; ils viennent bien sur les défrichements et jusque dans les localités demi-bourbeuses, où tous les autres blés verseraient ou se rouilleraient. Sur les terres peu profondes et peu riches en matières organiques, ils ne peuvent, au contraire, atteindre tout leur développement ; les grains se rident avant la maturité, souvent même les plantes épient mal, et se développent enfin incomplétement. Là où ils réussissent, ils donnent, avec une abondance extrême, un blé qui a environ un dixième de moins de valeur sur le marché que les autres froments. Il y a des talles qui portent au delà de 80 épis, chacun de 120 grains[1].

Tous les poulards sont barbus, quelques-uns ont leurs barbes caduques ; ce sont tous des blés d'automne ; leur paille est peu estimée à cause de sa dureté.

19. *Poulard carré* (épeautre blanche du Gâtinais). Épi blanc ou rouge, lisse, peu cultivé en France, mais usité en Savoie et en Suisse où il sert à faire du gruau. On le sème au printemps ; il ne mûrit pas dans les contrées froides.

20. *Poulard carré à barbes noires* (garagnon, regagnon du Languedoc). Épi blanc, lisse, plus court que celui du précédent, barbes blanches ou noires ; paille longue et forte, gros grains ; les arêtes tombent à la maturité. Cultivé dans le midi.

21. *Poulard carré velu* (nonette, blé de Sainte-Hélène, gros blé du midi, petanielle rousse, blé de Dantzick, gros turquet, etc.). Ce blé est très répandu dans le midi et l'ouest, en Espagne, en Italie, en Languedoc. Son épi est blanc ou rougeâtre ; il supporte très bien l'hiver, mais est lent à mûrir, ce qui lui assigne une limite vers le nord.

(1) Oscar Leclerc, *Agriculture de l'Ouest*, p. 257.

22. *Blé de miracle* (blé de Smyrne, d'Égypte, etc.). A épi rameux, produit beaucoup dans les terrains riches. Sa farine est rude et grossière, et il est sensible au froid. Sa paille est très pleine et très dure. Il est sujet à dégénérer et à reprendre un épi simple.

23. *Poulard plat* (pétanielle de Montpellier, blé géant, etc.). Épi blanc ou roux, grains plus petits que dans les poulards carrés; sans arêtes ou avec des arêtes caduques.

§ 4. — Aubaines.

24. *Aubaines à barbes rousse, noire, blanche.* Ces trois variétés de blé dur, à épis plus ou moins lâches, ou compactes, comprennent tous les blés durs cultivés de préférence dans les climats chauds. Les blés d'Afrique sont presque tous des aubaines; celui connu sous le nom de taganrock est une aubaine. Le grain de ces blés est dur et glacé, leur farine est riche en gluten et en amidon; elle est difficile à pétrir. C'est avec elle que se font toutes les pâtes d'Italie.

25. *Aubaine à épi comprimé.* Très belle variété cultivée en Égypte.

Les aubaines mûrissent difficilement, sont sensibles au froid, et leur culture ne s'étend guère au delà de la région des oliviers. M. Vilmorin ne les trouve pas productives auprès de Paris, et conseille de les semer en février. Dans le midi ce sont des blés d'automne, et par la fermeté de leur paille remplie de moelle vers le haut, ils sont très utiles dans les terrains secs et très riches où les autres blés verseraient. Ils y rendent, sous ce rapport, les mêmes services que les poulards dans les situations humides. Dans les terrains ou dans les années où la fin du printemps est exposée à la sécheresse, l'aubaine donnera un produit supérieur à celui des blés tendres, mais son grain se vend un dixième de moins que ceux-ci dans les années ordinaires, quoique pourvu de plus de facultés nutritives.

§ 5. — Blé de Pologne.

26. *Blé de Pologne* (blé de Mogador, seigle de Pologne, de Jérusalem). Espèce remarquable par ses grands et longs épis, par ses balles d'une dimension extraordinaire et par son grain très allongé, tellement glacé qu'il semble être transparent. Il est cultivé dans l'Ukraine et dans la Valachie. Il a bien réussi dans le midi de la France, où il fut importé en 1816 ; mais n'ayant pas des qualités meilleures que les aubaines, et sa forme insolite, sa grande dureté le faisant repousser des marchés, on n'en a pas continué la culture. Il exige un terrain riche, si l'on ne veut pas qu'il dégénère. Le peu que l'on en cultive encore dans le midi est employé en gruau.

Section II. — *Végétation du froment.*

Nous avons exposé, en parlant des semailles, ce qui concerne la germination du blé. Dès qu'elle a eu lieu, la graine lance une plantule *a* vers la surface de la terre, et une radicule *r* vers le bas. La tigelle *a* s'élève au jour blanche et transparente comme une tige étiolée; à peine est-elle sortie de terre, qu'il se forme un nœud d'où part une feuille. Alors se montre une seconde racine *r'* partant de la base de la radicule primitive, puis un second nœud très rapproché du premier émet une seconde feuille, et une nouvelle racine *r'* part encore de la radicule ; mais dès qu'apparaissent les troisième et quatrième feuilles, les nouvelles racines *t*, *t*, au lieu de partir de la radicule, partent de la base du premier nœud, c'est-à-dire près de la surface du sol, et forment successivement une couronne de racines superficielles. Peu à peu les premières feuilles se flétrissent, et les premières racines *r*, *r'*, *r'*, ainsi que la plantule, se dessèchent et disparaissent.

Dans la figure 162, dessinée de grandeur naturelle sur

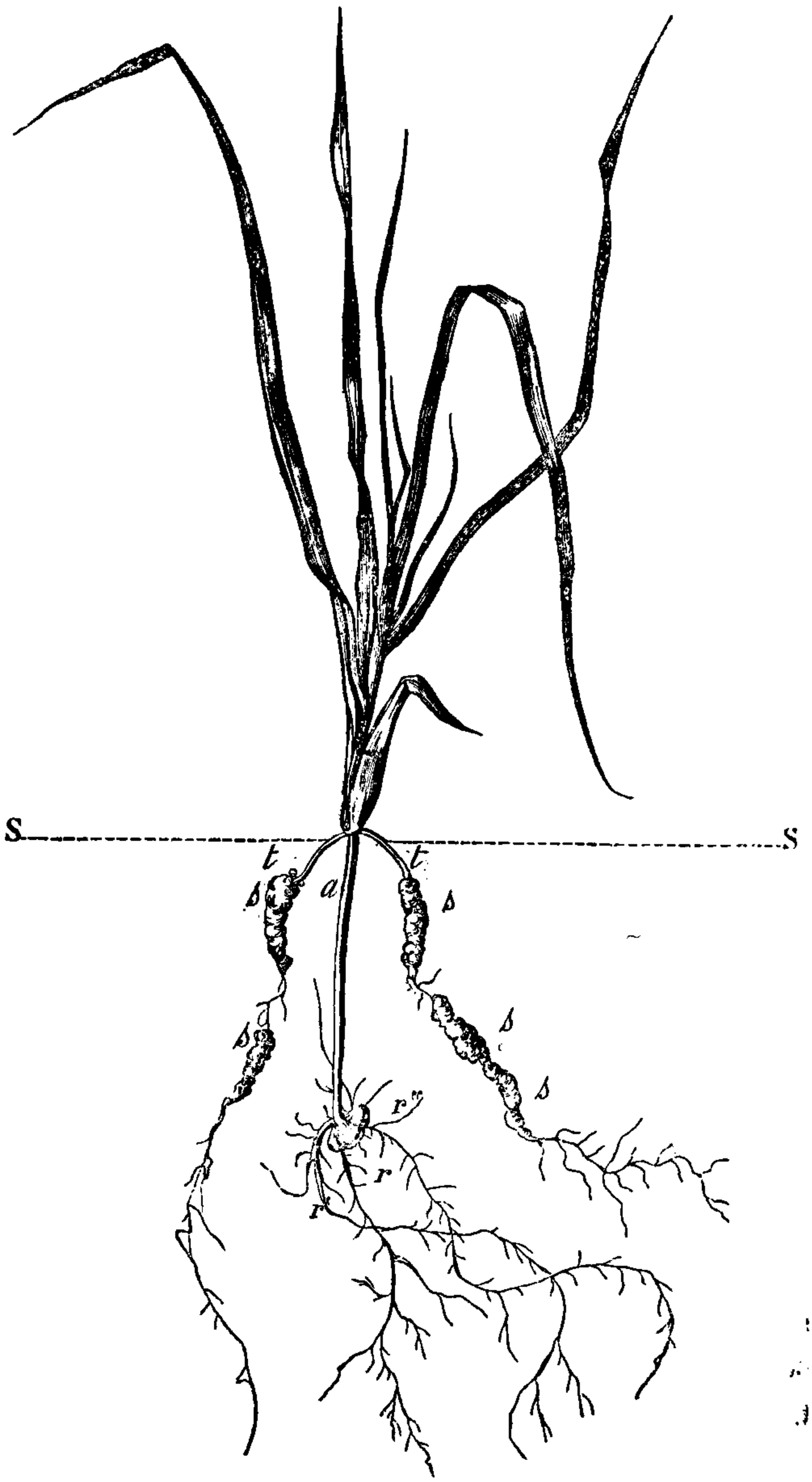


fig. 162.

une plante semée au commencement d'août et cueillie le 12 septembre [1], on voit que le grain avait été enterré de $0^m,30$, et la plante a été obligée de produire une plantule de cette longueur avant de pouvoir former son premier nœud. Cette production, quand elle est trop allongée, épuise la plante qui ne se nourrit encore que des substances contenues dans la semence, et qui n'acquiert de la vigueur que quand elle est en contact avec la lumière.

Quand on sème le blé un peu tard en automne, il ne développe que ces deux ou trois premières feuilles avant l'hiver, et la plante se nourrit au moyen de l'ordre inférieur des racines. Peu après avoir paru hors de terre, la plante jaunit ; c'est le moment où ses premières feuilles ne reçoivent pas encore des racines les sucs nécessaires à leur accroissement ; mais bientôt celles-ci s'allongent, atteignent, sur un plus grand nombre de points, les substances nutritives, et alors on voit la plante reverdir. Bientôt arrêtée par les froids, elle cesse de croître jusqu'au renouvellement de la végétation, qui a lieu quand la température moyenne du jour a atteint + 5° ; alors la plante pousse de nouvelles feuilles, et la couronne de racines, partant du nœud inférieur, commence à se former. Son apparition est encore suivie du jaunissement de la plante, qui dure jusqu'à ce que ces nouvelles racines aient pris un accroissement suffisant. Dans ce moment, l'épi en miniature est tout formé vers le sommet de la tige principale ; on l'y voit à la loupe, et même à la vue simple, en écartant avec précaution les feuilles qui l'entourent. Dès lors, si le temps est propice, on voit sortir du premier nœud ras de terre une ou plusieurs tiges, et on dit que le blé *talle*. Si les semis ont été précoces et que l'automne ait été doux, le tallement a lieu avant l'hiver ; alors les épis sont détruits par les gelées qui surviennent, et les plantes, obligées

(1) Les grumeaux *s*, *s*, *s*, attachés aux racines dans la figure, ne sont que de la terre qui y adhère.

d'en former de nouveaux au printemps, sont faibles et donnent de mauvaises récoltes, excepté dans les terres riches.

Les racines du blé prennent quelquefois un grand développement quand elles y sont sollicitées par la légèreté du terrain, d'abondants engrais et l'existence de couches fraîches et profondes, ou de cours d'eau inférieurs au sol. M. Fournet rapporte avoir vu de ces racines longues de 3 mètres[1]; nous en avons vu nous-même de 2 mètres sur les bords du Rhône: mais quand elles ne plongent pas dans un sol profond, l'allongement des racines est arrêté par la rencontre des racines des pieds voisins, et elles ont alors rarement plus de $0^m,10$ à $0^m,20$ de longueur.

Si on examine ce qui se passe dans la croissance des végétaux, on s'aperçoit que, chez les uns, les rameaux croissent indéfiniment par leur extrémité, émettant de nouveaux bourgeons latéraux et de nouvelles feuilles tant que la température ne baisse pas au-dessous du degré qui convient à leur végétation, et que leur pousse terminale n'est arrêtée que par les froids qui gèlent la partie des rameaux ou de la tige qui, n'étant pas encore assez ligneuse, trop remplie d'humidité, ne peut en supporter l'atteinte; tels sont la vigne, la clématite, le lierre, le mûrier blanc, etc. C'est ce que nous appelons *végétaux à décurtation accidentelle.*

Chez d'autres, la pousse, d'abord vigoureuse et rapide, se continue, par la production de feuilles et de bourgeons, jusqu'à ce qu'il se produise un bourgeon terminal qui ne se développe que l'année suivante; tels sont le marronnier d'Inde, le noyer, le chêne, le lilas, etc. Il n'y a point ici de décurtation, mais *arrêt constitutionnel de l'élongation.*

Enfin, on trouve des végétaux dont les rameaux, après avoir pris un certain développement en longueur, s'arrêtent

(1) *Annales de la Société d'agriculture de Lyon*, t. VII, § XXIII.

spontanément et peu de temps après leur pousse. Le jet terminal se dessèche, et le rameau se termine par une cicatrice. C'est ainsi que se comportent l'orme, le tilleul, le mûrier noir, etc., et c'est ce que nous appelons *décurtation naturelle de l'arbre.*

La tige du blé rentre dans cette dernière catégorie, et l'épi, qui est la partie terminale, s'arrête aussi, parvenu à un certain terme. Alors sa partie supérieure se dessèche; il s'y forme une cicatrice, et sa longueur est définitivement fixée, ainsi que le nombre de ses épillets, sans qu'il soit possible à toute l'industrie humaine de les augmenter [1]. Comme dans les plantes que nous venons de décrire, la longueur de la partie qui subsiste semble déterminée par la richesse du terrain en rapport avec ses facultés hygroscopiques, et probablement aussi par les circonstances météorologiques, si on en juge par l'inégalité de la pousse des arbres dans les différentes années. Le nombre des épillets des épis nous a semblé généralement relatif au nombre de feuilles des rameaux des arbres de cette subdivision, venus dans le même terrain, et d'autant plus grand que la décurtation de ceux-ci avait été moins pressée.

Cependant le sort définitif de la récolte n'est pas encore complétement décidé. La longueur de l'épi ne peut plus être augmentée; mais chacun de ses épillets peut porter un plus ou moins grand nombre de grains, et c'est la richesse du terrain, la bonne répartition de l'humidité au printemps et le succès de la floraison qui décident de cette seconde partie de la question. La plante continuant à croître, il faut qu'elle reçoive les sucs de la terre dans un état de dilution suffisant, mais non excessif; par conséquent, il faut qu'en supposant qu'ils existent dans le sol, l'humidité soit telle que ces sucs puissent, d'un côté, fournir à l'évaporation, et de l'autre que la plante

(1) Dutillet, *Registres manuscrits de l'Académie des sciences*, 1759.

n'ait pas à élever une masse trop considérable d'eau pour trouver les éléments de son organisation.

Le blé suffisamment pourvu de sucs nutritifs talle du pied après avoir reçu une somme de chaleur moyenne diurne de 431°, à partir du moment où la température moyenne est parvenue à + 5°. C'est dans ce moment qu'a lieu la décurtation de l'épi. Les jeunes pousses latérales absorbent une partie de la nourriture qui se rendait auparavant au sommet.

Le blé fleurit dans nos climats quand la température moyenne s'est élevée à + 16°,3, ou quand la plante a reçu, depuis sa rentrée en végétation ou depuis la formation de la couronne supérieure des racines, la somme de 813° de chaleur moyenne, ou mieux quand il a reçu 1413° de chaleur solaire. La floraison ne dure que deux ou trois jours au plus. L'épi fleurit presque tout à la fois de bas en haut. Personne n'a bien observé les circonstances qui peuvent nuire à cet acte de la végétation. M. Loiseleur Deslongchamps croit qu'il est à l'abri de tout accident parce que, selon lui, la fécondation du froment se fait à huis clos, c'est-à-dire avant que la fleur ne s'ouvre, quand les balles sont encore juxta-posées, ce qu'il conjecture de ce que les anthères sont vides de pollen au moment de leur ouverture. Il serait possible, cependant, que l'humidité causée par la pluie et les brouillards, pénétrant à travers le tissu des balles, vînt à nuire à cette opération. Au moins les cultivateurs sont-ils fort alarmés quand la floraison du blé a lieu dans des temps pareils.

La maturité du blé arrive quand la plante a reçu, dans les climats moyens de l'Europe, 1600 à 1900° de chaleur moyenne, depuis le renouvellement de sa végétation au printemps, ou quand la terre a reçu 2450° de chaleur solaire, et sous la présence de la lumière, en ne comptant, par conséquent, que les heures du jour pour établir ce calcul [1].

(1) Voyez le tome II, p. 87, 88 et 554.

Quand la maturation se fait à l'abri de tout accident, la tige se dessèche, la graine grossit, le suc laiteux qu'elle contient se solidifie; la maturité botanique précède de quelques jours le moment où le grain se détache de l'épi, car dès que ce suc a perdu sa fluidité, quand il est encore à l'état pâteux, il est déjà propre à la germination; mais, même après ce moment, le grain continue à aspirer les derniers sucs qui se trouvent dans la tige, dans les supports et les enveloppes des épillets, car si on le détache avant la solidification complète du périsperme, il se ride et témoigne ainsi qu'il aurait dû recevoir d'autres matériaux pour être complétement rempli.

Nous avons voulu suivre sans interruption toutes les phases de la végétation du blé. Revenons maintenant sur nos pas; nous dirons que si l'humidité venait à diminuer et que la température moyenne fût à 22 ou 23° avant la montée des tiges, il arrive au blé ce qui arrive aux prés secs, où on voit bien quelques espèces de plantes arriver à maturité, mais où d'autres restent à l'état de gazon et sans fructifier. C'est aussi ce qu'on remarque dans les pays où il n'y a pas une saison entière qui présente une température au-dessous de 20°, et où la sécheresse saisit les céréales de bonne heure. M. de Humboldt avait déjà remarqué que sur les pentes sèches du Mexique, à Xalapa, le froment semé autour de la ville végétait vigoureusement, mais qu'il ne montait pas en épi; on ne l'y cultivait que pour son chaume et son feuillage succulent servant de fourrage aux bestiaux. Il a soin d'ajouter que dans d'autres lieux, et entre autres à l'Ile-de-France, on cultive le froment presque au niveau de l'Océan [1]. Or, dans cette dernière localité, la température de l'hiver n'est pas au-dessous de 21°,6, c'est-à-dire qu'elle est plus élevée que celle de Xalapa; mais on sait que le Mexique est exposé à une extrême sécheresse et que l'agriculture n'y prospère qu'au moyen d'arrosements artificiels, tandis que le

(1) *Essai sur la Nouvelle-Espagne*, t. II, p. 69 et suiv.

climat insulaire de l'Ile-de-France la rend sujette à des pluies fréquentes et abondantes. On ne peut non plus comparer à la situation de Xalapa celle de l'Égypte, qui, outre que le sol y conserve un certain degré d'humidité dû aux inondations du Nil, n'a qu'une moyenne température de 14°,7 pendant son hiver, saison pendant laquelle se développe la tige du froment.

Dans nos climats du midi, les plantes provenant des graines tombées sur l'aire où l'on dépique les gerbes, reçoivent pendant les mois de juillet et d'août une quantité de chaleur plus que suffisante pour les disposer à la floraison, et cependant elle se bornent à taller et à faire un gazon épais, parce que l'humidité leur manque et que l'activité de l'évaporation des feuilles radicales ne laisse aucun excédant de séve pour les faire monter en tige. Plus tard, au mois de septembre, le décroissement de la chaleur, qui descend au-dessous de la température nécessaire pour la floraison, les empêche de fructifier.

Nous avons toujours remarqué, dans nos terrains secs, que les mêmes arbres qui dépérissaient et ne pouvaient former une tête si l'on tenait leur tige élevée, en faisaient une magnifique si on les recépait près du sol. Il semblerait donc que la chaleur que reçoivent les terres frappées du soleil en été arrête l'ascension de la séve, si elle n'est pas très abondante. Nous avons expérimenté ce fait sur une touffe d'arbres transplantés sur un terrain sec et qui n'ont pris de la vigueur qu'après avoir été coupés ras de terre. On sait que les bois des pays chauds ne réussissent bien qu'en taillis.

Ce que nous venons de dire explique les phénomènes observés par MM. Edwards et Colin[1] qui ne purent obtenir de tiges des blés semés à la fin d'avril ; mais ce qu'il y a de remarquable dans leurs expériences, c'est la différence observée entre la végétation des blés de mars et des blés d'automne ; c'est aussi la différence entre les plus gros et les plus petits grains

(1) *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. II, p. 21.

de cette variété. Les plantes provenant de gros grains ne montaient pas en épi l'automne suivant, et celles provenant de petits en donnaient[1]. Il semblerait par là que les plantes provenant de gros grains auraient plus de dispositions à taller que les petites plantes, et qu'il faudrait choisir les plus pesantes et les plus développées pour avoir des semis disposés à s'épaissir.

SECTION III. — *Convenances météorologiques du froment.*

Quoique nous n'admettions pas la doctrine de l'acclimatation comme l'entendait Thouin, c'est-à-dire dans le sens qu'une plante d'un climat chaud peut graduellement être amenée à supporter la température d'un climat plus froid qui la ferait périr si elle y était transportée tout à coup, et réciproquement pour les plantes d'un pays froid transportées dans un climat chaud, nous pensons que l'on peut obtenir des semis des variétés plus robustes que leurs mères et capables de vivre dans d'autres climats. Si l'on pouvait conserver quelques doutes à cet égard, le froment devrait les dissiper. Nous avons vu, en effet, que dans le grand nombre de variétés qu'il présente, les unes sont capables de supporter des hivers très rigoureux et que d'autres y succombent. Presque tous les froments tirés du midi de la France ou de la Sicile n'ont pas soutenu l'épreuve des hivers de Paris. On tremble encore en pensant qu'une succession d'hivers durs avait commencé à répandre le blé d'Odessa dans les contrées qui alimentent la capitale, et que quelques années pareilles auraient pu rendre sa culture générale. Heureusement l'hiver de 1838 détruisit les semis et donna un salutaire avertissement avant que cette perte pût avoir un effet trop sensible sur l'approvisionnement de la capitale.

(1) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, tome II, p. 52.

Les variétés de froment que l'on cultive dans le midi y ont souffert considérablement dans tous les hivers où la température descend à — 13° ou — 14°; mais ils souffrent aussi pareillement avec des froids beaucoup moindres. Cela ne dépendrait-il pas en partie de ce que le midi a tiré ses meilleurs froments de la Sicile et de l'Afrique? D'un autre côté, le blé blanc-zée de Flandre a souffert d'une maturité trop précoce, transporté dans le midi.

Mais mettons en dehors cette question de choix des variétés, et sans nous occuper de cette partie de la région céréale qui reste couverte en hiver d'un manteau de neige propre à préserver les plantes des effets du rayonnement nocturne, nous trouvons que le mauvais effet des hivers sur les blés est beaucoup plus marqué dans la partie orientale que dans la partie occidentale du continent, et que l'on s'en plaint d'autant moins que l'on approche davantage des côtes de la mer. Ce n'est pas seulement parce que les froids y sont moins intenses; on éprouve aussi en Belgique des températures de — 14°, sans qu'elles causent les immenses dommages que l'on a remarqués dans les départements du sud-est : ce fait dépend de l'état du ciel pendant le dégel. Les gelées les plus fortes paraissent être de peu d'effet sur les plantes si elles sont suivies d'un dégel graduel[1]; mais un dégel survenant avec un temps clair et un beau soleil, faisant passer subitement les plantes de la température de — 14° à celle de + 39° ou 40°, comme cela arrive en Provence, les désorganise complétement, tandis que si le dégel arrive avec un temps couvert qui maintienne la surface du sol à zéro, ou avec une pluie qui, dans cette saison, n'a pas une température fort élevée, les plantes ne souffrent nullement. Les risques que courent les froments dans un climat donné sont en raison composée de l'intensité des froids minimum ab-

(1) Tome II, page 54.

solus, et de la pureté du ciel dans ce climat. Ainsi nous avons dans les trois pays suivants :

	Palerme.	Orange.	Paris.
Moyenne des minima absolus de l'hiver.	+4,4	—8,40	—10,46
La masse des nuages en hiver. .	41,74	15,56	58,03

Transformons ces nombres pour la commodité du calcul en prenant le terme 0 du thermomètre pour 100, et le complément de la masse des nuages pour le degré de pureté de l'air ; nous aurons :

Moyenne des minima absolus. . .	104,40	91,70	89,54
Pureté de l'air.	58,26	84,44	41,97
Le quotient du second de ces nombres par le premier exprime le danger des fortes gelées.	0,55	0,92	0,47

Mais à Palerme, le minimum ne descend jamais au-dessous de zéro, le danger est nul ; il en serait de même pour les lieux où les minima ne descendraient pas à — 6,0 au moins.

Mais on voit aussi dans ces chiffres combien le soleil, avec la basse température des minima et le peu de nébulosité du ciel, offre de chances défavorables pour la culture des blés dans le sud-est de la France, et combien, au contraire, la nébulosité du ciel combat efficacement ces chances dans le climat de Paris, qui est au centre de la région céréale.

La fin de l'hiver amène de nouvelles circonstances qui sont très fâcheuses pour les blés; ce sont les gels et dégels successifs[1]. Nous avons vu que le soulèvement de la couche de terre gelée, et puis son affaissement par le dégel, privent les racines de tout appui et compromettent l'existence du végétal. Quand ces gelées superficielles sont souvent réitérées, les blés en souffrent beaucoup ; mais si elles le sont peu, les blés s'en remettent bientôt, après avoir fait de nouvelles racines. Ces dégels sont d'autant plus à craindre qu'ils pénètrent plus profondément.

(1) Tome II, p. 64.

S'ils sont suivis d'une nouvelle gelée, elle forme une couche de glace distincte de celle du fond, et il s'établit ainsi quelquefois plusieurs étages de glace de densités différentes, qui tendent à séparer les racines de la terre par le soulèvement et à les abandonner successivement par les dégels. On conçoit que ces accidents sont d'autant plus à craindre que l'on avance dans le printemps, parce qu'alors les petites gelées sont suivies plus fréquemment de dégel diurne. Cette alternative est aussi plus fréquente dans le midi que dans le nord, et cela jusqu'aux climats où le thermomètre n'atteint jamais zéro. Ainsi, en comparant toujours les situations de Paris et d'Orange, nous avons :

Nombre de gelées :

	Décembre.		Janvier.		Février.		Mars.		Hiver.	
Paris,	Noct.	Diurn.	Noct.	Diurn.	Noct.	Diurn.	Noct.	Diurn.		
de 1824 à 1834.	6	2,5	16	9,0	10	2,5	4	0,1	36	14,1
Rapports. . .	100 : 41		100 : 56		100 : 25		100 : 28		100 : 39	
Orange,										
de 1828 à 1844.	15	2,7	20	3,0	16	0,6	9	0,0	60	6,3
Rapports. . .	100 : 18		100 : 15		100 : 4		100 : 9		100 : 10	

Dans ce dernier climat, la clarté du ciel et le voisinage des Alpes augmentent le nombre des gelées nocturnes, mais le soleil et sa latitude diminuent celui des gelées diurnes. A Paris, les gelées du jour sont à celles de la nuit :: 39 : 100; à Orange :: 10 : 100, c'est-à-dire qu'à Paris, pendant l'hiver, on a 22 gelées nocturnes suivies de dégel, et à Orange 53,7. Ainsi il y a beaucoup plus de dégels diurnes dans cette dernière position. A Paris, on a 7,5 dégels sur 10 gelées en février; à Orange, 15,4 dégels sur 16 gelées en février; en mars, à Orange comme à Paris, toutes les gelées sont suivies de dégels diurnes. Conçoit-on maintenant pourquoi les chances de la culture du blé sont plus grandes dans la région du sud-est? pourquoi le prix moyen du grain y est plus élevé et pourquoi

l'on y penche vers la culture des arbres, des arbustes et des plantes fortement enracinées? Cette culture ne peut s'y faire avec sécurité que dans les terres profondes et bien assainies, dans celles qui manquent de fonds et qui sont humides à la superficie, elles amènent des mécomptes que l'abondance des engrais ne peut conjurer.

On sait, d'après ce que nous avons dit plus haut[1], que la végétation des plantes annuelles exige une gradation décroissante de l'humidité de la terre jusqu'à leur maturité; de sorte que les terres, n'ayant jamais plus de 0,23 d'eau trois jours après la pluie, à 0^m,33 de profondeur, elles n'en aient jamais moins de 0,10. Cette juste proportion dépend de la constitution du sol, mais aussi de la marche des saisons, et surtout du rapport de la quantité de pluie tombée à l'évaporation, dans les terres qui d'ailleurs ne sont pas sujettes aux eaux souterraines. Sans entrer dans des détails que nous avons déjà cherché à préciser et ne tenant compte que des rapports de la pluie à l'évaporation, voici ce que nous trouvons dans les deux climats que nous avons déjà comparés:

	Avril.		Mai.		Juin.		Juillet.	
	Pluie.	Evaporation.	Pluie.	Evaporation.	Pluie.	Evaporation.	Pluie.	Evaporation.
Paris.	53c,2	50c,1	60c,0	70c,1	61c,4	70c,6	59c,1	101c,5
Rapports de la pluie à l'évaporation.	100 : 94		100 : 117		100 : 115		100 : 171	
	Mars.		Avril.		Mai.		Juin.	
Orange.	43c,6	161c,4	61c,2	199c,4	69c,0	219c,8	42c,3	330c,9
Rapports de la pluie à l'évaporation.	100 : 370		100 : 326		100 : 318		100 : 813	

En voyant ce tableau, on est convaincu que le terrain de Paris conserve *habituellement, quand il a assez de profon-*

(1) Tome II, p. 151.

deur, une quantité d'humidité proportionnée aux besoins de la végétation ; on reconnaît seulement qu'au lieu de diminuer en juin, elle tend à augmenter, ce qui annoncerait qu'il y a là une époque critique où l'humidité est excédante dans les années extraordinaires ; mais, au total, la supériorité ascendante de l'évaporation reprend en juillet, mois où le grain achève de mûrir. Au contraire, les chiffres d'Orange nous montrent une supériorité si constante de l'évaporation sur la quantité de pluie, que la terre doit être habituellement sèche au printemps, que les blés doivent y souffrir souvent faute d'humidité. Excepté dans les terrains naturellement frais, ils doivent peu taller ; la paille ne doit pas être longue, et enfin la récolte doit être faible. Le proverbe du Nord, *année de foin, année de rien*, ne s'y vérifie pas toujours.

Nous avons aussi indiqué les brouillards de la fin du printemps et de l'été comme des causes de mauvaises récoltes. Ils sont d'autant plus fâcheux, qu'ils arrivent au moment où la terre est le plus sèche, et ne peut fournir à l'abondante évaporation qui les suit. Nous trouvons :

	Juin.	Juillet.
A Paris.	2 brouillards.	2 brouillards.
	Mai.	Juin.
A Orange.	1,3	0,6

Ainsi, les chances de brouillards sont plus fortes à Paris que dans la vallée du Rhône.

La grêle est surtout à craindre quand l'épi approche de sa maturité, car alors, en brisant les tiges, elle détruit une grande partie de la récolte, et rend ce qui reste difficile à recueillir. Quand le blé ne dépasse pas l'époque de la floraison, on aurait grand tort de désespérer dans les pays où la saison chaude se prolonge, comme jusqu'au nord de la région du maïs. Il faut alors se borner à donner un fort sarclage au blé, au moyen de la houlette, de manière à détruire les mauvaises herbes et à

rendre au terrain un peu d'ameublissement qui prévient sa dessiccation intempestive; de nouveaux épis latéraux ne tardent pas à se montrer et à réparer le dommage causé par l'orage. Dans les pays septentrionaux, on a vu le blé, ainsi rajeuni, passer l'hiver en terre et donner sa récolte l'année suivante; mais dans ceux qui sont au nord de la limite du maïs, les nouveaux épis pousseraient, et n'auraient probablement pas le temps de mûrir. M. de Fréminville cite un exemple frappant de cette nouvelle pousse d'épis, arrivée dans le département de l'Isère, à la suite d'un orage qui eut lieu le 19 mai 1844. Il remarque que le froment, qui montrait à peine sa fleur, repoussa sans difficulté; mais il fut frappé de voir qu'il en fût de même du seigle, dont les grains étaient complétement formés dans les épis [1].

La continuité des pluies, à mesure que le grain grossit et que l'épi devient plus pesant, est sans doute une cause du versement des blés dans les terres riches, où les épillets sont très garnis. Mais comme cet accident n'arrive pas à tous les blés, même les plus chargés; que dans certains terrains les tiges se soutiennent, tandis que dans d'autres elles se couchent même avec des récoltes médiocres, il faut en chercher la cause ailleurs. Nous soupçonnons, sans pouvoir encore l'affirmer, que certains éléments minéraux manquent dans les sols où le versement est le plus fréquent, et, d'après une donnée qui a besoin de confirmation, nous pensons que cet élément pourrait bien être la silice soluble. M. Couche indique aussi la même cause, et propose, pour y remédier, l'emploi des débris d'une roche feldspathique qui renferme 0,56 de silice gélatineuse. Nous pensons que ce remède serait parfaitement indiqué si on avait mis hors de doute l'origine du mal [2].

(1) *Annales de la Société d'agriculture de Lyon*, t. VIII, pag. XXIII des Procès-verbaux, 1845.

(2) *Comptes rendus de l'Académie*, t. XXII, p. 592.

Quant aux dangers que font courir les orages de grêle, on verra par la carte (*fig.* 163), résultant des relevés faits au ministère de l'agriculture et du commerce, que les pays de grandes plaines, ouverts à l'ouest et au midi, y sont le moins exposés; que ceux abrités au midi par des montagnes y sont très exposés; enfin que les pays de montagnes y sont plus exposés que ceux de plaines.

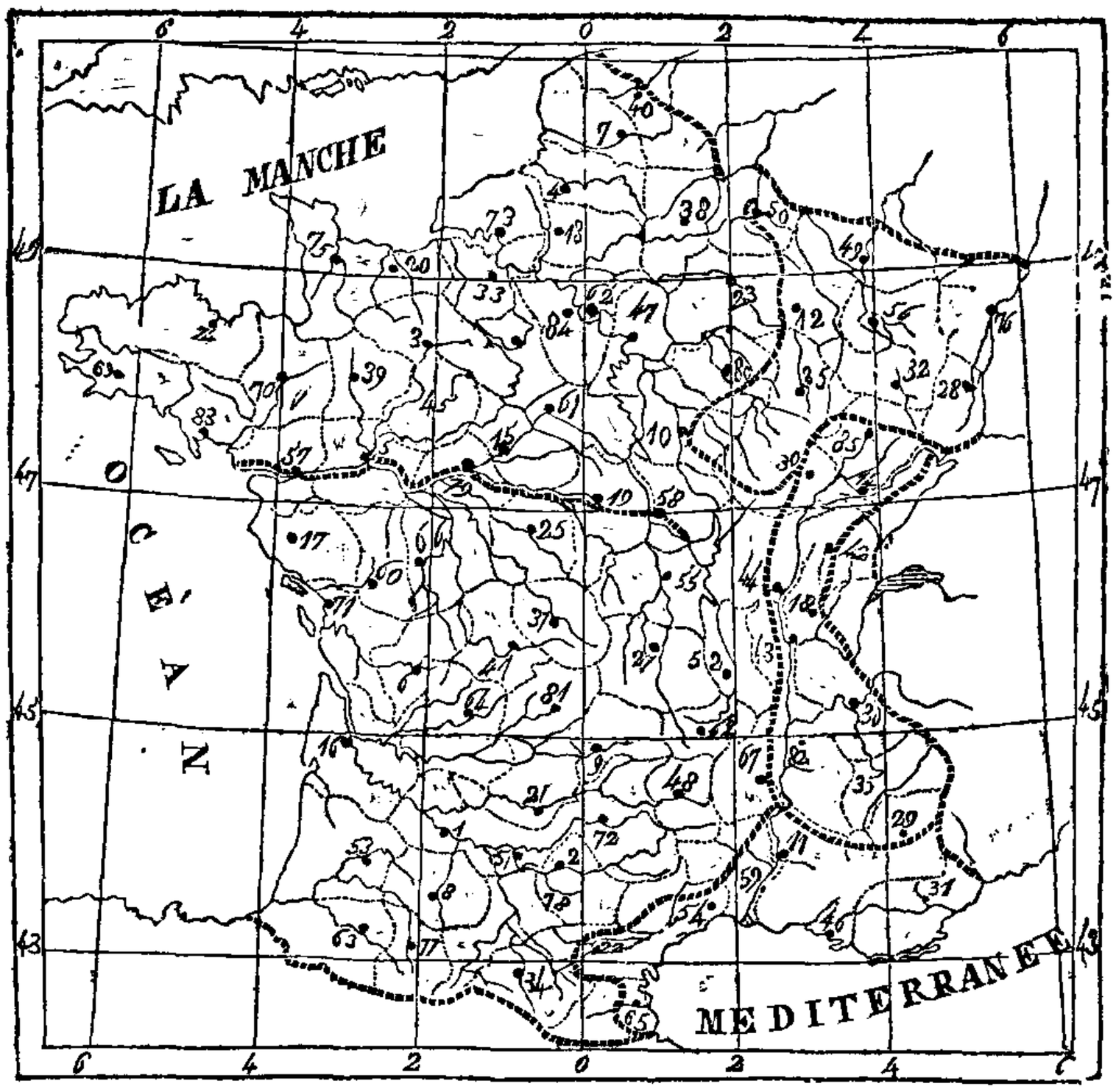


Fig. 163.

La dernière intempérie à laquelle le blé soit exposé, c'est la continuité des pluies à l'époque de la maturité et à celle qui la suit. En 1816 la disette fut causée par cet événement, qui ne permit pas de rentrer le blé et le fit rester longtemps en javelles sur la terre. Ce danger est surtout à craindre dans les pays où la maturité dépasse beaucoup le solstice; plus elle est

tardive, plus la température va en décroissant, et plus le blé mûrit difficilement, et les javelles s'imprègnent d'eau, pourrissent ou moisissent. C'est dire assez que la récolte se fait toujours sans trop de difficulté dans la région de l'olivier et même dans celle du maïs; mais dans le nord de la région de la vigne et dans celle des céréales, surtout quand elles se trouvent en même temps dans la bande des pluies d'été, les pluies deviennent tellement continues dès le mois d'août et une partie de septembre, qu'elles peuvent présenter les plus graves inconvénients, dont le premier degré est la mauvaise odeur du blé, dont le dernier est la presque impossibilité d'achever la récolte, comme cela arriva en 1816, comme cela a pensé arriver en 1845. Dans cette dernière année les pluies cessèrent à temps pour qu'enfin la récolte pût être rentrée; mais elle fournit beaucoup de grains avariés.

SECTION IV. — *Partie constituante du froment.*

Après la récolte, la plante du froment se trouve séparée en plusieurs parties : la graine, les balles, la paille, le chaume et les racines. Leurs proportions sont loin d'être toujours les mêmes. Les blés semés en automne ont ordinairement une plus forte proportion de paille que ceux semés au printemps; le rapport de la paille au grain est moindre sur les terrains secs et dans les climats chauds que dans ceux d'une nature opposée; les blés clairs donnent moins de paille que les blés épais; les substances nutritives qu'enferme le sol sont plus ou moins propres à développer les matières carbonées ou azotées de la plante; les diverses variétés de blé donnent aussi des rapports différents entre les différentes parties : on ne doit donc pas s'étonner des divergences que présentent les chiffres recueillis par divers auteurs, et dont on va lire le tableau :

	Paille.	Graines.
Thaër.	100	50
Podewits.	»	35
Burger.		46
Id.		39,3
Block.		53
Deixsen (Brabant).		39,3
Hohenheim.		44,3
Adler d'Aussée (Haute-Styrie), fumée tous les ans.		22,0
Darblay [1].		44,0
Nous-même [2], seisette.		37,2
Boussingault [3].		44,0
Moyenne.	39,4	

Le rapport de la balle à la paille est, d'après Schwerz, de 7 : 100.

Le chaume du blé fauché est à la paille comme 27 : 100.

Ainsi, 100 parties de la plante de froment sont composées, d'après les données moyennes que nous avons analysées, savoir :

Grain.	22,8
Balle.	4,0
Paille.	57,7
Chaume.	15,5
	100,0

Avant de procéder à l'analyse immédiate du froment, il faut observer que dans l'état où il est récolté, ainsi que la paille, il renferme des quantités d'eau très variables. Dans ceux analysés par M. Boussingault, le grain présentait encore 0,145 d'eau et la paille 0,260; dans d'autres cas et dans d'autres pays, cette quantité serait plus grande ou moindre. L'analyse ne peut donc être indiquée que pour l'état sec, mais ensuite, connaissant la quantité d'eau que renferme un grain, il sera facile de lui appliquer les résultats de l'analyse au moyen d'un léger calcul.

C'est après la dessiccation préalable qu'on trouve que 100 parties de blé répondent à 275 parties de paille, blé et chaume;

(1) *Société centrale d'agriculture*, 1827, t. I, p. 43. (2) *Ibid.*
(3) *Économie rurale*, t. II, p. 280.

mais le chaume restant en terre, et pesant 74,25, il nous restera 200,75 de paille sèche contre 100 parties de grain sec. D'après M. Boussingault [1], la composition de la plante de blé produisant 100 kil. de grain sec est la suivante :

	Grain.	Paille.	Total.
Carbone.	46.10	96,96	143,06
Hydrogène.	5,80	10,68	16,48
Oxygène.	43,40	76,58	119,98
Azote.	2,29	0,70	2,99
Acide sulfurique.	0,02	0,14	0,16
— phosphorique. . .	1,14	0,44	1,58
Chlore.	traces	0,08	0,08
Chaux.	0,07	1,18	1,25
Magnésie.	0,39	0,68	1,07
Potasse.	0,72	1,28	2,00
Soude.	traces	0,04	0,04
Silice.	0,03	9,42	9,45
Fer et alumine.	0,00	0,14	0,14
Perte.			1,72
			300,00

Tel est le résultat obtenu sur les blés récoltés près d'Haguenau, en Alsace; mais ces chiffres ne peuvent que donner une idée générale de la composition des froments, et ce n'est que quand les chimistes auront enfin comparé, avec autant de soin que l'a fait M. Boussingault, leurs analyses aux circonstances de la végétation, qu'on pourra juger de l'étendue des changements qui peuvent survenir dans les proportions d'éléments absorbés par les plantes.

M. Daubeny conclut de plusieurs analyses qu'il y a un rapport inverse entre la pesanteur spécifique du froment et la quantité de matières inorganiques qu'il renferme. Ainsi, du blé qui pesait 64 livres le bushel donnait 1,5 pour 100 de cendres, et cette quantité allait toujours en augmentant jusqu'au blé qui pesait 58 livres et qui donnait alors 1,75 de

(1) *Économie rurale*, t. II, p. 329. Ce tableau est réduit à 100 du poids du grain.

cendres pour 100. Il résultait enfin de ces analyses que le blé froment enlevait au sol 1 livre par bushel (1^k,237 par hectolitre) des éléments fixes contenus dans ses semences [1]. Dans l'analyse ci-dessus, nous trouvons que l'hectolitre pesant 79 kil., et 100 kil. de grain donnant 1^k,577 de matières fixes, l'hectolitre en aurait donné 1^k,246.

SECTION V. — *Poids du froment.*

Le poids d'un volume donné de grains de froment doit varier considérablement, puisqu'il dépend : 1° de la forme et de la grosseur des grains, et de l'espace vide laissé entre eux ; 2° de la pesanteur de chacun de ces grains qui tient à leurs parties constituantes sèches et à la quantité d'eau qu'ils peuvent renfermer. Ainsi, M. Loiseleur-Deslongchamps, dans son intéressant Mémoire sur les céréales, a cherché le poids de différentes variétés de froment, et a trouvé les résultats suivants :

Variétés.	Lieux des cultures.	Poids de 100 grains en grammes.	Nombre de grains dans un décilitre.	Poids calculé de l'hectolitre.
		grammes.		
1. Blé de Mongolie.		7,295	1150	83ⁿ892
2. Richelle blanche.	Paris.	6,604	1210	79,908
3. Blé de Saumur.	*Id.*	5,745	1346	77,327
4. Blé d'Odessa (blé meunier).	*Id.*	6,063	1348	81,729
5. Blé du Caucase.	*Id.*	5,578	1562	90,564
6. Blé blanc de mars.	*Id.*	5,371	1526	81,961
7. Richelle de mars.	*Id.*	5,001	1602	80,116
8. Blé blanc de Flandre. . . .	*Id.*	3,778	2170	81,982
9. Aubain d'Odessa.	*Id.*	3,674	2412	88,616
10. *Id.* de Taganrock. . .	*Id.*	3,462	2532	87,657
11. Blé tendre d'Odessa. . . .	*Id.*	2,716	2904	78,872
12. *Id.* dit de Galatz. . .	*Id.*	3,090	2920	90,228
13. Seisette rouge récoltée à. .	Toulon.	2,665	3880	103,402
14. Blé de Marianopoli rare de	Marseille.	2,175	4656	101,268

En ce qui concerne le poids, nous remarquons que l'ancien système des poids et mesures, qui avait été établi sur celui d'un

(1) *Bibliothèque universelle de Genève*, octobre 1845, p. 367.

grain de blé, fixait dans notre poids de marc le grain à 0^{gr},053, et par conséquent 100 grains à 5,3; nous trouvons que c'est à peu près celui du blé blanc de mars cultivé à Paris. Nous voyons ensuite combien diffèrent les variétés en volume et en pesanteur spécifique; en volume, puisque le décilitre contient 4,656 grains de blé de Marianopoli et seulement 1,150 de blé de Mongolie; nous voyons aussi que les vides laissés entre les grains diffèrent d'une variété à l'autre, à cause de la différence de leur figure, ce qui est démontré par la colonne qui indique le poids de l'hectolitre de chacune d'elles. On voit qu'à mesure que les grains sont plus petits, ils se casent mieux dans la mesure, et celle-ci augmente de poids; les vides sont donc beaucoup moindres. Ainsi, pour les grains vendus à la mesure, il serait plus avantageux de cultiver les plus gros; il vaudrait mieux cultiver les plus fins si on vendait au poids.

La densité, la nature des éléments compris dans la composition du grain, l'état d'humidité de ces éléments entrent aussi pour beaucoup dans le poids total. Les grains de blé sont plus pesants que l'eau, leur pesanteur spécifique est d'environ 1,3, celle de l'eau étant 1. Ainsi l'hectolitre de froment, sans vide, devrait peser 130 kilogr.; quand il n'en pèse que 78, il est clair qu'il y a un vide qui représente les $\frac{52}{130}$ de la masse, ou 0,40. Si nous admettions, ce qui n'est pas, que cette pesanteur spécifique restât la même pour toutes les variétés, nous trouverions que la 3^{e}, le blé de Saumur, présente 0,409 de vide, et la 13^{e}, la seisette rouge récoltée à Toulon. seulement 0,209, ou la moitié de la précédente.

Il résulte de ce que nous venons de dire, qu'il n'y a qu'un moyen de s'assurer de la quantité réelle de grain que l'on achète, c'est de l'acheter au poids, après l'avoir desséché à une température de 120 degrés, jusqu'à ce qu'il cesse de perdre. Nous voyons en effet que 100 kilogr. de grains récolté en 1838, par M. Boussingault, se réduisaient à 85^{k},5; mais son

blé de la récolte de 1836 se réduisait seulement à 89k,5, tandis que celui qu'il avait recueilli dans un sol fortement fumé ne donnait plus que 83k,4. Ainsi le blé sec valant, par exemple, 25 fr. les 100 kilogr., le premier, réduit à 85k5, n'aurait valu que 21 fr. 37 c.; le second, réduit à 89k,5, aurait valu 22 fr. 37 c., tandis que le dernier, qui se réduisait à 83k,4, aurait été justement payé à 20 fr. 85 c.

SECTION VI. — *Farine et principes ternaires et quaternaires contenus dans le blé.*

La quantité de farine fournie par le froment n'est pas non plus la même pour un poids égal de toutes les variétés, pour tous les sols et pour tous les climats. Nous manquons de données suffisantes pour en faire l'appréciation exacte; nous savons seulement qu'en Angleterre Syrington obtenait 78 kilogr. de farine pour 100 de froment; en Allemagne, Loger, 83, et en Lorraine, Mathieu de Dombasle, 85k5. Le produit est souvent de 20 à 22 pour cent du poids du blé. En opérant dans son laboratoire, M. Boussingault avait obtenu 38,50 de son du blé ordinaire, et 16 à 15 pour cent du froment fin de Roussillon (probablement seisette). En opérant sur 21 espèces (excluant les épeautres), il avait une moyenne de 21 pour 100. La meunerie ne serait donc pas loin de retirer du blé la quantité réelle de farine qu'il contient.

Les farines elles-mêmes sont loin d'avoir une composition toujours identique. Celle-ci varie selon les variétés, les terrains, les engrais, etc. On sait que les substances que contient la farine sont : 1° le gluten; 2° l'albumine (ces deux substances ayant une dose d'azote à peu près la même); 3° l'amidon; 4° la dextrine; 5° le sucre; 6° les matières grasses; 7° des matières minérales (ces dernières substances non azotées). M. Rossigneu a fait l'analyse de plusieurs espèces de grains; en voici le tableau :

Variétés.	Gluten.	Albumine.	Total des matières azotées.	Azote.	Amidon et cellulose.	Dextrine.	Sucre.	Graisse.	Matières minérales.
1. Blé de Mongolie. . .	19,00	1,50	20,50	3,28	79,0	0,50	»	»	2/1000
2. Blé de Miracle. . . .	17,50	1,50	19,00	3,04	80,0	0,25	»	1/1000	1/1000
3. Poulard carré de Taganrock.	17,50	1,00	18,50	2,96	80,0	»	»	1/1000	1/1000
4. Marianopoli de Marseille.	17,00	4.00	21,00	3,36	78,0	»	8/1000	1/1000	2/1000
5. Seisette de Provence.	17,00	2,00	19,00	3,04	80,0	»	8/1000	1/1000	2/1000
6. Richelle d'hiver de Grignon.	16,75	1,25	18,00	2,88	80,0	0,25	9/1000	»	1/1000
7. Richelle de mars de Grignon.	16,50	1,00	17,50	2,80	81,0	0,25	7/1000	»	2/1000
8. Poulard blanc velu de Dreux.	16,50	1,50	18,00	2,88	80,0	0,50	»	1/1000	1/1000
9. Blé d'hiver, dit d'Essex, de Paris. . . .	14,00	1,00	15,00	2,40	84,0	0,25	»	2/1000	2/1000
10. Blé commun de Dreux.	13,50	1,00	14,50	2,32	84,0	0,50	7/1000	»	2/1000
11. Blé venu de Portugal.	13,00	1,00	14,00	2,25	84,0	»	»	1/1000	2/1000
12. Blé d'hiver récolté en Angleterre. . . .	11,00	2,00	13,00	2,08	86,0	0,50	traces	»	1/1000
13. Blé blanc récolté en Écosse.	9,00	3,00	12,00	1,92	87,5	0,50	7/1000	»	1/1000
14. Blé carré de Sicile. .	18,50	0,25	18,75	3,00	80,0	0,25	»	1/1000	1/1000
15. Blé du Caucase récolté à Paris. . . .	18,00	0,50	18,50	2,96	80,5	0,25	»	1/1000	1/1000
16. Seisette de Provence, de Sault.	17,50	1,00	18,50	2,96	80,0	0,25	»	1/1000	1/1000
17. Poulard carré blanc (Sainte-Hélène). . .	17,00	1,00	18,00	2,88	80,0	0,50	1/8	8/1000	1/1000
18. Blé blanc (Fellenby), à Paris.	17,00	1,50	18,50	2,96	80,0	0,25	»	1/1000	2/1000
19. Blé de mars de Châlons.	17,00	0,50	17,50	2,80	81,0	0,50	»	»	1/1000
20. Blé de mars de Saint-Lô.	26,50	1,00	17,50	2,80	81,0	0,50	»	»	1/1000
21. Blé blanc de Flandre, récolté à Toulon. .	16,00	0,50	16,50	2,64	82,0	»	1/4	1/1000	1/1000
22. Blé d'Odessa (meunier), à Toulon. . .	16,00	0,25	16,25	2,60	81,5	»	»	1/1000	1/1000
23. Blé du Bengale, à Paris.	15,50	1,50	17,00	2,62	82,0	»	1/8	1/1000	1/1000
24. Blé de Saumur. . .	15,00	0,50	15,50	2,48	83,5	0,25	»	»	1/1000
25. Blé blanc de Flandre, à Paris.	14,00	0,50	14,50	2,32	84,0	0,16	»	»	2/1000

M. Boussingault expérimentant, non plus sur les grains entiers, mais sur la farine, a trouvé que le blé le plus riche lui donnait 4,25 d'azote pour 100; c'était une aubaine d'Afrique; le blé le moins riche, 2,92; c'était un blé d'hiver commun[1]; ces chiffres s'accordent avec ceux de M. Rossigneu.

Ainsi la quantité de matière azotée peut descendre de 20,5 à 12, et le complément de ce chiffre donne à peu près l'amidon, car on voit que la masse des autres composés est presque insensible; mais l'amidon et la cellulose peuvent être fournis à bon marché par d'autres plantes; on prépare, par exemple, les pommes de terre en ce moment de manière à les faire entrer dans la panification sans altérer les qualités apparentes du pain. Or, le prix moyen de la pomme de terre au blé étant de 12 à 100, et dans leur état de dessiccation complet de 48 : 100, nous pourrions, avec du blé nº 1 du tableau et de la farine de pomme de terre, composer le mélange suivant :

				Valeur
100k de blé possèdent.	20,50	de matières azotées.		100
100 de pommes de terre	9,25	—	—	48
200	29,75			148

Ainsi l'on aurait 100 kilogr. de mélange pour 74, les trois quarts à peu près de la valeur du blé, et ce mélange contiendrait plus de substance nutritive azotée que le blé nº 13, recueilli en Écosse.

Cherchons maintenant à déterminer, d'après le prix relatif du blé et de la pomme de terre, la valeur des substances carbonées azotées; prenons pour le dosage du blé celui qui, récolté aux environs de Paris et dont nous connaissons le prix moyen, contient, à l'état sec, 2,29 pour 100 d'azote, et qui possède par conséquent 14,3 de matière azotée sur 100 kilogr. de blé desséché à 140° (le gluten et l'albumine contiennent environ 16 pour 100 d'azote); prenons pour les pommes de terre le

(1) *Économie rurale*, t. Ier, p. 460.

dosage de l'azote des pommes de terre de la même localité qui, à l'état sec, contiennent 1,5 pour 100 d'azote, et par conséquent 9,25 pour 100 de substances azotées, nous aurons les deux équations suivantes, appelant x les substances azotées et y les substances carbonées :

$14{,}3\,x + 86{,}7\,y = 100$, et $9{,}2\,x + 90{,}8\,y = 48$; d'où nous tirons $x = 3{,}52$ et $y = 0{,}466$. Voilà ce que l'expérience des consommateurs nous apprend sur la valeur relative de ces deux ordres de substances.

D'après ces données, il sera toujours possible de trouver le prix réel d'une substance alimentaire. Par exemple, voici comme nous opérerions sur le froment : ayant pris une quantité de 100 grammes de blé dans son état normal, nous le ferions dessécher complétement à la température de 140° (le bain d'huile); nous supposons qu'elle se réduise à 90 grammes. Nous pouvons alors employer deux méthodes.

1° La première est de déterminer l'azote par le moyen de l'analyse. Après l'avoir desséché, si nous obtenons, par exemple, 2,96 d'azote, nous trouvons qu'il contient 18,5 pour 100 de substance azotée, et par conséquent 81,5 de substance carbonée. Son prix relatif sera donc exprimé par $18{,}5 \times 3{,}52 + 81{,}5 \times 0{,}466 = 103{,}10$. Ainsi 100 kilogr. de ce froment vaudraient 103 kilogr. du blé normal de la halle de Paris, pris pour type, l'un et l'autre à l'état de siccité.

2° La seconde méthode n'exige point d'appareil chimique, mais est plus longue et plus compliquée. Nous prenons 100 grammes de blé que nous desséchons, que nous broyons bien exactement dans un mortier; nous en faisons une pâte que l'on soumet à l'action d'un mince filet d'eau, en ne cessant de le pétrir dans les mains. L'eau entraîne l'amidon et l'albumine, les parties ligneuses surnagent; le gluten est la matière grisâtre qui ne peut être dissoute. On enlève la partie de cellulose surnageant, et l'amidon se dépose par le repos au fond

de l'eau; en faisant bouillir l'eau éclaircie, l'albumine apparaît sous la forme d'écume blanche; on dessèche et l'on pèse ces différentes parties : on a alors le poids réel des composants du blé.

Si nous avions ainsi obtenu 18,5 de substances azotées et 81,5 de substances non azotées, nous arriverions au résultat énoncé ci-dessus.

3° Un troisième moyen, plus facile que les autres, consisterait à traiter le blé broyé par la diastase, dont une seule partie, ajoutée à la farine délayée et chauffée à 60° pour accélérer l'action, suffit pour dissoudre tout l'amidon, ne laissant ainsi intactes que les substances azotées. On emploiera de préférence la diastase préparée; mais dans le cas où l'on n'en aurait pas sous la main, on l'obtient en broyant de l'orge germée dans un mortier, humectant la poudre, en faisant une pâte qu'on soumet à la presse et filtrant le liquide obtenu; le liquide contient une quantité suffisante de diastase pour effectuer l'opération.

Section VII. — *Rendement du blé.*

On a souvent donné le tableau de récoltes obtenues dans les différents pays de l'Europe. Les chiffres qui y sont portés sont bien plutôt une indication de l'état où s'y trouve l'agriculture que la mesure de ce qu'on pourrait obtenir du climat et du terrain avec les soins convenables. Nous en avons sous les yeux une preuve frappante. Il y a vingt ans à peine, on croyait avoir une bonne récolte, dans les environs d'Orange, quand on obtenait douze à quatorze hectolitres de blé par hectare; aujourd'hui, ce produit est devenu le minimum de ce que l'on attend, et l'on obtient fréquemment vingt et vingt-cinq hectolitres dans les terres soignées. Le climat et le sol n'ont pas changé, mais de meilleures pratiques ont été introduites avec

la culture de la garance ; des labours profonds ont été donnés, l'on a appris tout ce que l'on pouvait attendre des engrais. Cette métamorphose, qui a eu lieu dans un espace de temps si court, nous semble résoudre la question. Les tableaux dont nous avons parlé sont donc seulement des tableaux statistiques, et non des indications des moyennes climatologiques, encore moins des nombres absolus de ce que l'on peut attendre d'une culture intelligente ; néanmoins il est intéressant de les connaître :

	Produit moyen par hectare.	Produit maximum.	
	lit.	lit.	
Allemagne . . . . . 1,710 à	1,920	3,630	Bürger.
Lombardie : terres arrosées.	2.240		*Ibid.*
— terres sèches. .	1,390		*Ibid.*
Angleterre : milieu du XVIII^e^ siècle.	1,950		Arthur Young.
Flandre.	2,520		Schwerz.
Etats-Unis : terres riches à l'est des Alleghani.	3,080		Boussingault.
États-Unis : terres médiocres.	870		
Mississipi : terres riches. . .	3,860		
— terres médiocres.	2,410		
Venezuela : vallée d'Aragua.	3,850		
— climats tempérés.	1,230		
France : Seine.	2,200		Dailly.
— Nord.	2,000		Statistique officielle.
— Alsace.	1,950		
— Départ. minimum. .	400		
Moyenne de la France. . . .	1,140		

Si tous ces chiffres représentaient réellement des moyennes, ils présenteraient le tableau des effets combinés de la culture, des terrains et des climats ; mais rien ne serait plus trompeur qu'une conclusion absolue. Par exemple, le nombre donné par Bürger, pour l'Allemagne, est évidemment trop élevé. Il a été formé sur des données prises sur les domaines les plus avancés et dans des pays où l'on fait abstraction des terres pauvres. Le résultat de Schwerz n'est qu'une moyenne arithmétique entre le plus fort et le plus faible rendement ; car c'est ainsi qu'il procède

pour la France, en lui attribuant un rendement moyen de 900 litres. Pour arriver à ce chiffre moyen de 1140, nous avons additionné le rendement de chaque département, et nous avons divisé la somme par le nombre de départements. Est-il plus exact pour cela? non certes; car nous savons de quelle manière s'obtiennent les chiffres de nos statistiques officielles.

Si l'on admettait notre chiffre, il en résulterait que l'atmosphère, comme nous l'avons déjà établi, fournissant tous les deux ans la quantité d'azote susceptible de produire 750 litres de froment, les engrais mis en terre représenteraient, en France, la dose d'azote nécessaire pour produire 390 litres de froment, ou $8^{k},6$, provenant de 2,150 kilogr. de fumier de ferme portés tous les deux ans sur un hectare; et si nous supposions que chaque tête de bétail consommât en moyenne 12 kilogr. de foin par jour, ou 4,380 kilogr., donnant 8,760 kilogr. de fumier, nous trouverions qu'il y a moins d'une tête de bétail pour 4 hectares en culture de blé, ou moins d'une pour 8 hectares en culture de jachère. Or, la France contient l'équivalent de 14 millions de têtes de gros bétail pour 25 millions d'hectares cultivés[1], ou 0,56 têtes par hectare, tandis que notre calcul ne lui en donnerait que 0,125; c'est que les prairies, les jardins, les chènevières, les maïs, les betteraves à sucre, les plantes oléagineuses, le tabac, reçoivent la majeure partie des engrais dont les céréales sont trop souvent privées; c'est encore que la quantité de fumier que produit le bétail doit être réduite de plus de moitié, parce que les bestiaux ne consomment pas leur nourriture à l'étable, mais sur des pâturages, et que leur nourriture d'hiver est loin de s'élever à la dose de fourrage que nous avons indiquée plus haut.

Nous avons dit, en traitant des fumures, qu'une riche culture était celle qui appliquait à chaque plante la somme d'en-

(1) Royer, *Statistique agricole de la France*, p. 117.

grais susceptible de lui faire produire le maximum de récolte. Il est donc du plus haut intérêt de connaître les limites de la production du froment. Ecartons d'abord toutes les données qui reposent sur des cultures de plantes isolées; n'acceptons que les rendements qui sont le résultat de cultures étendues.

Si l'on semait le grain aussi épais en Californie qu'en Europe, nous ne pourrions assez nous étonner de voir qu'il y produit 110 pour 1, c'est-à-dire qu'il donnait 220 hectolitres par hectare, au rapport de M. Duflot de Mofras, dans les bonnes terres et dans les mauvaises, 30 ou 40 pour 1, c'est-à-dire 60 à 80 hectolitres. Une récolte authentique est celle de M. Gilly, prés d'Uzès (Gard), qui a obtenu 72 hectolitres par hectare; mais c'était avec des soins extraordinaires, en fumant beaucoup, en répandant de la poudrette au pied de chaque plante qui paraissait en arrière des autres. Des récoltes de 42 hectolitres se représentent assez souvent dans les très bonnes cultures, mais cependant ce sont encore des exceptions; celles de 30 à 32 hectolitres sur des terres qui possèdent un excédant de fumier sont des récoltes plus fréquentes, et c'est à celle-ci qu'il faut atteindre; on peut même espérer de plus forts rendements avec les poulards; mais pour le faire habituellement, il faut viser plus haut et calculer sur le rendement maximum exceptionnel qui se représente assez souvent dans notre patrie, celui de 40 hectolitres, au moins 3,000 kilogr. de froment par hectare. Nous allons examiner, dans les articles suivants, ce qu'il faut faire pour cela, sous le rapport des engrais et sous celui des cultures.

Section VIII. — *De la nature du sol propre au froment.*

La condition indispensable pour la réussite de la culture du froment, c'est qu'il trouve dans le sol les éléments nécessaires à sa végétation et à son développement, et en premier lieu,

l'humidité convenable et non surabondante jusqu'au moment de sa fructification. Si l'eau est en défaut, les principes nutritifs ne sont pas dissous et ne pourraient être absorbés par la plante, les feuilles cessent d'évaporer, et le mouvement ascensionnel de la séve ne pourra avoir lieu; si elle est excédante, il y aura afflux d'une séve aqueuse, ses principes seront peu concentrés, l'évaporation sera excessive, les organes de la plante seront infiltrés, mous, sans ressort, et manqueront de parties solides; la végétation herbacée aura lieu aux dépens de la fructification. Comme le froment est une des plantes les plus tardives à mûrir, que sa végétation empiète sur l'été météorologique (commençant le 1er juin), il exige dans les différents climats des terrains qui puissent lui fournir régulièrement la dose de liquide suffisante pour l'accomplissement de ses fonctions. Cette possibilité est la principale indication de la nature des terres propres au froment. Toutes celles qui retiennent plus de 0,20 d'eau ou qui, quinze jours avant la moisson, cessent d'en retenir la quantité minimum de 0^{m},10 à 0^{m},33 de profondeur, sont impropres à cette culture. Ce principe exclut dans les régions pluvieuses les glaises tenaces, les argiles, comme aussi dans les pays secs les terrains sablonneux ou trop fortement calcaires, à moins que, dans ce dernier cas, ils ne soient naturellement frais, ou qu'ils puissent être arrosés; cette nécessité d'une juste proportion d'eau explique comment les terrains siliceux peuvent porter du froment en Angleterre, et pourquoi les terres argilo-calcaires et argileuses sont les plus propres à sa culture dans le midi. On fait violence à la nature en négligeant cette étude des convenances des terrains. Sans doute on réussit quelquefois, parce que les années n'ont pas toutes le même caractère météorologique, mais les mécomptes sont fréquents, et si l'on calcule bien, on trouve qu'il aurait été plus avantageux de ne pas détourner les terres de leur destination propre; de faire

produire de l'herbe aux terrains trop aqueux que l'on ne peut dessécher ; de faire produire des plantes qui mûrissent de bonne heure et des arbres qui s'enracinent profondément aux terrains secs que l'on ne peut arroser.

Il faut ensuite que le froment trouve dans le sol les éléments minéraux et organiques propres à entrer dans son organisation. Quant à ces derniers, qui sont consommés en petite dose et sont très solubles, il faut se résigner à les fournir aux plantes au moyen des engrais, si l'on veut obtenir de pleines récoltes; mais il est très important que les éléments fixes, tels que la chaux, la magnésie, la silice à l'état gélatineux, le fer, les phosphates, les alcalis, etc., se trouvent naturellement dans le sol, car le transport de plusieurs d'entre eux peut entraîner dans des dépenses considérables. Ainsi, quoique le froment absorbe peu de chaux (2^k,179 pour 100 de grains secs), cependant cette substance lui est si nécessaire que les terrains glaiseux et siliceux ne donnent de pleines récoltes qu'au moyen de chaulage ou de marnage, et l'on sait que ces opérations sont coûteuses.

Les terrains siliceux fortement calcaires renferment en général assez peu de potasse; certains terrains argileux et lavés par les eaux en contiennent peu aussi; là le froment ne réussit qu'à l'aide d'engrais qui lui apportent ce principe. On dit souvent que telle terre est plus reconnaissante qu'une autre aux fumures; c'est qu'il lui manque un élément essentiel, et qu'elle est disposée à produire dès qu'on le lui fournit. La potasse est un des plus importants et l'un de ceux qui manquent le plus souvent; elle est remplacée jusqu'à un certain point par la soude, mais il faut toujours s'assurer que le sol et les engrais en contiennent une quantité suffisante, et à défaut, leur fournir le supplément.

Quant aux propriétés physiques des sols, le blé redoute ceux qui sont trop poreux, sujets à s'affaisser ; ceux qui, dans leur

état naturel, ont une trop faible pesanteur, que nous avons appelée *poids d'une masse de terre*[1], ce qui, comme nous l'avons dit, n'est pas leur pesanteur spécifique, mais la pesanteur d'un volume de terre pris dans l'état où il se trouve habituellement. La semence y est entraînée trop profondément par les pluies, es plantes y sont claires, elles n'y ont pas une forme ténue. Aussi rarement obtient-on une bonne récolte après des défrichements profonds; il faut attendre que la terre soit assez raffermie, et débuter par une plante qui craigne moins ces ébranlements; les glaises inconsistantes, les calcaires offrent surtout cet inconvénient; elles ont d'ailleurs le défaut de déchausser par les gelées superficielles, et de devenir ensuite si pulvérulentes qu'elles sont emportées par les vents de manière à laisser les racines du froment à découvert.

SECTION IX. — *Les engrais, leur qualité.*

En comparant la composition du sol à celle de la plante, on a une indication exacte de ce qui peut lui manquer et de ce qu'il faut lui donner pour que la végétation se fasse régulièrement et dans les meilleures conditions. Les fumiers de ferme ne contiennent tous les éléments nécessaires qu'autant que les animaux ont pu les recueillir en consommant les fourrages. Il se peut donc bien que, malgré leur composition compliquée, ils manquent de quelqu'un d'entre eux, et l'on fait un cercle vicieux en croyant que les fumiers restitueront à la terre ce qu'ils ne lui ont pas emprunté.

Nous donnerons pour exemple de la manière de procéder l'analyse déjà citée[2] du fumier de la ferme de Bechelbronn, en la comparant à celle du froment ; nous partirons de la

(1) Tome Ier, 2e édition, p. 139.
(2) *Ibid.*, p. 599.

quantité d'azote nécessaire pour alimenter 100 kilogr. de froment sec avec sa paille (3,00 d'azote), et nous verrons de quelle manière les autres éléments de cet engrais correspondent à ceux du froment ; il faut 750 kilogr. de ce fumier pour obtenir cette doze de 3 kilogr. d'azote.

	Fumier de Bechelbronn par 750 kil.	Froment de Bechelbroun. 100 k. sec et 200 de paille sèche.	Différence.
Eau.	594k75		
Carbone.	55,50	133,36	+ 77,86
Hydrogène.	6,75	17,59	+ 10,84
Oxygène.	39,75	127,96	+ 88,21
Azote.	3,00	3,00	0,00
Acide carbonique. . .	1,00	0,00	— 1,00
— phosphorique. .	1,51	1,62	+ 0,11
— sulfurique. . . .	0,95	0,17	— 0,78
Chlore.	0,30	0,09	— 0,21
Silice.	33,37	10,29	— 23,08
Chaux.	4,32	1,36	— 3,00
Magnésie.	1,81	1,13	— 0,68
Oxyde de fer, alumine.	3,07	0,15	— 2,92
Potasse et soude. . . .	3,92	2,15	— 1.77
	750,00		

Nous voyons, par cette comparaison, que le blé a dû prendre à d'autres sources que l'engrais un supplément de carbone, d'hydrogène, d'oxygène et d'acide phosphorique, tandis que l'engrais lui fournit en surabondance tous les autres matériaux. L'atmosphère et l'eau suffisent pour donner le carbone, l'hydrogène et l'oxygène, mais c'est dans le sol qu'il a dû trouver l'acide phosphorique excédant.

Les engrais trop faciles à décomposer, dont on n'a pas fixé l'ammoniaque en le transformant en sulfate d'ammoniaque ; comme nous l'avons enseigné plus haut[1], tendent à augmenter la production des parties herbacées de la plante dans une proportion plus forte que celle du grain, ainsi que nous l'avons vu[2] ; d'un autre côté, les engrais riches en azote provoquent

(1) Tome Ier, 2e édition.
(2) *Ibid.*, p. 547.

une plus forte création de gluten et augmentent par conséquent la valeur du produit; c'est ce qui est constaté par les expériences d'Hermbstaedt qui, ayant fumé des espaces égaux d'un même terrain, avec une quantité égale de différents fumiers ramenés par le calcul à l'état de dessiccation complète, trouva que les grains de froment récoltés contenaient les proportions suivantes de gluten et d'amidon :

		Gluten.	Amidon.
1°	Fumé avec de l'urine humaine.	35,1	39,3
2°	— avec du sang de bœuf.	34,2	41,3
3°	— avec des excréments humains. .	33,1	41,4
4°	— — — de mouton..	22,9	42,8
5°	— — — de chèvre. .	32,9	42,4
6°	— — — de cheval. .	13,7	61,6
7°	— — — de pigeon. .	12,2	63,2
8°	— — — de vache. .	12,0	62,3
9°	Sol non fumé.	9,2	66,7

On voit combien les engrais riches ont augmenté la quantité ordinaire de gluten, si on compare ces résultats à ceux de l'analyse des variétés cultivées d'ailleurs dans des terrains peu fumés.

Il y a pourtant ici une anomalie, c'est celle que présente la colombine, fumier fortement azoté, et qui, dans ces expériences, a agi comme un engrais qui l'aurait été fort peu.

Nous renvoyons, au reste, à ce que nous avons dit plus haut, page 402 et suiv., sur les préparations à donner aux engrais pour compléter leurs éléments quand on connaît la composition du sol, celle de l'engrais employé et celle de la plante cultivée. Avec de l'habileté et de l'esprit d'observation, on remédie sans doute au mal en agissant par tâtonnement; mais les agriculteurs devraient aussi se persuader un peu que l'analyse peut les préserver des erreurs, et que de même que dans les grandes manufactures on s'est aperçu du besoin d'éclairer sa marche au flambeau de la science, que c'est seulement de cette manière qu'elles sont parvenues à prévenir le

mécompte et à lutter contre leurs rivales ; de même l'agriculture ne surmontera ses difficultés et ne parviendra à un état florissant qu'en adoptant les mêmes moyens.

Section X. — *Aliquote de l'engrais absorbé par le blé.*

Si les plantes s'emparaient, pendant leur végétation, de la totalité des engrais contenus dans le sol, rien ne serait plus facile que de déterminer la dose de fumure qui doit être attribuée à chaque récolte ; mais comme selon leur nature propre et l'activité de leurs propriétés absorbantes et assimilatrices, comme selon la nature de l'engrais et sa facilité à se décomposer, l'aliquote absorbée varie considérablement, une des questions principales de la culture, une de celles qui a le plus d'importance pratique, est la détermination de cette aliquote. Thaër supposait, d'après ses observations [1], que le froment s'empare des 0,40 des substances fertilisantes que contient le sol dans lequel il est cultivé. Il était parvenu à ce résultat par des tâtonnements divers, mais surtout par cette considération qu'une récolte de blé de printemps, après une récolte de blé d'hiver, était à celle-ci dans le rapport de 24 à 40 ; mais, pensait-il, la terre n'est pas absolument épuisée après ces deux récoltes, et si on ne fume pas après une jachère, on obtient une récolte de 18. Ainsi, de 100 ôtant 40, il nous reste 60 ; et 24 sont les 0,40 de 60, comme 60 sont les 0,40 de 100 ; si ensuite de 60 on ôte 24, il reste 36 ; la récolte après jachère devrait être seulement de 14,4, elle est de 18 ; la jachère avait donc restitué à la terre 3,6 des sucs nutritifs perdus par les récoltes précédentes.

Les expériences faites à la Mautorone [2] nous permettent

(1) § 258.
(2) Tome 1er, 2e édition, p. 517.

d'approcher de la vérité. La terre produisait sans fumure 872 k. de blé qui, avec la paille, emportaient $22^k,84$ d'azote ; avec 25,000 kil. de fumier de ferme dosant 100 kil. d'azote, elle produisait 1,404 kil. de blé qui, avec sa paille, soutirait $36^k,78$ d'azote.

Appelant x la fertilité naturelle de la terre, celle qu'elle avait au moment de la récolte, et y l'aliquote de fertilité puisée dans le sol par la récolte, nous avons ces deux équations :

$$\frac{x}{y} = 22,84 \text{ et } \frac{x+100}{y} = 36,78 ;$$

d'où nous tirons $x = 163,76$ et $y = 7,17$. Ainsi la terre possédait une fertilité qui pourrait être évaluée à $163^k,76$ d'azote, sur laquelle la récolte a prélevé le septième seulement, savoir : $22^k,84$ d'azote dans le premier cas et $36^k,78$ dans le second.

La fumure de 500 kil. de guano, qui est celle qui a produit le plus d'effet relatif, donnait 70 kil. d'azote qui, avec la fertilité naturelle du terrain, l'élevait à $154^k,7$. La récolte a été de 1,222 kil. de blé dosant $23^k,95$, et 4,150 kil. de paille dosant $10^k,79$. Total : $34^k,74$. L'aliquote perçue par la récolte est de

$$\frac{1}{5,8} \text{ ou } 0,17.$$

Avec un engrais plus riche et plus soluble, l'aliquote s'est un peu élevée. Le tourteau de colza à la dose de 1,000 kil. dosant 49,30 ayant produit une récolte de 1,831 kil. de blé dosant, avec sa paille, 42,51 d'azote, son aliquote est

$$\frac{1}{2,9} = 0,34.$$

A la ferme modèle de Rennes, la récolte sans engrais s'est élevée à 2,400 kil. de froment qui, avec sa paille, dosait 62,88 d'azote. Le terrain était donc déjà fort riche. Avec 10,000 kil. de guano dosant 140 kil. d'azote, ce produit a été

de 4,080 kil. de blé dosant, avec sa paille, 106^{k},00 d'azote.

Ici la fertilité de la terre $x = 201$, et l'aliquote

$$y = \frac{1}{3,2} = 0,31$$

Voilà ce qu'on a obtenu dans un climat plus favorable.

Dans la même saison et avec des engrais différents, la récolte est en Provence, pour le guano, 0,17; pour le fumier de ferme, 0,14; pour le tourteau de colza, 0,34. Mais d'autres saisons auraient pu changer la proportion entre ces engrais; une saison sèche était évidemment défavorable au fumier de ferme, qui se décomposait trop lentement, et probablement au guano, très sujet à s'évaporer.

Pour la même espèce d'engrais, l'aliquote de la récolte augmente jusqu'à ce qu'on soit arrivé au point où la plante ne peut pas le mettre aussi utilement à profit. Voyons, par exemple, ce qui se passe pour le guano et le tourteau.

	Fertilité actuelle du terrain. Azote.	Azote de l'engrais.	Total de la fertilité.	Aliquote des récoltes.
A RENNES.				
250$_{k}$ de guano.	201^{k}	35^{k}	172^{k}	0,30
500 —	201	70	207	0,24
1,000 —	201	140	277	0,31
A LA MONTAURONE.				
500 de guano.	132	70	202	0,14
600	132	84	216	0,16
700	132	98	230	0,15
800	132	112	244	0,16
900	132	120	252	0,16
1,000	132	140	272	0,19
500 de tourteau de colza. .	132	21,60	153,60	0,21
750 — —	132	36,75	168,75	0,21
1,000 — —	132	49,30	171,30	0,24
500 de tourteau de sésame .	132	33,95	165,95	0,29
750 — —	132	50,92	182,92	0,23
1,000 — —	132	67,99	199,99	0,24

Ainsi, l'aliquote moyenne, à Rennes, était de 0,29; en Provence, de 0,20.

Observons cependant que l'aliquote est toujours prise sur

l'azote total du grain et de la paille réunis, et que quand le grain s'abaisse au-dessous du produit indiqué par l'équivalent, la quantité de paille augmente dans le même rapport, comme on le peut voir à notre premier volume, deuxième édition, pages 546 et 547.

Remarquons que les données de Rennes sont loin de justifier l'aperçu de Thaër, qui admettait l'aliquote de 0,40. Les saisons sèches du midi abaissent l'aliquote du nord, qui ne se réalise complétement que dans les terrains arrosés. Dans les autres il sera toujours prudent de supposer une aliquote moins forte, par conséquent d'augmenter la dose de fumure. C'est ainsi qu'avec une bonne culture nous avons pris pour règle, dans le midi, de ne pas porter l'aliquote à plus de 0,20 pour les terres sèches. Si la dose d'engrais, ainsi augmentée, ne profite pas à une première récolte, ce ne sera qu'une avance faite aux récoltes suivantes, surtout si l'engrais est préparé de manière à en fixer les gaz et à échapper ainsi aux déperditions qui pourraient avoir lieu dans l'intervalle.

On conçoit, du reste, que plus l'aliquote d'engrais pris par la plante est faible, plus il faut augmenter la fumure, et par conséquent l'avance d'engrais, et plus aussi la culture devient désavantageuse. Ainsi, d'après les données que nous venons d'obtenir, on voit qu'à Rennes, pour obtenir 100 kil. de blé, il faudra donner à la terre un engrais qui aura la teneur en azote de

$$\frac{100 \times 2,62}{0,29} = 9^{k},03,$$

et en Provence de

$$\frac{100 \times 2,62}{0,20} = 13^{k},10.$$

La consommation de l'engrais sera la même dans les deux cas; mais dans le second, on aura fait une avance en plus de $3^{k},75$ d'azote par 100 kil. de blé, avance qui serait plus ou

moins fortement compromise, surtout si l'engrais n'avait pas été préparé de manière à prévenir l'évaporation des gaz ammoniacaux.

Section XI. — *Sympathie et antipathie du froment.*

Les cultures de froment réussissent mieux après certaines cultures qu'après d'autres. Ce phénomène dépend de deux causes principales : 1° la plante qui a précédé le froment s'est emparée d'une trop forte dose des éléments dont celui-ci a besoin. Cela arrive surtout quand on sème sans fumer de nouveau et sur les résidus d'engrais des récoltes précédentes; car dans une culture soignée et éclairée par la science où l'on a dû tenir compte de cette soustraction et la réparer par l'addition intelligente des éléments soustraits au sol, cet inconvénient ne doit pas arriver. Ainsi les plantes qui consomment une grande quantité de nourriture azotée laissent la terre appauvrie et peu propre à produire des grains; tels sont le tabac, le maïs fourrage, les betteraves, la garance, le chanvre, etc.

Après une récolte abondante de pommes de terre, de topinambours, de fèves, etc., le froment peut trouver la terre trop appauvrie de potasse, quoique renfermant une dose d'azote suffisante pour le grain, surtout si on a enlevé les tiges. Il faut alors suppléer à cet appauvrissement par les engrais alcalins, et surtout par les cendres qui rétablissent le terrain ; c'est par le même motif que le froment succède difficilement au froment si les terres ne sont pas abondamment pourvues de principes fertilisants, quoique cette succession ait lieu sans inconvénient quand les principes restent en quantité suffisante.

2° Mais la cause principale des prétendues antipathies du froment pour certaines plantes, antipathies qu'on remarque même dans les terres les plus riches, c'est l'état physique où elles se trouvent après la récolte. Si, par exemple, cette ré-

colte est tardive, comme quand le froment d'hiver succède aux betteraves, la terre est mal ameublie, un grand nombre de mottes la tiennent soulevée, y forment des vides dans lesquels les racines du froment ne peuvent trouver d'appui. Il en est de même pour les pommes de terre tardives et pour le mais à la limite de la région de cette plante, tandis qu'après la récolte des pois et des fèves, qui a lieu à la fin du printemps, on a pu donner plusieurs cultures préparatoires qui ont ameubli le sol, et l'ont exposé à l'action du soleil et des météores. Quand on défrich et rop tard les trèfles et les luzernes, on tombe dans le même inconvénient, et les effets de l'antipathie se montrent, quoique ces plantes passent pour être très sympathiques au blé. Après le défoncement des garances, le sol est au contraire trop ameubli, trop soulevé, et s'il n'a pas eu lieu d'assez bonne heure pour que le terrain se soit rassis par l'effet des pluies, la culture du froment réussit mal. Pour faire cesser ces antipathies, il faut donc combiner les récoltes de manière à ce que les cultures précèdent d'un certain temps le semis du blé; en cas contraire, celui-ci est antipathique non à la plante qui l'a précédé, mais au mauvais état de la terre.

SECTION XII. — *Choix des variétés de froment.*

Chaque pays a sa variété favorite de froment; on la sème partout, dans tous les genres de terrain, dans toutes les conditions de fertilité. Quelle que soit la cause qui a déterminé le premier choix, la variété adoptée a pris à la longue des habitudes analogues aux circonstances dans lesquelles elle était placée, une moyenne de rendement résultant de la moyenne des propriétés diverses des terres de la contrée. Cela est si vrai, que si on y introduit d'autres variétés, elles montent ou descendent, au bout de peu d'années, au degré de produit de la variété ancienne. En serait-il de même si celle-ci avait été

moins généralisée, si on avait adopté pour chaque nature de terrain la variété la plus convenable, celle qui y parviendrait le plus souvent à son maximum de produit? Il est évident qu'alors chacune d'elles se serait moins écartée de son type primitif; que le terrain riche n'aurait pas été obligé de subir la réduction de récolte résultant d'une semence appauvrie de longue main; que le terrain pauvre ne serait pas condamné à nourrir des plantes qui n'y trouvent qu'avec peine leur nourriture. C'est le choix des variétés convenables à chaque terrain qu'il faut étudier si on veut porter le produit des froments au plus haut degré possible.

Mais il existe une raison puissante qui maintient les cultivateurs dans la routine et les empêche de faire ce choix raisonné; c'est la défiance des consommateurs contre tous les produits nouveaux. Excepté dans les lieux où d'habiles fabricants de farine savent apprécier la qualité des grains, il n'est pas rare que le meilleur blé, qu'on ne connait pas par expérience, se vende moins que celui auquel on est habitué. Nous avons vu cependant s'accomplir sous nos yeux des changements bien tranchés dans la culture des froments. C'est ainsi que les blés tendres ont été si complétement substitués aux blés durs, dans le sud-est de la France, que ceux-ci tendent à disparaître tout à fait.

Par cela même que les variétés conservent, pendant plusieurs générations, les dispositions qu'elles avaient acquises, on trouve de l'avantage à cultiver celle qui, de longue main, provient de terrains plus fertiles et plus propres à la culture du blé. Surtout quand on cultive dans de bonnes conditions, il vaut mieux prendre, dès l'abord, des variétés ennoblies, plutôt que d'être exposé à faire leur éducation; mais comme on peut se tromper dans ce choix et les transporter sur des terrains qui ne possèdent pas toutes les conditions nécessaires à la conservation de leurs qualités primitives, d'habiles agriculteurs

ont préféré choisir dans leurs propres localités les variétés les plus estimées, et attendre du temps et des soins qu'elles eussent acquis chez eux les qualités qu'elles peuvent atteindre. Ces deux plans de conduite peuvent se justifier, quoique le premier nous semble conduire plus directement au but et n'offre pas de grands inconvénients, surtout si on ne donne aux premiers essais qu'une étendue raisonnable.

Parmi les mécomptes qu'on peut éprouver dans la naturalisation du froment de pays éloignés, le plus grave est sans contredit sa sensibilité au froid de l'hiver, pour les blés venant de pays plus méridionaux, et la précocité de sa maturité pour ceux qui viennent du nord. Dans le premier cas, on peut perdre entièrement sa récolte après plusieurs années de succès qui avaient inspiré une trompeuse sécurité : nous en avons cité des exemples en traitant des variétés; dans le second, si la fin du printemps est chaude et sèche, le grain se forme mal ; il est petit et retrait. C'est ce qu'on a éprouvé en transportant dans le midi le blé blanc de Flandre.

Dans les terres du midi exposées à la sécheresse, parmi les blés tendres, le blé d'Odessa (blé meunier) paraît plus propre que ses congénères à braver cette intempérie; li croît même sur les terres qui ne paraissent pouvoir convenir qu'au seigle. Les aubaines conviennent aussi à ces terres, et quoique leur grain se vende un dixième de moins que celui des blés tendres, parce que leur farine prend moins d'eau et donne proportionnellement un moindre poids de pain, cependant dans les terres dont nous parlons leur produit fait plus que compenser cette différence de prix. Nous avons vu le temps où, dans les domaines de Provence, la moitié des semences était prise dans les blés tendres et l'autre moitié dans les blés durs; cette diversité compensait les chances du plus ou moins d'humidité ou de sécheresse du printemps; mais la vente de ces derniers est devenue de plus en plus difficile a mesure que

la minoterie a pris plus d'extension et qu'on a fait moins de pain de ménage. Nous pensons que l'abandon des aubaines a été fâcheux pour ce pays.

Quand la terre approche de cet état moyen que nous avons désigné par les mots de *terre fraîche*, on doit préférer les blés tendres, et parmi ceux-ci les espèces rousses que les boulangers recherchent comme contenant plus de gluten et donnant un pain mieux lié que les blanches. La touselle du midi, le blé blanc de Flandre, conviennent aux terres les plus fraîches; le blé de Saumur, les seisettes, dans les terres fortes et fertiles; la richelle blanche de Naples, les lammas, dans les terres légères. Si, dans les localités où on cultive, les blés sont exposés au vent et disposés à verser, on préférera les seisettes aux touselles; leur paille est plus ferme, et leurs épis garnis d'arêtes font l'effet de ressorts qui empêchent leur choc mutuel et préviennent l'égrènement qui en serait la suite; mais en général les touselles paraissent plus fécondes et donnent une paille plus appétissante; on les préférera quand cela sera possible.

Dans les défrichements des prairies, surtout si le terrain est un peu humide, on débutera par les poulards qui, par leur rusticité et leur fermeté, sont de tous les froments ceux qui peuvent parvenir au plus grand produit sans verser. Leur rendement considérable compensera l'infériorité de leur prix. Il faut observer, d'ailleurs, qu'ils ne doivent pas être cultivés trop en grand, car leur débit est difficile, et c'est à la consommation locale seule qu'on peut demander des acheteurs. Cette même difficulté s'oppose aussi à la diffusion du blé de Pologne, qui d'ailleurs est sensible au froid et ne doit pas être cultivé trop au nord.

Le blé de mars rouge sans barbes, avec ses variétés dites de *Pictet*, *Fellenberg*, le blé carré de Sicile, sont propres à être semés au printemps. On a essayé aussi dans cette saison les

blés qui paraissent craindre le froid : les blés d'Odessa, du Caucase, de Crète; mais ces essais n'ont pas été couronnés d'un succès complet. Le blé hérisson mérite l'attention des agriculteurs du midi par la fermeté de sa tige et son tallement considérable; il craint les hivers de ce pays : peut-être pourrait-il y être semé en février. On ne doit semer en grand dans cette saison que les variétés qui ont subi de longue main les modifications qui les rendent propres à mûrir rapidement. Les autres ne peuvent être encore que matière à expérience.

Le succès qu'on a obtenu de l'introduction de plusieurs variétés nouvelles qui, sous bien des rapports, sont supérieures aux anciennes; l'extension qu'ont prise les blés blancs de Flandre, celui d'Odessa, la richelle de Naples, en chassant devant eux des espèces moins bonnes, sont un puissant encouragement à persévérer dans des essais comparatifs. Les espèces qui surabondent en paille, aux dépens de leur grain, seront de plus en plus bannies; le perfectionnement de la meunerie et de la boulangerie fera connaître celles qui donnent en plus grande abondance la meilleure farine, et le commerce intelligent guidera le cultivateur; mais, nous le répétons, ces expériences doivent être tentées avec mesure; plusieurs années sont nécessaires avant de prononcer sur la valeur d'une variété, et les grands hivers seuls décident souverainement la question, car, en fait de blé, il ne suffit pas de plusieurs bonnes années pour compenser le mal que pourrait faire une année rigoureuse. La vie des populations est attachée à cette récolte, et il ne faut pas l'exposer par l'extension imprudente d'une variété qui paraît d'ailleurs productive.

SECTION XIII. — *Culture du blé.*

Avant de parcourir les différentes méthodes de culture du blé, il faut rappeler que cette plante ne réussit jamais mieux,

toutes autres circonstances égales d'ailleurs, que dans une terre meuble et *assise,* c'est-à-dire une terre dont les particules aient été suffisamment divisées, mais ne soient pas trop séparées entre elles. Cet état peut se comparer à celui où serait une terre qui, après avoir été passée au crible, éprouverait une pression qui réduirait son volume de 0,16 dans une capacité ayant 0m,10 de profondeur, ce qui équivaut à une pression d'environ 2 kil. par centimètre carré. Nous avons semé du blé dans des vases où la terre avait été tamisée et qui n'avait subi aucune pression, dans d'autres où elle avait subi la pression de 1, 2, 3, 4, 10 kil.; nous en avons semé dans des terres passées à des cribles de différentes finesses; elles recevaient l'humidité par capillarité du fond, pour que la chute de l'eau des arrosements ne tassât pas trop la terre; les plantes venues dans les vases tassés à 2 ou 3 kil. ont maintenu une supériorité décidée. Celles qui avaient crû dans les terres passées au crible, dont les trous avaient $0^m,001$ de diamètre, et dont, par conséquent, les particules les plus grosses ne dépassaient pas cette dimension, étaient les plus belles; si ces particules avaient $0^m,003$ à $0^m,005$, les plantes souffraient visiblement. Dans les terres cultivées, les particules de petit diamètre viennent remplir le vide des grosses; mais quand celles-ci sont trop abondantes, il y a des lacunes vides dont la plante souffre; il faut donc que, par les labours et surtout par les influences atmosphériques, la terre soit suffisamment pulvérisée pour que le froment se trouve dans les conditions les plus favorables; mais il faut en même temps que les particules soient suffisamment rapprochées par le tassement; on ne peut donc admettre que sous bénéfice d'inventaire les paroles d'Arthur Young : « On récolte d'autant moins de blé, qu'on cultive davantage.» Il ne blâme sans doute ici que l'excès de la pulvérisation et du soulèvement du sol. Faire les cultures dans leur saison pour que les météores agissent sur elles, c'est le moyen de ne pas

être obligé à les multiplier; faire en sorte que les dernières cultures soient superficielles, destinées seulement au nettoiement du sol, et ne le soulèvent pas dans sa profondeur, tels sont les principes qui résultent de l'expérience en grand comme de celle en petit.

§ I. — Pratique de la culture. Blé de printemps.

Quand on a fait un déchaumage en été et un bon labour avant les gelées, et qu'on veut semer le blé de printemps, le scarificateur et même la berse peuvent suffire pour préparer le terrain; un fort hersage consécutif, quand le blé est bien enraciné, détruit les mauvaises herbes et complète la culture. Un nouveau labour après l'hiver aurait le défaut de soulever trop la terre.

La récolte est moins bien assurée si on n'a ouvert la terre qu'après l'époque des grandes gelées. Il faut alors, outre le labour d'ouverture, qui nécessairement sera le plus profond, plusieurs œuvres pour rompre les mottes et ameublir suffisamment le terrain; on les accomplit au moyen du rouleau et de la herse, si la terre n'est pas trop humide; si elle l'était, le travail serait mauvais et l'ameublissement ne pourrait avoir lieu que par le moyen du scarificateur auquel on ferait succéder la herse. Il y a toujours de grandes chances de manquer la bonne époque des labours quand on les retarde jusqu'à la veille des semis.

§ II. — Blé sur jachère.

Nous avons décrit plus haut le travail de la jachère; nous n'avons donc plus à y revenir. Le blé est semé à plat si la terre est saine et profonde, à billons relevés seulement quand elle manque de profondeur et que les moyens d'écoulement des eaux sont insuffisants; si elle est sujette à déchaussement, on sème sous raie en laissant les mottes entières. Au printemps

on herse le blé qui est semé sans intervalle; on cultive entre les raies celui qui a été semé en lignes avant la montée des tiges.

§ III. — Blé sur défrichement.

Le défrichement des prairies naturelles et des pâturages doit avoir lieu au printemps ou en été, pour que les gazons puissent se dessécher avant les semailles. Vers la fin de l'été on herse fortement, puis on attend les pluies qui font germer les semences que contient le sol; on laboure alors superficiellement pour détruire leurs pousses, et puis on sème le blé comme nous l'avons indiqué pour défricher la luzerne. Si la terre n'est pas trop souillée de mauvaises herbes et qu'elle soit peu tenace, on passe une ou deux fois le scarificateur à la fin de l'été et on enterre la semence par un léger travail du même instrument qui croise le premier, puis on passe sur la terre ensemencée un coup de rouleau qui recouvre les graines. Ce n'est qu'après la moisson de ce premier blé qu'on donne le labour de défoncement; quelquefois même on continue à semer le blé sur de légers labours, laissant subsister une partie des plants de luzerne qui donnent beaucoup de graine d'une assez grande valeur dans le pays où elle mûrit bien. Nous connaissons une terre à Orange traitée de cette manière depuis plus de vingt ans et dont le produit satisfait encore le propriétaire. Ce n'est que quand les plants de luzerne restent en trop petit nombre qu'on défriche définitivement. Si la terre est tenace, sur le premier labour du scarificateur on sème de l'avoine au lieu de blé, cette graine se contentant d'une terre peu ameublie; ce n'est qu'après la récolte de l'avoine qu'on donne le travail du défoncement pour préparer une récolte de blé.

Si la luzerne renfermait beaucoup de chiendent ou d'autres plantes vivaces, il faudrait la défricher au commencement de l'été par un labour peu profond qui ne pénétrât pas plus avant

que les racines de ces plantes; on enlèverait le plus possible de cette mauvaise herbe avec la herse, puis on donnerait plusieurs labours successifs pendant la durée des chaleurs pour en exposer les racines au soleil et les dessécher; on sèmerait le blé en automne sans approfondir les labours, et après la récolte du blé on recommencerait le même traitement s'il restait encore des traces de chiendent. On ne procéderait aux labours profonds que quand la terre serait complétement purgée de ces plantes. On a remarqué que l'usage de recouvrir les jeunes blés de roseaux secs faisait périr le chiendent.

Le trèfle et le sainfoin ne présentent pas les mêmes ressources que la luzerne, parce qu'ils ne résistent pas aux labours et que les graines de quelques plantes dispersées ne compensent pas la culture imparfaite donnée au blé; aussi les défriche-t-on complétement aussitôt après avoir recueilli le fourrage. Il ne faut pas attendre la seconde coupe qui se ferait à une époque trop rapprochée des semailles; mais on défriche le terrain après avoir laissé repousser l'herbe qu'on enterre. Si on donnait un labour profond, le sol n'aurait pas le temps de se rasseoir; aussi se borne-t-on à pénétrer de $0^m,10$ en coupant les racines du trèfle et du sainfoin entre deux terres; on roule pour rompre les mottes et asseoir la terre. Si ensuite la surface du sol s'est recouverte d'herbes avant les semailles, on donne un coup d'extirpateur, puis on sème la graine qu'on recouvre avec la herse et un coup de rouleau. Schwerz conseille de herser et de rouler ainsi trois fois consécutives pour le semis de blé fait après le sainfoin établi sur un seul labour. Selon lui, le non-succès de ce semis tient à ce que le labour est donné ordinairement trop peu de temps avant de jeter la semence en terre et au défaut de hersages répétés, deux conditions essentielles d'une bonne réussite [1].

(1) *Culture des plantes fourragères*, p. 71.

Dans les terrains légers, les Anglais font passer les moutons sur les semis pour tasser le terrain. En Alsace, les propriétaires de petites parcelles pèlent le trèfle à la houe et sèment ensuite à la herse sans labourer.

On a opposé à la méthode de défrichement des prairies artificielles par un seul labour la difficulté que la sécheresse de l'été oppose à l'opération, surtout dans les terres tenaces; mais dans le cas où on ne trouve pas le moment de labourer sans trop d'efforts, on obtiendra un ameublissement suffisant de plusieurs coups de scarificateur qui pénètrent graduellement dans la terre à $0^m,10$, et qui coûtent toujours moins de temps et de force que la méthode trop usitée de plusieurs labours après le trèfle, méthode que Bürger traite de dilapidation. Schwerz affirme n'avoir jamais été obligé de recommencer un labour avec la charrue et qu'il est parvenu à rompre ses trèfles même sur des terres à briques; le climat de l'Allemagne ne dessèche probablement jamais les terres au point où peuvent l'être celles du midi de l'Europe. Là, au mois de juillet, après quinze jours d'un soleil sans nuages, il serait aussi facile d'entame run rocher que de pareilles terres; ce n'est qu'au moyen de scarifications répétées qu'on pourrait y pénétrer.

§ IV. — Blé sur récoltes jachères

Le traitement des terres diffère selon qu'elles ont porté une récolte printanière qui a mûri de bonne heure, à la fin du printemps ou au commencement de l'été, comme celle des fèves et des pois, ou une récolte qui ne mûrit qu'au commencement de l'automne, comme les pommes de terre tardives et les betteraves.

Dans le premier cas on donne un labour immédiatement après l'enlèvement de la récolte; rien ne s'y oppose, puisque les travaux de sarclage ont maintenu la terre dans un état pas-

sable d'ameublissement ; puis on entretient la terre nette jusqu'au moment de la semaille au moyen de l'extirpateur dont les œuvres sont répétées toutes les fois que le terrain se couvre d'herbes. On sème sur un fort coup de scarificateur et on roule.

Dans le second cas, on herse fortement le champ pour faire disparaître les inégalités produites par le buttage ou par l'extraction des tubercules ; on laboure, on herse, on roule fortement, puis on sème à la herse. Les blés semés sur les récoltes tardives ne sont pas toujours les meilleurs, l'intérieur de la terre n'ayant pas subi, comme pour les récoltes plus précoces, les effets de l'insolation et de l'aération.

§ V. — Blé en touffes.

Le semis du blé en touffes a été essayé sur un assez grand nombre de points. Nous en avons vu des résultats très remarquables obtenus à Montbelliard, en Allemagne, et par M. le comte de Bonneval dans les landes de Bordeaux. Cette culture, exigeant beaucoup de main-d'œuvre par la manière dont elle a été pratiquée jusqu'ici, ne serait propre qu'à des champs de peu d'étendue ; l'observation qui a conduit les inventeurs de cette méthode a été la beauté des tiges et des épis situés sur les bords d'un champ comparés à ceux qui sont au milieu ; l'isolement des touffes fait que, comme ils le disent, *tout est bon ;* ensuite il est facile de cultiver l'intervalle des touffes et de tenir la terre dans un état constant d'ameublissement qui y maintient la fraîcheur ; enfin l'engrais déposé au pied des touffes s'y trouve plus à portée des plantes. Dans la culture de M. de Bonneval, les poquets dans lesquels il semait le grain avaient $0^{m},20$ de diamètre et étaient séparés de $0^{m},30$ dans un sens et de $0^{m},50$ dans l'autre ; chaque poquet occupait donc un espace de $0^{mq},15$. On les creusait d'un seul coup de houe ; on déposait au fond la quantité d'engrais qui, dans la

culture ordinaire, aurait été répandue sur $0^{mq},15$; on recouvrait le fumier de $0^{m},03$ de terre, sur lequel on plaçait dix grains de blé qu'on recouvrait aussi de $0^{m},03$ de la même terre. La dose d'engrais pour obtenir 3,000 kil. de blé étant celle qui pourrait contenir 281 kil. d'azote, en calculant sur l'aliquote de 0,28; si nous employons du fumier d'étable qui dose 0,40, nous aurons, par hectare d'un terrain qui n'aurait d'avance aucune fertilité naturelle, 70,250 kil. de fumier, ce qui nous donnerait 7 kil. par mètre carré et $1^{k},50$ de fumier par poquet. La touffe ne tarde pas à se développer; elle est cultivée au pied et buttée en temps utile; elle talle beaucoup et produit un grand nombre d'épis bien garnis. M. de Bonneval nous assurait que la récolte reproduisait l'équivalent de la totalité de l'engrais; mais il n'indiquait pas la fertilité acquise du champ. En traitant ces plants comme on traite des orangers en caisse ou des bœufs engraissés à l'étable, en épargnant aux racines un long trajet pour aller à la recherche de l'engrais, en maintenant la circulation de l'air autour des tiges, il obtenait des plants d'une beauté et d'une élévation remarquables et que la *Société d'agriculture de Paris* a pu admirer dans les échantillons qu'il nous a transmis; il ne manquait à sa communication que le compte de revient : nous croyons néanmoins qu'il se soldait à bénéfice.

M. Aug. de Gasparin diminue les frais de ces cultures à poquets au moyen du rouleau que nous avons décrit dans la mécanique, et dont nous avons parlé dans le chapitre des cultures.

§ VI. — Culture de blé en lignes.

La culture du blé en lignes a sur les précédentes l'avantage de pouvoir faire les sarclages au moyen des animaux, de donner aux tiges l'espacement et l'aération convenables; mais on ne peut y distribuer l'engrais avec autant de précision que

dans la culture en touffes : il faut l'appliquer à la totalité du champ, et nous n'avons pas encore remarqué dans les blés semés en lignes cette exubérance de végétation que nous ont montrée les blés semés en touffes.

Le semis en lignes s'effectue, ou en semant sous raies, ou au moyen des semoirs; les sarclages se font au moyen de la houe à cheval ou de la houe à la main. Ce genre de semis tend à faire du blé une plante sarclée. Il n'y a pas de doute que les cultures du printemps ne lui soient très favorables et ne contribuent beaucoup à son succès; mais ce succès repose principalement sur la certitude du tallement du blé, et un grand nombre d'expériences tentées dans les pays à printemps secs nous prouvent que dans ceux-ci cette réussite n'est qu'exceptionnelle. Dans ceux au contraire où la terre se maintient fraîche au printemps et où la température est assez élevée pour faire parvenir les talles à maturité, la pratique des semis en lignes est très utile, et c'est dans ceux-ci qu'elle se propage et s'établit; c'est dans nos départements du nord, dans la Belgique, en Angleterre, qu'on la trouve principalement. Déjà l'Ecosse la repousse, parce que l'été y manque de la chaleur nécessaire. Nous ne parlerons pas des pays moins avancés, où les travaux de sarclage sont un nouvel obstacle à l'introduction d'une méthode qui accroît considérablement les cultures de printemps, et qui exige par conséquent un accroissement du capital circulant [1].

§ VII. — Culture du blé avec irrigation.

Quand, dans les pays chauds et même tempérés, on peut se procurer de l'eau à volonté, on retire un très grand avantage de l'irrigation des blés. M. Aug. de Gasparin a recueilli les faits

(1) Ces considérations ont été très bien déduites dans le Mémoire de M. Bella fils, déjà cité.

suivants sur ce genre de culture qui se pratique en grand à Cavaillon (Vaucluse).

On donne quatre arrosages au blé; le premier avant les semailles sur le terrain nu. On dispose ainsi la terre à la culture et à rendre plus facile la sortie des graines. Ces semailles ont lieu au commencement d'octobre. On arrose une seconde fois quand, au mois d'avril, la température moyenne est arrivée à + 12°; la troisième irrigation se fait pendant la floraison; enfin la quatrième quelques jours après. Ces deux dernières disposent toutes les fleurs à nouer, et les graines sont sur quatre rangs sur les épillets. Les récoltes sont de 40 à 46 hectolitres (3,200 à 3,680 kil.) par hectare.

Les cultivateurs qui donnaient ces renseignements à M. Aug. de Gasparin ayant avancé que les blés se trouvaient mal de l'irrigation sur les terres qui n'y étaient pas habituées, il se fit montrer celles de cette dernière nature, et les comparant aux terres soumises depuis à l'irrigation, il reconnut la cause de ce phénomène. Sur les premières, les eaux de la Durance avaient déposé une couche épaisse de limon; les autres étaient dans leur état primitif avec un sous-sol imperméable. L'eau stagnait sous les racines du blé dans ces dernières et nuisait à sa végétation, tandis que le limon meuble qui recouvrait les premières laissait filtrer l'eau et délivrait les racines de l'humidité superflue. Ce même phénomène s'est encore représenté ailleurs. Sur les terres tenaces du château d'Avignon, en Camargue, on a voulu arroser les blés et on les a perdus. L'irrigation convient à tous les terrains qui, par leur constitution ou par suite d'une culture profonde, donnent passage aux eaux et ne permettent pas qu'elles séjournent autour des racines. Nous l'avons vue pratiquée en Sicile avec un grand avantage; elle est usitée en Espagne, en Afrique, en Amérique. Nous ne doutons pas qu'avec des modifications dans les époques et dans le nombre des arrosages, elle ne pût s'é-

tendre dans le nord, qui a aussi ses années où la sécheresse du printemps devient une cause de stérilité.

SECTION XIV. — *Maladies du blé.*

Nous laissons ici de côté les maladies du froment et des autres plantes causées par les attaques des insectes, qui doivent être l'objet d'un autre travail. Nous reconnaissons encore : 1° celles qui proviennent de la mauvaise alimentation ; du séjour prolongé des racines dans l'eau ; de la faiblesse de constitution que les plantes apportent en naissant ou qu'elles contractent dans les premiers âges de la vie. Ce premier genre de maladies est prévenu par les engrais *complets*, c'est-à-dire qui contiennent en quantité suffisante tous les éléments de nutrition qu'elles exigent, par le soin apporté à l'écoulement des eaux, par les labours profonds qui augmentent le récipient des eaux atmosphériques, etc.

2° Celles qui attaquent la plante extérieurement, causées par les brouillards secs qui occasionnent une évaporation surabondante au moment de la formation du grain, par une insolation considérable quand l'humidité vient à manquer dans la terre, par la chute de la grêle, etc.

3° Enfin celles qui sont occasionnées par les plantes parasites qui s'attachent à certains organes du froment et des autres céréales, s'emparant de leur substance et les détruisant. Parmi celles-ci nous compterons d'abord :

A. La *puccinie* des graminées (noir du blé, brouïssure), qui se présente sous la forme de petites particules noires sur les feuilles, les tiges, les balles, et qui, vue au microscope, présente un amas de plantules à pédicelle blanc terminé par une capsule en forme de massue (Hedwig, *Fung. inédit.*, tab. VI). Quoiqu'il ne soit pas douteux que cette plante ne nuise aux

céréales, cependant elle fait un mal peu sensible en comparaison de la suivante avec laquelle on a tort de la confondre.

B. La *rouille* (*uredo rubigo vera*) (voyez la figure dans Tessier, *Maladies des grains*) naît sur la surface supérieure des feuilles, de la graine et de la tige. Elle forme d'abord de petites taches blanches qui, en s'ouvrant, laissent voir une poussière jaune, jamais noire, qui, au microscope, peuvent être reconnues pour de petites capsules sphériques sans pédicelles. C'était un fléau tellement redouté par les Romains, qu'ils en avaient fait le dieu *Rubigo*, auquel ils avaient institué des fêtes (*Rubigalia*) qui se célébraient le 25 avril. Les sporules de ce cryptogame sont sans doute transportées par l'air, et elles s'attachent aux plantes dans toutes les situations. Les blés chaulés en sont attaqués comme ceux qui ne l'ont pas été ; des champs sont frappés à côté d'autres qui sont épargnés : ici celui qui est sec, ici celui qui est humide. Duhamel croit qu'elle est souvent la conséquence des brouillards secs, après lesquels les plantes sont notablement affaiblies ; nous l'avons vue se produire après des brouillards d'un autre genre : Olivier de Serres l'attribuait aussi aux brumes et aux fortes rosées de la fin de mai et du commencement de juin. Tessier, qui considérait ces brouillards comme cause déterminante, avait remarqué que les terres abritées du côté du nord et celles dans lesquelles la végétation provoquée par des engrais était très vigoureuse, y étaient les plus exposées ; il croyait que la rouille n'avait lieu qu'après une transition subite du chaud au froid, et que s'il tombait une grande pluie après les brouillards, les plantes étaient préservées. Rozier confondait la rouille avec le miellat.

Ce que nous avons observé ne nous donne pas des notions plus étendues sur les causes déterminantes de la rouille. Faisant abstraction de tous les autres phénomènes accessoires, des brouillards, des pluies, etc., qui ont eu ou n'ont pas eu

lieu avant l'apparition de la rouille, nous la trouvons toujours accompagnée d'un refroidissement de l'atmosphère très marqué dans le mois qui a précédé son apparition, circonstance qu'on retrouve aussi à l'origine de plusieurs autres invasions cryptogamiques. Loin de trouver sa cause dans l'humidité de la terre et de l'air, nous trouvons au contraire qu'elle ne se montre pas sur les blés arrosés. Il faudrait donc, pour produire la rouille, d'abord certaines circonstances atmosphériques propres à favoriser le transport des sporules et certaines prédispositions des plantes qui les missent en état de les recevoir.

Des expériences nombreuses faites en Angleterre tendraient à établir que le voisinage de l'épine-vinette est une cause de rouille pour un champ [1]; ce fait nous a été aussi attesté par des cultivateurs nombreux de notre pays qui affirment que, quand une épine-vinette fleurit au bout d'un champ, toutes les plantes de blé voisines sont atteintes de la rouille; et cependant cette plante, si commune en Bourgogne, ne paraît y inspirer aucune défiance. On n'a pas indiqué de préservatif contre la rouille.

C. Le *charbon* (*uredo carbo; uredo segetum; nielle, ustilago*). Ce champignon se présente sous la forme de petits globules sphériques qui s'attachent à la surface des grains et qui, d'abord incolores, se remplissent d'une poussière noire et inodore. Le charbon noircit un peu la farine contenue dans le grain, mais ne la détruit pas toujours; ce n'est que quand il a pu prendre tout son développement qu'il remplit le périsperme et que la farine se trouve comme convertie en matière charbonneuse; le périsperme reste entier, seulement les grains attaqués sont plus ronds et plus courts que les grains sains.

(1) *Bibliothèque universelle de Genève*, t. I^er^, p. 42 et suiv. De Candolle, *Physiol.*, t. III, p. 1485. *Horticultural transact. Soc.*, Londres, t. II, p. 82.

Par leur mélange avec les premiers, ceux-ci se couvrent aussi de poussière noire, et quand par le criblage on est parvenu à séparer les grains infectés plus légers que les autres, les grains restent tachés ou, comme on dit, *mouchetés*. Ils n'offrent aucun danger comme aliment après qu'ils ont été bien lavés; mais employés comme semence, même après un lavage parfait, ils reproduisent la maladie à la génération qui suit. Nous avons indiqué à l'article des semailles les moyens employés pour détruire ces germes de la plante parasite; on peut donc se préserver, jusqu'à un certain point, de cette maladie qui diminue la quantité et la qualité de la récolte.

D. La *carie* (*uredo caries; nielle*). Ce champignon parasite ne paraît pas à l'extérieur du grain, mais naît dans l'intérieur sans le déformer et en le remplissant d'une matière noire et fétide. Vus au microscope, les globules de carie sont deux fois plus gros que ceux du charbon; mis dans l'eau, M. Prevost leur a vu pousser des radicules. Le grain attaqué transmet au pain un goût qui ne permet pas de s'en servir pour l'alimentation. La carie existe quelquefois sur les épis en même temps que le charbon; les grains attaqués de carie étant plus légers que les grains sains, on parvient à les séparer par le vannage, le criblage et le lavage. La carie se propage aussi héréditairement; mais on ne conçoit pas bien les effets des topiques extérieurs employés pour la détruire. Il est probable que, dans le traitement par la dissolution du sulfate de cuivre, on enlevait les grains cariés plus légers, et qu'il ne restait que les grains mouchetés de charbon contre lesquels le sulfate de cuivre a de l'efficacité.

E. L'*ergot* (*sclerotium clavus*). C'est une production en forme de corne qui sort des balles du froment dans lesquelles elle remplace le grain. Il se montre rarement sur le froment et bien plus fréquemment sur le seigle. Nous aurons occasion d'en parler à cet article.

SECTION XV. — *Prix intrinsèque du froment.*

Nous n'avons plus rien à dire sur la manière de récolter le blé après les articles que nous avons consacrés à ce sujet dans la *Mécanique agricole* et dans le livre des cultures. Il ne nous reste plus à parler que du prix de revient de ce grain.

Le prix réel du blé, celui qui résulte de ses frais de production, n'est nullement uniforme; il dépend : 1° de la fertilité naturelle des terres les moins fertiles cultivées dans le pays; 2° des frais de culture, qui sont aussi fort divers; 3° des effets du climat sur la végétation.

Dans les contrées peu peuplées, où les meilleures terres sont mises en valeur, la rente est faible pour un degré de fertilité assez élevé. Ainsi, dans les parties nouvellement occupées des Etats-Unis, dans les colonies russes des bords du Volga, dans les vallons de l'Algérie éloignés des villes, etc., on peut considérer la rente des terres comme nulle, et le prix réel du blé n'est autre chose que celui qui résulte des seuls frais de culture. Or, voici quels sont les frais dans ces pays : 1° un trait d'une faible charrue et le passage d'un traîneau pour couvrir le grain; 2° les travaux de récolte. Malgré la fertilité des terres, le grain ainsi semé à travers les mauvaises herbes rend à peine 10 hectolitres par hectare, dont il faut en retrancher 2 pour la semence. On ignore le prix des journées de travail dans tous ces pays, aussi bien que la valeur de travail des animaux. Un seigneur russe nous assurait qu'il pouvait donner son blé à 3 fr. l'hectolitre, et qu'à ce prix les paysans cédaient celui qu'ils récoltaient eux-mêmes quand ils ne pouvaient en obtenir davantage. Tous les frais se réduiraient donc à 24 fr. par hectare.

Voyons ce qui se passe maintenant avec une culture parfaite et des engrais portés au maximum dans les pays où toutes les

terres sont appropriées; nous retrancherons de la valeur de l'engrais celle de 8k,38 d'azote nécessaires pour 320 kil. (4 hectolitres) de froment, produit minimum des terres cultivées en France. Nous admettons provisoirement dans nos calculs, pour la rente des terres propres à produire du blé, qu'elle est égale à 0,30 du produit brut de la récolte commune qui, nous l'avons déjà dit, s'élève en France à 11h,4, ou 889 kil. de grain, plus 2,018 kil. de paille valant 201 de grain; total : 1,090 kil. de grain. Ainsi notre rente normale sera de 327 kil. de grain pour les cultures qui doivent se faire dans de semblables terres. Chacun pourra modifier son calcul sur les circonstances particulières où il se trouvera. Nous aurons donc, d'après les chiffres obtenus précédemment, en supposant qu'on obtienne 2,500 kil. de froment :

		Froment.
Travaux jusques et y compris les semailles. . .	354,90	
Faucher le blé.	35,70	
Lier les gerbes.	11,43	
Battre avec la machine Ransomme, 2,500 kil. de blé, 1k,14 pour 100.	18,50	596k03
Vannage à 0k,30 pour 100.	7,50	
Frais de transport.	8,00	
Semence.	160,00	
Engrais enlevé pour 2,500 kil. de froment, ci : 65k,5 d'azote ayant la valeur de 6k,7 de froment, moins 8k,38 d'azote.		382,70
Rente de la terre.		327,00
		1305,73
Produit en grain.	2,500k	
— en paille, 5,675 kil. valant 8k,6 de blé les 100.	1,793	
	4,293	4,293,00
Produit net.		2,987,27

Ainsi, 4,293 kil. de blé ont coûté 130,5k,73, ou 31k6 de froment pour en recueillir 100, c'est-à-dire que le prix du marché étant de 22 fr. les 100 kil., 100 kil. de blé reviendraient

au cultivateur à $22 \times 0{,}316 = 6^{f},95$. Chaque 100 kil. de blé qu'on obtiendrait de plus, en augmentant l'engrais, coûterait $2^{k},62$ d'azote valant $6^{k},7$ de froment, ou $17^{k},55$ de froment sans augmenter sensiblement les frais; d'où résulte évidemment qu'on doit porter le froment au maximum de produit possible, et que chaque réduction réduit aussi les bénéfices.

On conçoit bien que cet exemple, où l'on a supposé le succès complet d'une culture parfaite, ne se réalisera que rarement dans la pratique; mais il montre au moins le point où il faut tendre sans cesse, si l'on veut faire une agriculture profitable.

D'après ces données, il est facile de calculer la récolte qui doit faire le pair de cette dépense. Il suffit pour cela d'égaler à 100 la totalité de la dépense, qui se compose : 1° des frais de culture mécanique qui étaient ici de 596 kil. de blé; 2° de la valeur de l'engrais qui, en appelant Q la récolte qui fait le pair, sera

$$\frac{Q \times 2{,}62 \times 6{,}7}{100},$$

puisque 100 kil. de blé avec sa paille dosent 2,62 d'azote et que chaque kilogramme d'azote a une valeur de $6^{k},7$ de blé; 3° cette valeur de l'engrais doit être diminuée de la dose d'engrais atmosphérique que nous reconnaissons être absorbée par les céréales : c'est $8^{k},38$ d'azote qui seront multipliés par $6^{k},7$, valeur de l'azote du fumier de ferme; 4° la rente de la terre égale à $Q \times 0{,}30$; 5° enfin des frais généraux qui sont les $\frac{30}{100}$ du produit brut Q. Nous avons donc

$$100 = Q - 596 - \frac{Q \times 2{,}62 \times 6{,}7}{100} - 8{,}38 \times 6{,}7 - Q \times 0{,}30;$$

d'où nous tirons

$$Q = \frac{64{,}000}{53} = 1{,}207 \text{ kil.}$$

Cette valeur comprend celle du grain et de la paille; la paille

d'une récolte valant les $\frac{18}{42}$ de celle du grain, nous trouverons la valeur de la paille, appelant x la quantité de grain, en disant :

$$1,207 = x - \frac{18\,x}{42},$$

d'où x : 844^{k},7; c'est la quantité de grain, et la paille est l'équivalent de 1207 — 845 = 352 kil. de blé. Une récolte de 844 kil. de grain, ou 12 hectolitres environ, est donc celle qui fait le pair. Au-dessous de ce terme qui représente six fois la semence telle qu'on la répand généralement à la volée, il y a perte, et la récolte n'est possible qu'en faisant abstraction des frais généraux.

Quand les années sont favorables, on obtient encore le blé à meilleur marché dans les terres cultivées plus superficiellement; mais cette économie de culture est fatale dans le plus grand nombre de cas, et nous ne saurions la conseiller.

Dans l'état ordinaire de la culture dans la région céréale en France, la récolte est de 11$_{h}$,40 par hectare, réduits à 9^{h},40 en prélevant les semences ; les frais de culture et d'administration, 70 fr.; les impositions de toute espèce, 33 fr. [1]. Ainsi nous avons 103 fr. à diviser par 9^{h},40, ce qui nous donne à peu près 19 fr. pour prix réel du blé, qui est en effet le prix moyen des marchés. On comprendra maintenant le bénéfice considérable que peut faire l'agriculteur habile luttant contre une telle médiocrité de culture.

Le prix moyen de 100 kil. de paille est de 11 kil. de froment ; ce prix est très supérieur à celui qui indique ses qualités nutritives et qui ne serait que de 8^{k},6 de froment.

Le prix moyen de 100 kil. de son est de 41 kil. de froment.

(1) 827 millions d'impôts pèsent sur 25 milliers d'hectares. Royer, *Statistique agricole de la France*, p. 24.

CHAPITRE II.

Les épeautres.

On a compris sous le nom d'*épeautres* les espèces du genre froment (*triticum*) dont la balle reste adhérente au grain après la maturité. On les appelle aussi les *froments vêtus*. On en distingue de deux espèces : le grand épeautre (*triticum spelta*) et le petit épeautre (*triticum monococon*), qui n'a qu'un seul grain dans chacun de ses épillets.

SECTION Ire. — *Le grand épeautre* (*triticum spultd*).

La culture du grand épeautre, qui paraît avoir été beaucoup plus étenduc jadis, s'est concentrée aujourd'hui dans les contrées qui environnent la Forêt-Noire, en Souabe, en Franconie, en Suisse, sur les bords du Rhin, de Landau à Coblentz. C'est là proprement la patrie d'adoption de cette plante qu'on trouve rarement ailleurs.

Ce n'est pas qu'elle n'ait des qualités remarquables et qui pourraient la rendre très utile dans la combinaison des assolements; mais hors du cercle où ce grain est connu et apprécié, l'incertitude sur son rendement quand il sera dépouillé de sa balle, la difficulté d'une opération préalable et de meules spéciales imposées aux meuniers avant de le réduire en farine, et les conditions onéreuses qui en résultent, le défaut d'habitude de s'en servir qui le fait refuser sur les marchés, au point que Schwerz affirme que dans le Wurtemberg il est préféré au froment mesure pour mesure, tandis que dans les Pays-Bas on a de la peine à obtenir de 12 mesures d'épeautre le prix

de 5 mesures de froment; le resserrement du marché qui en résulte et qui le rend impropre à l'exportation, toutes ces causes tendent à renfermer étroitement l'épeautre dans le cercle qu'il s'est tracé.

Et c'est dommage, si on considère que cette plante vigoureuse, ayant une plus grande force d'assimilation que le froment, sait puiser dans la terre une plus forte aliquote d'engrais; qu'elle croît ainsi dans des terrains trop peu riches pour le froment; qu'elle peut servir à épuiser les terres que le froment laisse toujours dans un état de richesse assez grand; qu'elle redoute peu la sécheresse, et sous ce rapport peut se comparer au seigle croissant dans des terrains trop légers et trop secs pour le froment; que pouvant se semer plus tard que celui-ci, elle succède très bien aux défrichements tardifs des prairies artificielles et des plantes sarclées; que sa farine est fine et blanche et qu'elle fait de très beau pain, quoiqu'on l'accuse d'être plus rude et de se dessécher plus vite que le pain de froment.

§ I. — Variétés.

On cultive deux variétés de cette plante : 1° l'épeautre à grain rouge; 2° l'épeautre à grain blanc. L'un et l'autre peuvent être barbus ou sans barbe; l'un et l'autre sont devenus grains d'automne ou de printemps par la continuité des semis dans l'une ou l'autre saison. Il serait donc facile d'en faire six variétés, et cependant il n'y en a réellement que deux. Schwerz, qui a traité au long de la culture de l'épeautre [1], dit que si on sème l'épeautre dans un sol léger ou épuisé, et si on lui donne une mauvaise culture, l'épeautre non barbu prend des arêtes, et que dans un champ fertile et bien cultivé l'épeautre barbu les perd. La variété rouge mérite la préférence, parce qu'elle

(1) *Culture des grains*, p. 113.

résiste mieux à l'humidité et au froid, talle mieux, pousse des tiges plus hautes et plus fortes, des épis mieux développés et moins sujets à la carie, et qu'enfin elle donne une farine plus belle et plus liante.

§ II. — Mode de végétation.

M. Vilmorin regarde l'épeautre comme étant de tous les froments celui qui talle le plus, et dit que si on avait à cultiver une espèce pour fourrage, ce serait celle-ci qu'on devrait choisir. Son extrême vigueur lui ayant fait attribuer en général les terrains les plus inférieurs des fermes, il s'en est suivi le préjugé qu'il n'était pas sujet à verser; mais Schwerz affirme au contraire que, dans de bonnes conditions, il verse aussi fréquemment que l'orge et le froment; que ce danger lui est même si particulier que dans un champ bien *approprié* ayant été faucbé deux fois, cela ne l'empêcha pas de verser. Quoique rien ne nous paraisse moins sûr que le succès de cette opération pour prévenir le versement, la pratique générale du pays, qui s'accorde d'ailleurs avec les besoins de fourrages printaniers, nous indique assez combien cette disposition de l'épeautre est commune. Tiendrait-elle à l'absence de silice gélatineuse dans ces terrains?

Schwerz signale l'épeautre comme sensible au froid. L'hiver de 1815 à 1816 détruisit toutes les récoltes d'épeautre. Semé à peu près en même temps que le froment, il mûrit quinze jours plus tard en Allemagne.

§ III. — Proportions des différentes parties de l'épeautre.

D'après les résultats obtenus à Hohenheim par Schwerz, le rapport du poids de la paille à celui du grain est de 100 à 57,3; celui du grain net aux balles est de 30,82 à 10,0 avec 2,00

de déchet. Ainsi, laissant de côté le chaume qui reste en terre, la plante de l'épeautre serait composée ainsi qu'il suit :

Grain net.	46,38
Balle.	15,05
Déchet.	2,14
Paille.	36,43
	100,00

et 100 de grain vêtu donnent

Grain net.	72,96
Balle.	23,67
Déchet.	3,37
	100,00

L'hectolitre d'épeautre vêtu pèse $42^{k},24$. Ainsi l'hectolitre est ainsi composé :

Grain net.	$30^{k}82$
Cosses.	10,00
Déchet.	1,42
	42,24

Ces rendements varient, au reste, selon les sols et les circonstances de culture, ainsi que nous l'avons fait observer plus haut, et aussi selon le plus ou moins de perfection de la mouture.

D'après les expériences de M. Boussingault [1], les épeautres seraient très riches en matières azotées. Ces expériences sont faites sur des grains complétement desséchés ; ainsi on trouve :

	Dans 100 kil. de grain net.		Dans 100 kil. de farine.		
	Son.	Farine.	Azote.	Gluten et albumine.	Amidon, sucre et eau.
Epeautre rouge sans arêtes.	21,9	78,1	3,85	24,1	75,9
Grand épeautre à arêtes. .	26,9	73,1	3,53	22,1	77,9

Ces résultats nous donnent

	Azote.
Par 100 kil. de grain desséché de l'épeautre sans arêtes.	3,00
— — — — — à arêtes. .	2,58

(1) *Économie rurale*, tome I^er^, p. 460.

c'est-à-dire un dosage plus fort que les froments, à l'exception des aubaines.

Mais en rendant 12 p. 100 d'eau au grain, et en cherchant son dosage au volume, nous trouvons que

		Azote.
100 kil.	de grain sans balle de l'épautre sans arêtes contiennent.	2ᵏ64
100	de grain sans balle de l'épeautre à arêtes contiennent.	2 26

et que

100	de grain avec sa balle de l'épeautre sans arêtes contiennent.	1,92
100	de grain avec sa balle de l'épeautre à arêtes contiennent.	1,65

Cette grande quantité de matières azotées fait comprendre la persistance des populations qui ont pu apprécier les qualités nutritives de ce grain à continuer cette culture, malgré les inconvénients qui y sont attachés.

Schwerz dit que la paille d'épeautre est volontiers mangée par le bétail, quoiqu'elle soit plus dure que celle du froment; nous n'en connaissons pas la teneur en azote : cependant si nous la supposions aussi riche que cette dernière, nous aurions par 100 kil. de grain net :

100ᵏ	de grain net à arêtes.	1ᵏ65
111,2	de paille et balle.	0,29
		1,94

Ainsi, à cause de la petite quantité de paille de l'épeautre, la dose d'azote consommée par 100 kil. de grain net est inférieure à celle qui est consommée par 100 kil. de froment.

§ IV. — Rendement de l'épeautre.

Le plus fort rendement indiqué par l'épeautre obtenu dans des terres séparées et de peu d'étendue est celui cité par M. Varnbüller, qui s'élève à 84 hectolitres de grain vêtu par hectare, ou 3,548 kil. donnant 2,589 kil. de grain net.

Dans un canton sur la Meuse, où on ne sème l'épeautre que sur les champs qui ne veulent pas rendre autre chose, on a récolté 32 hectolitres ou 1,352 kil. de grain net.

La récolte moyenne de Hohenheim est de 48^{h},47 de grain vêtu ou 2,047 kil. de grain net.

Si on compare le rendement des bonnes terres d'Alsace et de Brabant avec celui des terres soignées d'Hohenheim, qui est de 25 à 26 hectolitres donnant 1,938 kil. de froment, on verra que les deux produits se rapprochent beaucoup. Quant au dosage, nous avons

Par 2,047^{k}	d'épeautre.	39^{k}71 d'azote.
1,938	de froment. . . .	50,77

La quantité de matière azotée enlevée au champ par l'épeautre serait donc bien inférieure à celle enlevée par le froment, et la différence porterait surtout sur la quantité de paille plus grande pour ce dernier grain. Par le moyen de l'épeautre on retire, avec une quantité d'engrais moindre, une plus grande quantité de matières alimentaires pour l'homme.

Si nous réfléchissons ensuite à la beauté de la première végétation de l'épeautre qui le fait considérer comme un excellent fourrage en vert, nous verrons qu'il doit se flétrir et se détacher une énorme quantité de feuillage à l'approche de sa maturité, feuillage qui reste au profit du champ comme engrais. Nous n'avons pas de données suffisantes pour établir l'aliquote de la fertilité absorbée par l'épeautre. Il est probable que pendant son jeune âge l'épeautre, avec son abondante fane, soutire beaucoup de sucs de l'atmosphère, et que c'est ce qui explique la possibilité de le cultiver sur des champs presque stériles. En effet, on le regarde comme moins épuisant que le blé. Son rendement de 1,352 kil. de grain net dans des champs trop secs pour le froment, mais où il est probable qu'il ne rendrait pas 600 kil., nous fait croire que son aliquote est plus forte que celle du froment et qu'on ne pour-

rait comparer la fertilité des terres de Hohenheim à celles de l'Alsace et de la Flandre. Schwerz dit positivement qu'il supporte même la fumure tardive; qu'il se contente d'une moindre proportion d'engrais et qu'il absorbe mieux le fumier frais que le froment. Nous croirions devoir le porter à près de 40 p. 100 au lieu de 29, que nous avons fixé pour le blé dans la région céréale.

§ V. — Culture de l'épeautre.

La culture de cette plante est exactement celle du blé. On sème de 3 à 6 hectolitres de grain vêtu par hectare; à Hohenheim on s'est arrêté à la quantité de $4^h,90$: la quantité moyenne est de $4^h,42$.

Le hersage au printemps est regardé comme indispensable. L'épeautre est plus facile à battre que le froment, exige plus de place, mais se conserve mieux dans les greniers.

§ VI. — Valeur de l'épeautre.

Nous ne pouvons établir la valeur réelle de l'épeautre qu'en le comparant au froment. Sous le rapport du prix vénal, Schwerz l'établit de 22,60 pour le froment et de 8,50 pour l'épeautre vêtu. L'hectolitre de froment pèse 76 kil.; l'hectolitre d'épeautre, $42^k,24$, qui donne $30^k,82$ de grain net; le rapport devrait être de 22,60 à 9,1, différence avec les cours de 0,6 qui doivent couvrir l'excédant des frais de mouture. Quant à l'épeautre vendu au poids, son rapport au prix du froment doit être de 73 à 100, ou 72 à 100 en comptant l'excédant des frais de mouture. Ces rapports ne se conservent que dans les pays où l'épeautre est d'une consommation générale; hors de ce cercle étroit, la valeur comparative de l'épeautre baisse considérablement.

SECTION II. — *Petit épeautre (triticum monococum, locular, engrain).*

Le petit épeautre est si peu productif en comparaison des autres céréales, que probablement on ne le cultiverait nulle part sans sa propriété de croître dans les sols les plus mauvais, dans ceux où on ne pourrait récolter ni seigle ni avoine. Mais il paie à peine le léger travail qu'on lui consacre, et il serait abandonné s'il ne fournissait pas le meilleur et le plus fin de tous les gruaux. C'est sous ce rapport seulement que toutes les années nous consacrons quelques terres graveleuses, quelques défrichés de vignes pour en obtenir notre provision de ménage et celle de nos métayers.

Cette plante a une végétation très longue; on la sème en septembre ou au commencement d'octobre pour ne la récolter qu'à la fin de juillet ou au commencement d'août dans un pays où les moissons du froment se font à la fin de juin.

On en connaît trois variétés : la variété velue qui est la plus élevée et la plus tardive, la variété glabre à grain roux et la variété glabre à grain blanc; celle-ci est la plus précoce.

Le petit épeautre a pour déchet autant de balles que le grand; il se réduit encore si on veut le faire gruer.

On le sème sur un labour, et on emploie 4 hectolitres de semence par hectare.

CHAPITRE III.

Du seigle.

Le seigle, avec sa rusticité, sa disposition à croître sur un sol pauvre, à ne pas craindre son aridité; à résister aux mauvaises herbes et à les dominer; à mûrir de bonne heure, avant l'époque de la dessiccation complète du terrain ou celle de la décroissance trop rapide de la température, et par conséquent

à pouvoir occuper des terrains où le froment plus tardif ne pourrait pas accomplir la dernière phase de sa végétation ; à donner un produit plus sûr, moins variable que les autres céréales ; le seigle est devenu la base de la culture de contrées entières. Le nord de l'Allemagne et même de la Belgique, les pays montagneux de la France, ceux où la terre manque de l'élément calcaire et présente des principes d'acidité, tous ceux qui, par quelques-unes des causes énumérées, repoussent la culture du froment, ont adopté le seigle comme base de leur nourriture. Quoique moins nourrissant à poids égal que le froment, il donne un pain savoureux, sain, qui se maintient frais plus longtemps et qui, pour cette propriété, est apprécié des populations rurales isolées qui ne sont pas obligées de cuire aussi souvent.

Schwerz affirme que les balles de seigle contiennent une substance aromatique qui exerce une action fortifiante sur les nerfs : « Aussi a-t-on soin, dit-il, de mêler à la farine des balles fraîchement moulues dans une certaine proportion ; le pain ainsi fait *rafraîchit* les personnes échauffées par un travail sédentaire. »

Mais ce qui rend surtout le seigle précieux pour l'Allemagne, c'est son emploi dans la distillation et pour la fabrication des eaux-de-vie de genièvre. Cet usage y rend les famines impossibles, parce que, conservant habituellement une quantité de céréales doubles de celles nécessaires pour la panification, les distilleries suspendent leurs travaux quand les prix s'élèvent et rendent disponible une masse de grains considérable, tandis que, quand les prix sont bas et qu'elles travaillent, elles fournissent une grande quantité de résidus qui n'ont rien perdu de leurs facultés nutritives et qui sont employés à la nourriture du bétail et rendus ensuite sous forme d'engrais à la terre. Les contrées du midi ne peuvent pas employer le seigle à cet usage, le raisin leur offre une meilleure eau-de-vie ;

mais peut-être ont-elles à envier à celles du nord une si heureuse combinaison. Enfin la forte proportion de paille quo produit le seigle lui donne une grande importance, surtout dans les pays où on manque de litière.

Toutes ces considérations doivent faire sentir l'importance du seigle dans la culture générale des régions tempérées.

Section Ire. — *Variété de seigle.*

1° *Seigle d'hiver.* C'est la variété la plus communément cultivée.

2° *Seigle de mars.* Paille moins longue et plus fine que celle du seigle d'hiver ; grain plus petit. On a remarqué que ce seigle, semé en automne, produit beaucoup, tandis que le seigle d'hiver, semé au printemps, ne réussit pas.

3° *Seigle multicaule* (seigle de la Saint-Jean). Seigle tardif, tallant beaucoup ; paille et épi allongés ; petits grains. Cette variété est très vigoureuse. Elle demande à être semée plus clair que le seigle ordinaire, à cause de la petitesse de ses graines. On lui a donné le nom de *seigle de Saint-Jean* parce qu'on la sème souvent au mois de juin pour se procurer une récolte de fourrage en automne, et puis une récolte de grain l'été suivant.

D'après M. Seringe[1], le seigle multicaule ne serait pas autre chose que le seigle commun semé à une époque différente de celle à laquelle on le sème habituellement. Mis en terre au mois de juin, il se ramifie beaucoup et produit davantage ; mais semé comme l'autre, il perd cet état accidentel.

4° *Seigle de Russie.* Variété à larges feuilles, à grain bien nourri, donnant beaucoup de paille. Il diffère du multicaule en ce qu'il talle peu et se rapproche ainsi du seigle ordinaire. Le

(1) *Annales de la Société d'agriculture de Lyon*, 1845, § XXXI des procès-verbaux.

seigle de Vierland n'est qu'un intermédiaire entre celui de Russie et le scigle ordinaire.

SECTION II. — *Végétation et convenance météorologique du seigle.*

Tout ce que nous avons dit de la végétation du froment peut s'appliquer au seigle, mais avec des modifications importantes. Il faut qu'il talle avant l'hiver et fasse alors sa couronne de racines supérieures, et qu'il forme les rudiments de ses épis. L'épi de seigle est formé d'épillets contenant seulement trois fleurs, dont une avorte; chaque épillet porte donc seulement deux grains au lieu de quatre que peuvent avoir les épillets du froment. On conçoit dès lors que la longueur que prend l'épi est bien plus importante pour lui que pour le froment. Chez ce dernier il y a encore, après la décurtation, la ressource de la fécondité des quatre fleurs si la végétation du printemps est vigoureuse; chez le seigle on ne peut compter que sur deux graines, quel que soit le bénéfice qu'il puisse recevoir du printemps.

Le seigle périt s'il est surpris par les gelées profondes avant d'avoir accompli la production de ses racines supérieures; or, cette phase de sa végétation n'est terminée qu'après qu'il a reçu 600° de chaleur au-dessus de 6°; il faut donc que le seigle d'hiver soit semé à temps pour qu'on puisse se promettre cette somme de degrés en automne : c'est ce que permettent d'espérer à Paris les semis faits vers la fin de septembre.

Après avoir passé l'hiver, le seigle ne tarde pas à pousser ses tuyaux dès que la température moyenne est remontée à + 6; il fleurit quand elle s'élève à + 14,2. Sa floraison est presque simultanée sur toute la longueur de l'épi. Cette simultanéité de floraison rend le seigle très sensible aux influences atmosphériques qui se présentent dans ce moment critique;

on dirait que les plantes sont alors entourées d'un nuage de poussière fécondante qui peut être abattue par la pluie ou emportée par le vent, au grand préjudice de la fécondation. Ce qui tendrait à le faire penser, c'est l'observation de Bœninghausen qui, dans un pays où la culture du seigle est générale, a reconnu que quand les champs de seigle n'étaient pas d'une certaine étendue, ils étaient plus imparfaitement fécondés, et que ceux qui se trouvaient sous le vent l'étaient plus complétement que les autres [1].

Le seigle ne craint l'hiver que si ses tiges ont poussé avant les gelées. Si l'automne a été très doux et prolongé et que sa végétation soit trop avancée, il peut beaucoup souffrir. On perdit ainsi le seigle à Paris en 1742. Mais quand la plante est encore étalée sur le sol, qu'elle a poussé ses racines supérieures, elle est robuste et résiste bien au froid. On ne pourrait cependant pas bien établir la température minimum qu'elle peut supporter, car dans les pays du nord les récoltes sont mises à l'abri pendant l'hiver par leur couverture de neige.

SECTION III. — *Parties constituantes du seigle.*

La proportion de la paille au grain de seigle, en faisant abstraction du chaume, est la suivante selon les divers auteurs :

Thaër.	100 : 40
Podewils (hauteurs).	41
— (plaines).	28
Koppe.	41
Bürger (1807).	54
— (1812).	51
Block.	29,3
Schwerz (Hohenheim, 1823).	31
Moellinger (10 ans).	56
Diercxen (Brabant).	44
Boussingault (Bechelbronn).	44
Moyenne générale.	41

(1) Schwerz, *Culture des grains*, p. 194.

La proportion du chaume à la paille est, selon M. Boussingault, de 27 : 100.

Ainsi 1,000 parties de la plante de seigle à l'état normal donnent :

Grain.	244	et 100 de grain répondent à 222 de paille et balle.
Paille et balle. . . .	595	
Chaume.	161	
	1,000	

La quantité de 1,000 de grain à l'état normal s'est réduite à celle de 834 de grain sec dans les expériences de M. Boussingault; 1,000 de paille se sont réduits à 813. Ainsi, 100 de grain sec répondent à

100 grain.
292 paille et balle.

Nous n'avons pas l'analyse complète du seigle ; nous savons seulement qu'il contient :

	Carbone.	Hydrogène.	Oxygène.	Azote.
100 de grain. . .	46,35	5,38	44,21	1,69
292 de paille. . .	145,65	16,29	118,43	0,83
	192,00	21,67	162,64	2,57

La farine du seigle contient d'autres principes que celle du froment, entre autres une matière gluante, très hygroscopique, qui maintient son pain plus longtemps frais que celui du froment. Elle est composée de matières grasses et de gomme. Voici l'analyse de cette farine donnée par M. Boussingault :

Gluten et albumine	10,5
Amidon.	64,0
Matières grasses.	3,5
Sucre.	3,0
Gomme.	11,0
Ligneux et sels.	6,0
Perte.	2,0
	100,0

La partie azotée consiste presque entièrement en albumine; il y a peu de gluten.

Si on compare cette analyse à celle du froment, on verra que le seigle doit être moins nourrissant, puisqu'il ne contient que les trois quarts à peu près de la matière azotée de celui-ci. Mais quoique l'azote soit dans les deux grains secs dans le rapport de 2,29 : 1,69 ou de 100 : 73, les matières azotées ne sont plus dans la farine que comme 20,5 : 10,5 ou comme 100 : 51. Le son du seigle entraîne probablement une forte partie de l'azote, et cependant il est regardé comme inférieur à celui du froment pour la nourriture des animaux.

L'hectolitre de seigle pèse de 70 à 75 kil.

Nous n'avons pas l'analyse complète du grain de seigle. Sprengel nous a donné celle de sa paille, qui est la suivante :

		Cendres.		Acides			
Potasse.	Soude.	Chaux.	Fer.	phosphorique.	sulfurique.	Chlore.	Silice.
0,32	0,11	0,178	0,021	0,031	0,170	0,017	2,297

Cette paille est principalement riche en silice ; elle contient plus de potasse et d'acide phosphorique que la paille du froment.

Section IV. — *Sol propre au seigle.*

Le seigle mûrit quelque temps avant le froment. Après la récolte du seigle, ce dernier doit encore absorber 180° de chaleur moyenne à l'ombre, ou 220° au soleil avant qu'on puisse commencer sa moisson. Mais on peut couper le froment avant qu'il soit complétement mûr, et le seigle ne se coupe qu'à sa maturité parce qu'il mûrit moins bien en gerbes que le froment et que, d'ailleurs, il s'égrène moins sur pied. Cette dose supplémentaire de chaleur qu'exige le froment pour mûrir emporte dix jours au moins dans le climat de Paris. Il faut donc que le terrain qui lui est consacré conserve dix jours de plus l'humidité nécessaire dans cette saison la plus chaude de l'année, sans quoi les fonctions de la plante s'arrêteraient et le

grain serait *retrait*. Si on considère la rapidité comparée de l'évaporation dans les différentes natures du sol [1], on verra qu'arrivé à cette époque de l'année le terrain siliceux, par exemple, doit devancer de beaucoup les glaises, les argiles, les terres calcaires, les terres mélangées d'humus, pour arriver à cet état de dessiccation. Il est donc bien reconnu que certains sols où le seigle mûrit bien ne peuvent convenir au froment. En Languedoc ces deux genres de terrain sont tellement signalés pour leur nature qu'ils ont deux noms particuliers : les *terrains de Causse* et *de Segalas;* les premiers qui sont des terres argilo-calcaires propres au froment, les seconds qui sont des glaises siliceuses ou des terrains quartzeux seulement propres au seigle. Les premiers conservent encore 0,10 d'eau à 0^m,33 de profondeur au moment de la récolte du blé; les autres, à cette époque, sont presque complétement secs.

L'usage du seigle tend à se restreindre de plus en plus dans la consommation de la France, à mesure des progrès de la richesse nationale. Les populations qui s'en nourrissaient le délaissent pour le froment. On le voit disparaître peu à peu des marchés d'approvisionnement, et dans des pays où il était le principal article de vente il ne trouve plus d'acheteurs. Le fait de l'introduction d'une denrée plus chère dans le régime des ouvriers coïncide nécessairement avec l'élévation de leurs salaires et l'accroissement de leur aisance. Mais il arrive aussi de là que beaucoup de terrains, qui ne sont bien propres qu'à la production du seigle, sont emblavés en froment, et qu'au lieu d'avoir une bonne récolte du premier grain on n'a plus qu'une récolte incertaine du second. Nous pensons qu'on ne fait pas assez d'attention à ces convenances de terrains ; que le froment est trop généralement cultivé et dans des positions qui lui conviennent peu ; nous croyons aussi que si le seigle n'est plus destiné à faire la base de la nourriture de l'homme, il peut

(1) *Aptitude des terres à se dessécher*, tome Ier, 1re partie.

devenir très utile dans celle des animaux. M. Malingié a trouvé que 1 kil. de seigle cuit à l'eau se substituait avantageusement à 3 kil. de foin, tandis que le prix relatif moyen de ces deux rations était comme 22 : 18. M. Dailly, maître de poste à Paris et l'un de nos agriculteurs qui se rend le mieux compte de ses résultats par une comptabilité soignée, fait du pain de seigle pour en nourrir ses chevaux toutes les fois que le prix relatif de ce grain et du foin le lui rend avantageux. Le seigle cultivé pour la nourriture des animaux utiliserait les terres qui lui conviennent particulièrement, restreindrait la culture de l'avoine sur les bonnes terres et économiserait les fourrages.

Ainsi les terrains siliceux, les glaises sablonneuses, les terrains pierreux sont éminemment propres au seigle, et ils ne peuvent y être utilement remplacés par aucune céréale. Par une aberration contraire à celle que nous avons signalée, dans les pays où le seigle fait la base de la culture, on le sème aussi sur des terres propres au froment, et le seigle y réussit mal.

Cette plante redoute moins que le froment l'absence de l'élément calcaire ; cependant elle se ressent avantageusement des effets des marnages et des chaulages sur les terrains qui en manquent.

SECTION V. — *Des engrais pour le seigle.*

Ce que nous avons dit de la précocité de la végétation du seigle, qui forme ses rudiments d'épis avant l'hiver, doit faire comprendre que sa réussite dépend surtout de la présence d'engrais ou de principes fertilisants solubles au moment de sa semaille, et que les fumiers frais ou peu disposés encore à se décomposer lui sont moins utiles. Ceux-ci n'entrent en action que le printemps suivant et alors déterminent une pousse considérable de paille. Ces engrais, en effet, ne peuvent rien ajouter à la longueur de l'épi, dont la décurtation a eu lieu en au-

tomne; ils ne peuvent pas multiplier les grains de chaque épillet, puisque chaque épillet ne porte que deux fleurs. Voilà comme on est parvenu à croire que le seigle était peu sensible aux engrais; il l'est au contraire beaucoup aux engrais consommés, à la fertilité acquise du sol. Dans les pays où on entend le mieux cette culture, dans le Brabant, on fume fortement le seigle, et à chaque récolte; sur les bords de la Meuse, on sème le seigle sur les trèfles rompus et on l'arrose d'engrais liquides; on a reconnu en Dauphiné que le seigle profitait beaucoup de l'engrais du lupin, et en Alsace des fèves et des navets qu'on enterre avant de le semer.

Pour obtenir 100 kil. de seigle à l'état normal nous devons compter sur l'absorption suivante :

100^{k}	de grain.	1^{k}96 d'azote.
222	de paille et balle. . . .	0,58
		2,54

et l'hectolitre pesant 72 kil. exigera ;

Par	72^{k}	de grain.	1^{k}00 d'azote.
	177	de paille.	0,42
			1,42

résultant de 380 kil. de fumier de ferme dosant 0,40 d'azote ou de leurs équivalents.

M. Crud (§ 189) paraît croire que l'hectolitre de seigle absorbe la quantité de 503 kil. de fumier *de très bonne qualité*, ce qui indique un engrais au moins égal à celui de nos auberges du midi dosant 0,80 et présentant ainsi la quantité de 4^{k},02 d'azote. Mais nous croyons que l'auteur fait une confusion et qu'il a pris l'aliquote observée, c'est-à-dire l'effet immédiatement obtenu de l'engrais, pour l'effet total de cet engrais. Dans ce cas nous aurions pour cette aliquote, l'hectolitre de seigle avec sa paille dosant 1,42 d'azote :

$$\frac{1,42}{4,02} = 0,35.$$

Cet équivalent serait ainsi supérieur à celui que nous avons obtenu pour le froment; mais aussi ce coefficient ne s'abaissera pas dans les contrées du midi comme il le fait pour le froment, à cause de la plus grande précocité de la maturité de ce grain et de la moindre influence de la sécheresse sur son produit. Nous manquons de meilleurs renseignements pour établir l'aliquote plus exacte de ce grain, parce qu'on le relègue sur les plus mauvais sols et qu'on le cultive avec peu d'engrais. Cette même raison fait qu'on ne peut citer de récolte maximum aussi forte pour ce grain que pour le froment; on donne comme les moyennes les plus élevées 36 hectolitres par hectare (Dierxsen).

La composition de la paille de seigle nous indique qu'il faut bien s'assurer, comme pour le froment, que les engrais suppléent à la potasse, à l'acide phosphorique et à la silice combinée qui peuvent manquer à la terre.

SECTION VI. — *Culture du seigle.*

Nous n'avons rien à ajouter à ce que nous avons dit au chapitre du froment relativement aux cultures préparatoires. Comme pour ce dernier, le sol doit avoir été bien ameubli et s'être tassé avant les semailles. Schwerz redoute tellement le trop grand ameublissement du sol pour le seigle, qu'il conseille de ne jamais le semer sur un nouveau labour et de renoncer plutôt à labourer que de le faire immédiatement avant la mise du grain en terre.

Il faut que les semailles se fassent autant que possible dans une terre sèche et aussitôt que possible après les grandes chaleurs, car cette plante devant achever toutes ses opérations radicellaires et former le rudiment de son épi avant l'hiver, il faut lui ménager tout le temps, toute la chaleur nécessaires pour qu'elles ne puissent être entravées.

On peut bien faire des semailles tardives, on a vu semer le seigle jusqu'à la Noël, mais alors elles équivalent à des semailles de printemps; la végétation préparatoire n'a lieu que dans cette saison et les produits sont toujours moindres que ceux des semis d'automne.

La quantité de semence employée est en moyenne de $1^h,80$ par hectare. Dans le Thwent, où la culture du seigle est en grand honneur, on sème jusqu'à $4^h,25$; mais cela doit tenir à quelque circonstance particulière au pays. En Autriche on sème la même quantité de seigle que de blé, et c'est aussi la proportion usitée dans le midi de la France. Le seigle tallant moins que le blé, mais son grain étant plus petit, il semble que cette quantité de semence soit en effet la plus convenable. Nous semons 2 hectolitres par hectare.

On doit s'abstenir de herser cette plante au printemps, non-seulement parce qu'elle ne talle pas et qu'on n'en obtiendrait aucun avantage, mais encore à cause de l'avancement de sa végétation latente qui, une fois détruite, ne se réparerait que difficilement.

SECTION VII. — *Choix de variétés de seigle.*

La variété du seigle d'hiver est la plus convenable quand on cultive le seigle pour en obtenir du grain. Quant à celle du printemps, on ne devrait jamais la cultiver à cause de son faible produit; l'orge et l'avoine lui sont bien préférables. On pourrait essayer le seigle de Russie dont les produits culturaux n'ont pas encore été bien appréciés.

Le seigle multicaule donne en automne un fourrage abondant quand il a été semé de bonne heure; mais ce fourrage est aqueux, et, en se desséchant, il se réduit beaucoup. Il ne faut donc pas se faire illusion sur l'apparence qu'il présente sur pied; la petitesse du grain de cette variété ne lui donne pas

grande faveur sur le marché. Ainsi, avant de l'introduire dans les assolements, il faut l'expérimenter soigneusement et se rendre un compte positif de ses produits en herbe et en grain. Oscar Leclerc remarque avec raison[1] que, dans les pays du nord de la France, son semis en juin ne pourrait avoir lieu sans mettre à sa charge la rente entière de l'année, puisqu'aucune récolte de plantes sarclées n'a encore été faite à cette époque. Comme plante fourragère, le maïs-fourrage lui est bien supérieur; mais ce seigle, comme le seigle d'hiver et mieux que lui sans doute, peut offrir des ressources au printemps par la précocité de sa pousse; il donne mieux que toute autre plante un fourrage abondant et précieux dans cette saison. On cultive le seigle ordinaire dans le midi pour cette destination, quoiqu'on lui préfère les semis d'orge qui fournissent plus de lait aux brebis. C'est donc comme fourrage de printemps, et semé à la même époque que les autres seigles, que nous voudrions voir essayer le seigle multicaule, qui probablement donnerait plus de fanes que le seigle commun.

On a aussi conseillé le seigle comme engrais végétal, et nous en avons traité sous ce rapport dans notre premier volume.

SECTION VIII. — *Maladies du seigle.*

Le seigle est sujet aux mêmes maladies que le froment. A son sujet Schwerz insiste beaucoup sur le danger du voisinage de l'épine-vinette. Il ne s'agit pas ici de la production du charbon, mais de celle de la puccinie. Cet habile agriculteur dit avoir fait des expériences si concluantes, qu'il ne peut se refuser à l'évidence de l'influence fâcheuse de cette plante. Selon lui, une distance de 5 à 6 mètres ne suffit pas pour s'en mettre à l'abri, et le mal disparaît dès qu'on en enlève la cause.

(1) Voyez le *Bulletin* de la Société d'encouragement, 1812, p. 24.

Mais la maladie la plus fréquente et la plus dangereuse pour le seigle est celle de l'ergot. Nous avons dit que ce cryptogame, sous forme d'une excroissance cornée qu'on a comparée à l'ergot d'un coq, prend la place que devrait occuper le grain. Si on ne le sépare pas soigneusement du bon grain, la farine qui résulte du mélange donne lieu au délire, à des vertiges et enfin à la gangrène sèche des extrémités. Dans les années où l'ergot est abondant, les populations pauvres qui se nourrissent de seigle sont atteintes par les plus déplorables accidents. L'année 1816 en fournit de tristes exemples en Allemagne. Lors du siége de Custrin, en 1813, l'approvisionnement consistait en farine de seigle infecté par l'ergot. En peu de temps la garnison fut décimée par la gangrène-sèche, et le brave général Fornier d'Albe, qui la commandait et qui se soumettait au régime de ses soldats, fut lui-même très malade. Mais ces accidents peuvent être prévenus par un criblage exact des grains livrés à la mouture.

Section IX. — *Prix réel et prix vénal du seigle*

Si nous supposions la même culture donnée pour le seigle et pour le froment, ce qui devrait être pour obtenir de bonnes récoltes, leur prix relatif résulterait seulement de la valeur de l'engrais absorbé par chacun d'eux et de celle de leurs produits.

Ainsi, pour 100 kil. d'azote de l'engrais, nous aurions :

Froment sec. . . .	3,355k	Seigle sec.	4,273k
Paille sèche.	6,631	Paille sèche.	9,289

Nous aurons théoriquement comme valeur nutritive renfermée dans ces deux récoltes :

		Azote.			Azote.
3,355k	de froment sec. .	76k82	4,273k	de seigle sec. . .	72k21
6,631	de paille sèche. .	23,18	9,289	de paille sèche. .	27,79
		100,00			100,00

La paille de seigle, à cause de sa dureté, a une moindre valeur comme aliment que la paille de froment, et comme litière, apportant moins de richesse en azote au fumier, elle ne peut plus être comptée que dans le rapport de cette richesse. Si nous admettons, pour le prix moyen de 100 kil. de paille de froment 11 kil. de grain de froment, celui de la paille de seigle sera

$$\frac{11 \times 30}{35} = 9^{k},43.$$

La valeur comparative du grain de seigle sera

$$\frac{n \times 169}{229},$$

en appelant n le nombre de kil. de seigle.

100 kil. d'azote absorbés nous auraient donc produit en valeur du grain de froment :

RÉCOLTE DE FROMENT.	RÉCOLTE DE SEIGLE.
3,355^{k} en grain.	3,197^{k} en valeur du grain exprimée en froment.
729 en valeur de la paille.	875 en valeur de la paille.
4,084 de froment.	4,072 de seigle.

Pour comprendre l'égalité qu'il y a entre les deux récoltes, il faut ne pas mettre en oubli la grande quantité de paille produite par le seigle, car si on compare seulement les produits en grain, on voit que ceux du seigle sont inférieurs.

Maintenant le prix relatif du seigle et du froment dans la culture étant bien de 1,69 à 2,29, ou comme 73,8 : 100, celui du marché est plus élevé ou plus bas, selon les circonstances et selon le genre de consommation du pays ; ce rapport s'étend de 68 à 80 pour 100 du prix du froment. On voit donc qu'il ne s'écarte pas de la valeur théorique.

Si, d'après ces données, on voulait connaître la récolte du seigle qui fait le pair de la dépense, ainsi que nous l'avons fait

pour le froment, nous référant à ce que nous avons dit à ce chapitre sur les moyens de le déterminer, nous aurions

$$100 = Q - 596 - \frac{Q \times 2{,}34}{100} \times 6{,}7 + \frac{3{,}38 \times 6{,}7}{100} - Q \times 0{,}30;$$

d'où nous tirons

$$Q = \frac{673}{0{,}543} = 1{,}239 \text{ kil.};$$

qui se décomposent en $\frac{875}{4072}$ de paille, ou 266 kil. pour équivalent de la valeur de la paille, et 973 kil. de froment équivalant en poids à 909 kil. de seigle, faisant $12^{h},6$ de seigle. Au-dessous de cette récolte on ne peut continuer la culture qu'en faisant abstraction des frais généraux.

Dans les pays à froment on cultive toujours un peu de seigle pour se procurer des liens pour lier des gerbes de blé. La force et la ténacité de cette paille la rendent plus propre que toute autre à cet usage.

CHAPITRE IV.

De l'orge.

L'orge doit le rang élevé qu'elle occupe dans l'agriculture des pays du nord à son emploi dans la fabrication de la bière, ce grain fournissant abondamment la diastase qui sert à convertir la fécule en sucre. L'usage populaire de la bière, en encourageant la culture de l'orge, crée une masse notable de produits alimentaires pour les bestiaux dans la drêche qui en est le résidu, rend immédiatement à la terre, sous forme d'engrais, tout ce qu'elle lui a enlevé, et ménage aux populations, pour les années de disette, une réserve considérable de grains.

L'usage de la bière ne cesse de faire des progrès et pénètre dans les contrées où il était tout à fait inconnu. Comme bois-

soin de luxe, elle y remplace le vin auquel elle fait une rude guerre dans les cafés et les restaurants ; dans les pays vinicoles, son prix élevé l'empêche d'être généralement adoptée comme boisson, et cela est fort heureux. Rappelons-nous ce que disait Arthur Young : « Est-il plus avantageux à une nation que sa boisson ordinaire soit du vin, comme en France, ou de la bière, comme en Angleterre ? Je ne puis comprendre comment on a pu jamais mettre un semblable fait en question. Nous sommes obligés (les Anglais et les peuples du nord) d'avoir recours à nos meilleures terres pour notre boisson. Si nos collines, nos rochers, nos sables, nos coteaux de craie nous la fournissaient, ne pourrions-nous pas employer nos sols plus fertiles à quelque chose de mieux que la bière ? Que doit-on penser d'une plante qui couvre tous les ans ces terres inférieures d'une récolte pour le moins égale en valeur au froment ? Posséder un pareil climat est sans doute posséder une supériorité incontestable[1]. » Vouloir généraliser la boisson de la bière dans les climats où on peut obtenir le vin à bon marché, c'est donc, outre l'infériorité de qualité de ce breuvage, condamner à la stérilité ou à un pacage sans valeur des terrains qui nourrissent aujourd'hui une population nombreuse et laborieuse.

L'orge est la céréale qui résiste le mieux au froid et dont la culture s'élève le plus haut dans les pays de montagne et remonte le plus au nord. Linné a trouvé de l'orge à Lullea-Lappland (67° 20′ de latitude); on l'avait semée le 31 mai, et elle avait mis 58 jours à mûrir : on la cultive en Suisse à 1,950 mètres d'altitude ; mais sa précocité naturelle la rend propre aussi aux pays chauds, et on la retrouve en Egypte et en Arabie.

(1) *Œuvres*, t. XVII, p. 221 et suiv.

SECTION Ire. — *Espèces d'orges.*

Dans les orges les épillets sont uniflores, mais naissent trois à trois à chaque articulation du rachis, ce qui les fait paraître sur six rangs; sur certaines espèces les épillets latéraux sont stériles, et alors ils ne sont que sur deux rangs lors de la formation des graines.

§ I. — Espèces sur six rangs.

1° L'*escourgeon* (*hordeum hexastichum*). Les grains restent couverts de leurs balles après la maturité; ils sont placés sur six rangs bien réguliers. L'épi est court, s'égrène facilement quand il est mûr, ce qui arrive de très bonne heure; la tige talle beaucoup. C'est une espèce d'hiver, mais qui craint les fortes gelées. Cette orge, dont les six rangs de grains sont plus ou moins prononcés, est plus ou moins régulière dans la disposition des transitions qui la conduisent jusqu'à l'orge commune; aussi plusieurs botanistes ont voulu faire de l'escourgeon une variété de cette dernière et en distinguer comme espèce l'orge à six rangs (*hordeum hexastichum*).

L'escourgeon demande un sol riche et consistant comme le froment. Il ne verse pas, ce qui fait qu'on le préfère au froment dans les sols très féconds. Il faut le semer de très bonne heure pour qu'il puisse résister à l'hiver (de juin en août en Allemagne).

Il y a une variété désignée sous le nom *d'orge des sables*, qui n'en diffère que parce qu'on l'a habituée à être semée au printemps. Elle ne donne que de faibles produits.

2° *Orge commune* (orge carrée) (*hordeum vulgare*). Le grain reste couvert de ses balles; les six rangs sont sans régularité; la rangée intermédiaire est plus saillante, l'épi est long et arqué. L'orge commune est pâle; il y a des variétés bleuâtres

et noirâtres. C'est une espèce qui ne passe pas l'hiver dans nos climats; elle veut être semée au printemps et elle peut l'être assez tard, car c'est la plus hâtive de toutes les orges. A peine connue en France, elle est très cultivée en Allemagne et dans le nord de l'Europe; elle est très avide d'engrais, talle beaucoup; l'hiver brûle l'extrémité des feuilles. Elle est très sujette au charbon, surtout quand on la sème tard. Il faut la récolter dès que la paille a blanchi. Par l'abondance et la délicatesse de sa fane, elle fait un excellent fourrage qui se sèche bien et qu'on coupe dès que les épis sortent du fourreau. Sa variété noire est très lente à monter en graine, ce qui fait, selon l'observation de M. Vilmorin, que si on la sème à Paris plus tard que le 15 avril, elle reste toute l'année à l'état herbacé, passe l'hiver (s'il est doux) et ne forme ses épis que l'année suivante. Il conseille de l'essayer, pour la production du fourrage, avec le seigle multicaule et les froments tardifs semés en plein printemps[1].

3° *Orge céleste*. Les grains, difficiles à détacher de l'épi, tombent nus sous le fléau. Les fleurs sont sur six rangs; les grains sont jaunes et aplatis. Cette espèce est exigeante et demande un terrain riche, mais donne un très bon grain dont on fait un excellent gruau. Elle est tardive.

4° *Orge de Guymalaya* (orge nampto). Grain nu, arrondi, de couleur verdâtre; variété très vigoureuse et très productive, quoique à un moindre degré que l'orge céleste; sa paille est courte et ferme. Elle est très hâtive.

On en trouve une variété à grains violets.

§ II. — Espèces à graines sur deux rangs.

5° *Orge éventail* (*hordeum zeocritox*). Ses longues arêtes divergent en forme d'éventail et la font aisément reconnaître.

(1) *Bon Jardinier*, grande culture céréale, article *Orge*.

Ses grains restent adhérents à la balle; ils sont assez lourds et supérieurs en qualité à ceux des autres espèces. On dit qu'elle réussit dans des terrains médiocres et dans des situations froides.

6° *Orge pamelle* (poumoule du midi) (*hordeum distichum*). Les grains restent adhérents à la balle; épi long, comprimé, à arêtes parallèles. Elle supporte bien les froids printaniers. Le grain est aussi de très bonne qualité et recherché des brasseurs. La pamelle veut une terre meuble et riche; elle mûrit en trois mois; en général on la sème avec des fourrages. Elle passe pour épuiser beaucoup le sol.

7° *Orge café*. A deux rangs, à grains nus; grain aussi lourd que celui du froment; mais sa paille est très cassante et les années orageuses l'endommagent beaucoup. Elle est difficile à battre et sujette au charbon.

En France on cultive principalement l'escourgeon comme grain d'hiver et la pamelle comme grain de printemps. L'escourgeon est aussi l'espèce qu'on sème pour se procurer des pâturages précoces. En Allemagne on sème l'orge carrée (*hordeum vulgare*), qui est une orge de printemps.

Les variétés nues sont peu répandues et cultivées seulement pour se procurer du gruau, sans faire l'objet d'aucun commerce.

La pamelle, par la rapidité de sa végétation et la précocité de sa maturité, est le seul grain de printemps qu'on puisse semer dans les contrées méridionales. Dans ces pays elle sert à utiliser les terrains dans lesquels on n'a pu effectuer les semis d'automne ou ceux sur lesquels l'hiver les aurait détruits. On la sème avec les prairies artificielles, et elle procure ainsi une récolte dans la première année de leur existence.

SECTION II. — *Végétation de l'orge.*

La germination de l'orge est très prompte, et trois ou qua-

tre jours après son ensemencement elle montre des feuilles plus larges et d'un vert plus clair que celles de l'avoine. Il ne tarde pas à s'en produire beaucoup d'autres, et les racines se multiplient et s'étendent à mesure; le rudiment de l'épi se forme en même temps et sa décurtation est achevée dès qu'il est possible de l'apercevoir. L'orge gazonne beaucoup pendant l'hiver, et si on la sème en automne, elle fournit au printemps un excellent pâturage. Elle fleurit avec 16°,3 de température moyenne comme le froment; mais elle mûrit dans nos climats quand la température moyenne monte à 18°, après avoir reçu 1,250° de température moyenne à l'ombre ou 1,632° de chaleur moyenne au soleil.

Aucun grain n'est plus sujet à se détacher spontanément de l'épi que ceux de l'escourgeon, l'orge commune et l'orge distique. Il faut donc les faucher avant la maturité complète, quand la paille est encore jaune et avant qu'elle blanchisse : il est même utile de ne le faire qu'à la rosée.

Si des pluies fréquentes viennent à tomber à l'époque de la maturité, le grain prend une teinte rousse qui le fait repousser par les brasseurs. Si l'humidité se prolonge, on le voit même germer dans l'épi. Il est essentiel de ne rentrer les gerbes que dans un état de complète siccité, pour que le grain ne s'altère pas dans les meules ou dans les granges.

Section III. — *Parties constituantes de l'orge.*

La proportion de la paille au grain de l'orge commune varie considérablement. Schwerz cite les rapports de 100 : 37,5 et 100 : 73; mais il regarde celui de 100 : 50,7 comme le produit moyen. L'orge a beaucoup de chaume; sa proportion est de 35 : 100.

Ainsi 1,000 parties de la plante d'orge à l'état normal donnaient :

Grain.	273
Paille et balle.	540
Chaume.	187
	1 000

et 100 de grain répondent à 195 de paille.

La quantité de 1,000 parties de grain à l'état normal s'est réduite à 871 parties à l'état sec; 1,000 parties de paille se sont réduites à 833 parties. Ainsi, à l'état sec, 100 parties de grain répondent à 186 parties de paille. Nous n'avons de l'orge que le dosage fait par M. Boussingault. Le grain sec contenait 2,02 d'azote; la paille sèche, 0,30 pour 100; par conséquent, à l'état normal, le grain contient 1,76, et la paille 0,25 d'azote. Nous aurions donc pour

	Azote.
100k de grain à l'état sec.	2k02
186 de paille.	0,56
	2,58

Le grain contiendrait

	Selon Einoff.	Selon Sœllner.	Selon Davy
Fécule.	0,595	0,431	0,790
Gluten et albumine. . .	0,045	0,065	0,060
Germe et mucilage. . .	0,060	0,160	0,070
Balle.	0,190	0,195	»
Eau.	0,110	0,129	»

Le gluten et l'albumine contiennent 0,16 d'azote. Nous aurions donc pour le grain, selon Einoff, 0,72 pour 100, selon Davy, 0,96, ce qui diffère beaucoup de l'analyse directe et prouve que l'analyse immédiate était incomplète.

D'après cette analyse on verra que l'orge doit être aussi moins nourrissante que le froment et plus que le seigle; ce qui explique pourquoi les paysans préfèrent le pain de ce grain à celui du seigle, et d'autant plus qu'il contient moins de matières grasses, gommeuses, qui rendent ce dernier très lourd.

Un kilogramme d'orge contenait, selon Podewils, 22,700 grains; selon Walberg, 26,700; Bürger avait trouvé 1,362,000 grains dans un hectolitre de l'orge éventail.

L'hectolitre d'orge pèse de 60 à 65 kil. L'orge d'hiver pèse 4 kil. de plus par hectolitre que celle de printemps.

Nous n'avons pas l'analyse complète des cendres de l'orge; Sprengel nous a donné seulement celle des cendres de sa paille: elles sont ainsi composées sur 100 parties de paille d'orge desséchée:

Poids des cendres.	Potasse.	Soude.	Chaux.	Magnésie.	Fer.	Acides phosphor.	Acides sulfuriq.	Chlore.	Silice.
5,438	0,180	0,048	0,070	0,554	0,480	0,060	8,118	0,072	3,856

Cette plante absorbe donc plus de parties minérales fixes que le froment et le seigle; elle a plus de potasse, de chaux, de magnésie, d'acide phosphorique que ces deux plantes.

SECTION IV. — *Sol propre à l'orge.*

Quand les auteurs ont voulu assigner le terrain propre à la culture de l'orge, ils sont tombés dans les banalités ordinaires. Elle préfère, ont-ils dit, un terrain frais, meuble et riche; c'est à peu près le goût de toutes les plantes, qui se trouvent fort bien d'un terrain pareil. Bürger dit que la véritable terre à orge serait celle qui tiendrait le milieu entre la terre à seigle et la terre à froment, et où on pourrait cultiver ces deux espèces de grains. C'est encore une définition bien vague, car le seigle réussira très bien dans une bonne terre à froment, et on ne peut pas admettre la réciproque. Quant à nous, nous remarquerons que l'orge germe difficilement dans une terre tenace; que la pousse de ses racines est rapide et très développée, et qu'ainsi elle aime à être placée dans un milieu ameubli; nous dirons aussi que la précocité de l'orge, qui au printemps peut mûrir en trois mois, donne le moyen de l'adapter à une grande variété de sols, en avançant ou retardant l'époque de son semis, et qu'elle le désigne comme le meilleur remplaçant d'un blé, d'un seigle qui a souffert de l'hiver et

qu'on est obligé de défricher. Ainsi, en faisant varier l'époque de son ensemencement, on peut aussi lui assigner des destinations très diverses et des terrains de nature différente. L'orge ne redoute, en définitive, que ceux qui sont humides, où elle jaunit et finit par se perdre. Ainsi sachant, par exemple, à Orange, qu'un terrain serait complétement sec avant la fin de mai et que pour cette raison le seigle y réussirait mal, je sèmerais de l'orge au commencement de février, et à l'époque de la dessiccation du terrain (15 mai), j'aurais obtenu 1,730° de chaleur moyenne au soleil. L'orge serait mûre ou bien près de sa maturité. A Paris, en semant au commencement de mars, on obtiendrait la maturité au milieu de juin avec 1,681° de chaleur moyenne au soleil. On serait encore plus sûr de la réussite en faisant les semis avant l'hiver. Si, au contraire, la terre était humide et ne commençait à se dessécher qu'au mois d'avril, on pourrait encore y semer de l'orge, pourvu qu'elle conservât assez longtemps le degré d'humidité nécessaire. Le mois d'avril est en effet l'époque des semailles de l'orge en Flandre. C'est en rendant mobile l'époque des semis, selon la nature des terrains auxquels on destine l'orge, qu'on peut l'adapter à presque tous, et que cette plante devient précieuse pour les utiliser.

Section V. — *Engrais et rendement.*

La rapidité de la végétation de l'orge indique assez que l'engrais qu'on lui donne doit être dans un état de solubilité assez avancé et que les fumiers frais lui conviennent peu. Aussi en Flandre lui réserve-t-on les engrais liquides. Dans les expériences d'Arthur Young [1] nous voyons que l'orge qui succède aux récoltes jachères bien fumées, et où par conséquent l'en-

(1) Tome XII, page 107.

grais était consommé, surpassait de beaucoup celle qui était faite sur du fumier frais.

Albroëck nous apprend[1] qu'en Belgique on récolte 34^{h},4 d'orge par hectare dans les terres auxquelles on donne peu d'engrais, et 42 hectolitres dans les terres bien fumées. Les récoltes moyennes, en Angleterre, sont de 25 à 28 hectolitres par hectare. Bürger annonce le moyen rendement de 19 hectolitres dans les terres légères et de 30 dans les terres riches : il a récolté lui-même 44 hectolitres. M. Crud attribue à l'orge une fumure de 311 kil. de bon fumier par hectolitre, ou 2^{k},48 d'azote; or, il s'empare en réalité de 1^{k},39 : elle aurait donc absorbé les 0,56 du fumier qui lui était destiné.

D'après les expériences d'Arthur Young[2], nous avons les données suivantes :

		Azote.			Azote.
12,500^{k} de fumier par hect.	dosant	50^{k}	ont produit	11^{h}75	dosant 16^{k}33
12,500 —	—	60	—	15,45	— 21,47
30,000 —	—	120	—	30,90	— 42,95
230				80,75	

Ainsi, sur 230 kil. d'azote fournis par l'engrais, l'orge a absorbé 80^{k},75, ou les 0,35 de l'engrais.

Ici se manifeste la différence des orges de printemps semées par Arthur Young et des orges semées en automne par M. Crud; une plus longue végétation a permis à la plante d'absorber plus de sucs. Ces deux expériences nous permettent d'établir provisoirement, comme nous le faisons pour toutes les plantes, l'aliquote de l'orge à 0,56 pour l'orge d'hiver, et à 0,35 pour celle de printemps. Ce résultat concorde très bien avec ce que nous savons de la vigueur de sa végétation, du grand nombre et de la force de ses racines, de ses fanes, et enfin de l'état d'épuisement comparatif dle laisse le ter-

(1) *Agriculture de la Flandre*, page 154.
(2) Tome XII, pag. 73 et suiv.

rain. En effet, elle réussit bien après le froment, parce qu'elle trouve en terre un reste de fumier consommé qui n'a pas été épuisé par cette plante; mais le froment réussit mal après l'orge, surtout après l'orge d'hiver qui a pris une si grande part de la fertilité du terrain. Cette force de succion explique aussi comment l'orge peut donner quelques produits sur des terres pauvres qu'elle achève d'épuiser.

La grande proportion de parties minérales fixes que contient sa paille prouve que l'orge exerce une forte action sur le sol, et doit attirer l'attention du cultivateur sur les principes de cette nature qui peuvent manquer à sa terre et à ses engrais.

SECTION VI. — *Culture de l'orge.*

Aucune plante ne profite davantage que l'orge d'un terrain ameubli, et aucune ne le craint moins. Son large et prompt empâtement des racines l'empêche d'y être enfoncée par les tassements. Koppe, cité par Schwerz, attribue un rendement en plus de quatre à cinq fois la semence à un terrain qui a été bien travaillé sur celui qui l'a été avec négligence et à égalité de richesse. Pour l'orge semée en automne, il faut donc la même préparation qu'au froment; mais, de plus, il ne faudra pas craindre de la placer sur des défoncements profonds, où le froment réussit mal. Quant aux semis de printemps, on comprend que l'ameublissement ne peut être obtenu, si les cultures n'ont pas été faites avant l'hiver, qu'en brisant et émiettant les mottes; alors un seul labour au printemps suivi d'un hersage suffit pour préparer les semailles. Mais nous conseillons toujours de préférer l'avoine à l'orge, si on a attendu la fin de l'hiver pour ouvrir le terrain.

Pour obtenir une bonne récolte d'orge, il faut donc, après les céréales et les fourrages, rompre le terrain le plus tôt possi-

ble ; après les récoltes jachères, faire un labour d'été pour préparer les semailles du printemps suivant, à moins qu'on n'ait affaire à un sol naturellement très meuble. Si, après le labour fait de bonne heure, le sol se couvre d'herbes adventives en automne, on donne un coup d'extirpateur pour les détruire. L'orge se défend mal contre les mauvaises herbes et veut le terrain bien net. Cette plante si gourmande, et qui a une si belle végétation, ressemble à ces animaux délicats qui se nourrissent bien, prennent bien la graisse, mais qui manquent de force musculaire. Ce défaut est mis à profit par les agriculteurs intelligents qui se procurent une bonne réussite de leurs trèfles en les semant au printemps sur leurs orges qui, outre qu'elles ne nuisent pas autant que le froment à ses progrès, leur font une moins longue concurrence à cause de la rapidité de leur maturation.

Quelle que soit la facilité que laisse la rapidité de la végétation de l'orge, il ne faut faire usage de cette faculté que comme d'un expédient et la semer toujours le plus tôt possible. Arthur Young, ayant fait des semailles à différentes époques, trouve entre les produits les rapports suivants :

Semailles en Février.	12,5
— Mars, ...	11,5
— Avril.	8,5
— Mai.	6,5
— Juin.	3,15

Malgré ces observations, Marshall conseille d'attendre pour semer l'orge que la température de l'air soit déjà chaude. En Norfolk on sème seulement quand les bourgeons de chêne s'entr'ouvent, c'est-à-dire quand la température s'est élevée à 12°. 7. Ce conseil ne peut être applicable, selon nous, qu'aux climats où l'air est habituellement humide et où des pluies fréquentes tiennent le sol dans un état de fraîcheur continuel.

On sème l'orge fort épaisse; on emploie jusqu'à 4 hectolitres de semence par hectare. Arthur Young a trouvé, par une série d'expériences, que la quantité de semence qui donne le plus grand produit était celle de $3^h,80$ sur les terres maigres, et de $2^h,65$ sur les terres bien fumées.

La principale maladie de l'orge est le charbon. Schwerz affirme que le chaulage échoue contre lui; cela peut être vrai pour les grains vêtus; cependant il faudrait essayer si le chaulage pratiqué plus énergiquement qu'on ne le fait communément, si celui conseillé par Mathieu de Dombasle, ne réussiraient pas mieux que les simples ablutions dont on se sert communément.

Si la semaille est tardive, il faut couvrir la semence avec une petite charrue qui l'enterre à $0^m,08$ ou $0^m,09$ de profondeur, pour qu'elle y trouve plus longtemps la fraîcheur; Schwerz conseille la même opération si la terre est alors couverte de mauvaises herbes; mais si on sème de bonne heure, et que la terre soit nette et fraîche, il suffit de recouvrir les graines avec la herse ou le scarificateur. S'il survient une pluie, suivie d'un beau soleil ou de vent sec avant la sortie des plantes, il faut donner un coup de herse pour briser la croûte qui se forme à la surface du sol, la plantule de l'orge étant trop délicate pour vaincre cet obstacle.

Aucune plante n'exige plus impérieusement le sarclage à la main que l'orge. Il faut souvent le réitérer deux fois si le printemps est chaud et humide; mais il ne faut pas herser cette plante une fois hors de terre.

On coupe l'orge dès que la plante jaunit et avant qu'elle ne blanchisse. Si le temps est beau, on peut laisser les gerbes ou les javelles deux ou trois jours sur le champ; mais il ne faut pas retourner les andains, à cause de la facilité avec laquelle le grain se détache de l'épi.

SECTION VII. — *Valeur réelle et prix de l'orge.*

Le prix réel de l'orge, en supposant que les frais de culture fussent les mêmes que pour le froment, consisterait dans la différence du prix des engrais absorbés par l'un et par l'autre.

Ainsi, par 100 kil. d'azote, nous aurions :

Froment sec.	3,355k	Orge sèche.	3,876k
Paille sèche.	6,631	Paille sèche.	7,209

Nous avons théoriquement, comme valeur nutritive renfermée dans ces deux récoltes :

	Azote.		Azote.
3,355k de froment sec. .	76k82	3,876k d'orge sèche. . .	78k39
6,631 de paille sèche. .	23,18	7,209 de paille sèche. .	21,61
	100,00		100,00

La paille d'orge est considérée avec raison comme la meilleure de toutes, et préférée, à cause de sa souplesse, de sa facilité à se digérer, à toutes les autres pour l'alimentation du bétail. Le rapport de son prix à celui de la paille du froment ne résulte donc pas partout de la quantité d'azote qu'elle contient comme propre seulement à faire du fumier. Les opinions varient beaucoup sur ses qualités nutritives, selon qu'elle est employée ou non pour la nourriture du bétail. Quand on la destine à la litière, elle a une valeur égale à la paille du froment au même degré d'humidité; quand elle est donnée en nourriture, et que la paille de froment est destinée à faire du fumier, la valeur relative varie selon le plus ou moins de rareté de litières; mais en général on la regarde comme étant au prix du foin dans le rapport de 100 : 150; la paille du froment employée seulement pour litière serait au prix de froment comme 100 : 383. La valeur relative de la paille d'orge servant à la nourriture, et de celle du froment seulement pour litière, serait comme 383 : 150, ou comme 100 : 39. Ainsi le

produit de l'orge pourra être très diversement considéré, selon les usages de sa paille, dans les pays où l'une et l'autre seront consacrées à la litière ; nous aurons, en réduisant successivement les valeurs en grain de froment :

RÉCOLTE DE FROMENT.	RÉCOLTE D'ORGE.
3,355^{k} de grain.	Grain.. 3,419^{k} en valeur de grain de froment.
729 en valeur de la paille.	Paille.. 618 *Idem.*
4,084 de froment.	4,037 de froment.

Et si la paille du froment est employée en litière pour sa valeur relative à l'engrais, et celle de l'orge consommée en nourriture pour sa valeur relative au foin :

RÉCOLTE DE FROMENT.	RÉCOLTE D'ORGE.
4,084 kil.	Grain. . . . 3,419 k. de froment.
	Paille. . . . 1,584
	5,003

On conçoit dans ce cas l'intérêt qu'on attache à la culture de l'orge ; mais dans l'un et dans l'autre, on voit que cette culture bien conduite est loin d'être désavantageuse, et que, même sur les terrains où le froment est sujet à verser, elle peut donner un produit égal à celui de ce grain qui ne serait pas sujet à cet inconvénient.

En prenant le cas le plus défavorable pour l'orge, celui où sa paille sera employée à la litière comme celle du froment, le froment et l'orge seront entre eux, poids pour poids, comme 205 : 139, ou comme 100 : 68 ; le prix moyen des mercuriales donne, en France, comme 100 : 52. L'orge étant d'un usage moins fréquent et y étant moins recherchée, éprouve une défaveur évidente et une grande difficulté pour sa vente dans les lieux où la population se nourrit entièrement de pain de froment.

En Alsace, dit Schwerz, on considère 2 boisseaux d'orge comme équivalant en valeur à 1 boisseau de froment. La

moyenne de son rendement est, selon lui, de 28^{h},5, tandis que le froment ne produirait que 22 hectolitres. Ainsi le rapport de deux champs semés, l'un en froment, l'autre en orge, serait 22×100 et $28{,}5 \times 50$, ou 2200 et 1425; ainsi, 2 hectares de froment produiraient autant que 3 hectares d'orge : cela serait vrai en faisant abstraction des pailles et aussi de leur valeur relative, mais cesserait de l'être quand on les fait entrer dans la comparaison, en supposant que l'une et l'autre récolte réussissent également et que l'orge se vende les 0,52 du prix du froment.

Si, d'après les données précédentes, on veut calculer la récolte d'orge qui fait le pair de la dépense, en se rapportant à ce que nous avons dit de ce calcul à l'article du froment, nous aurons :

$$100 = Q - 596 - \frac{Q \times 2{,}58}{100} \times 6{,}7 + 3{,}38 \times 6{,}7 - Q \times 0{,}30;$$

d'où nous tirons

$$Q = \frac{710}{0{,}527} = 1{,}366 \text{ kil.}$$

La paille est représentée par

$$\frac{1{,}366 \times 618}{4{,}037} = 209 \text{ kil.},$$

et le grain par 1,157 kil. d'orge, faisant 18^{h},7 d'orge. Au-dessous de cette récolte il n'y aurait que perte à cultiver cette plante, à moins de faire abstraction des frais généraux.

CHAPITRE V.

De l'avoine.

L'avoine a longtemps servi de nourriture aux pauvres montagnards de l'Écosse, quand, occupés seulement de leurs guerres privées, l'agriculture était chez eux dans un état misé-

rable. Elle n'est plus aujourd'hui employée qu'à celle des chevaux dans le centre et le nord de l'Europe, car au midi, en Afrique et en Asie, on lui préfère l'orge, probablement parce que les races ardentes de ces contrées éprouvent de fâcheux effets d'une nourriture aussi stimulante. On sait que l'avoine relève les forces des animaux et leur donne une vigueur momentanée qui n'est pas en rapport avec ses effets réellement nutritifs. Elle a donc des qualités spéciales excitantes qui la rendent indispensable dans l'hygiène des races à constitution lymphatique, et dans les pays où les plantes fourragères ne possèdent pas elles-mêmes ces conditions de tonicité qu'on trouve dans celles du midi.

M. Royer[1] a bien fait remarquer que si on ajoutait en France aux terrains cultivés en fourrages ceux qui portent de l'avoine, la maxime des agriculteurs qui conseillent de consacrer la moitié de la surface des terres à la nourriture des animaux serait complétement suivie dans toute cette partie du pays où règne l'assolement triennal; mais il a raison de se plaindre aussi du peu de produit de cette culture faite avec une grande négligence.

Cette plante a une propriété agricole bien remarquable et bien précieuse, c'est de venir sur tous les sols, de braver la sécheresse mieux que toute autre; de s'emparer des engrais les moins décomposés par la vigueur extrême de sa végétation; de préparer, pour ainsi dire, la réduction de ceux qui ont résisté aux autres céréales, de manière qu'après l'avoine ils trouvent des sucs solubles tout préparés. Sur les défrichements remplis de matériaux ligneux, sur les fumiers récents et pailleux, le froment réussit mieux après l'avoine qu'en première récolte; elle ne craint pas même les sols arides où échoueraient les autres céréales; enfin elle supporte mieux que les autres

(1) *Statistique agricole de la France*, pag. 221.

une préparation négligente de la terre : elle vient sur celle qui est à peine remuée, elle résiste mieux aux mauvaises herbes. Ces qualités en font une ressource importante dans les circonstances où la saison et les occupations d'un autre genre ne permettent pas de donner au sol une préparation parfaite, sans laquelle le succès des autres céréales est compromis.

Section Ire. — *Variétés d'avoine.*

1° *Avoine commune d'hiver ou de printemps.* C'est la variété la plus généralement cultivée. La panicule est diffuse et lâche; les balles restent attachées à la graine. La variété de printemps ne diffère de celle d'automne qu'en ce que, par l'effet d'une longue habitude, elle mûrit plus vite. L'avoine *joannette* n'est qu'une variété noire de l'avoine de printemps, très précoce, mais sujette à s'égrener.

L'avoine d'hiver comme celle de printemps ont leurs sous-variétés noires et blanches; chacune d'elles est préférée dans certains pays et repoussée dans d'autres. Yvart croyait avoir remarqué que la blanche le devenait d'autant plus qu'elle était cultivée dans un terrain plus humide et la noire dans un terrain plus sec. Ne serait-ce pas une indication pour préférer chacune de ces variétés pour les sols analogues?

2° *Avoine de Hongrie.* La panicule est penchée sur un seul côté, ce qui lui a fait donner le nom d'*avoine unilatérale*. La balle reste attachée au grain. On en distingue aussi deux variétés : la blanche et la noire. Son grain pèse moins que celui de l'avoine commune; celui de la variété noire, préconisée par Morel de Vindé [1], est un peu plus pesant que celui de la blanche; mais l'une et l'autre ne réussissent bien que sur les terrains riches, où elles produisent beaucoup de grain, une

(1) *Mémoire de la Société royale d'agriculture*, 1817, p. 387.

paille très élevée, mais moins bonne que celle de la variété commune. Cette avoine est de printemps, même dans le midi. Nous avons réussi à la semer en automne pendant plusieurs années; mais l'hiver de 1819-20 la détruisit complétement à Orange.

3° *Avoine patate.* Grain blanc, court et rond attaché à sa balle, à écorce fine, abondant en farine. Cette variété est très estimée en Angleterre, donne beaucoup plus de matières nutritives dans les terrains riches, mais a le défaut d'être très sujette au charbon; c'est une avoine de printemps.

4° *Avoine de Géorgie* (de Sibérie, de Kamschatka). Grains jaunes, gros et pesants, attachés à la balle, à écorce rude. C'est la plus vigoureuse et la plus précoce de toutes les avoines. M. de Thury avait essayé avec succès d'en obtenir un fourrage vert avant de la laisser monter en graine. Sa paille est très élevée et grosse; ses feuilles larges donnent une très bonne nourriture aux bestiaux. Aucune espèce ne donne plus de débris de balles au battage; elle abonde en parties herbacées et ligneuses. La variété dite *de Sibérie* paraît l'emporter encore sur celle dite *de Géorgie*. Elles sont toutes de printemps.

5° *Avoine courte* (avoine à deux barbes, pied de mouche, avoine-fourrage). Son grain est petit et court, peu abondant en substances nutritives, mais, à ce qu'il paraît, plus échauffant que les autres. Sa panicule est unilatérale; les arêtes sont persistantes sur les deux fleurs. Cette espèce, cultivée sur les montagnes de l'Auvergne, prend des dimensions colossales sur les bons terrains. Elle s'est élevée jusqu'à 2 mètres dans la pépinière de Vaucluse, sous la direction de M. Regnier; aussi pourrait-on l'utiliser comme fourrage.

6° *Avoine nue* (avoine de Tartarie). Ses épillets se composent de quatre à cinq fleurs formant de petites grappes. Son grain ne conserve pas sa balle; mais il est petit et d'un faible produit. On pourrait s'en servir en gruau.

SECTION II. — *Parties constituantes de l'avoine.*

Le poids moyen de l'avoine commune est de 44 kil. variant de 28 kil. (Haute-Vienne) à 56 kil. (Loire-Inférieure). Les proportions de matières nutritives qu'elle renferme ne sont pas moins différentes selon les lieux; c'est ce qui explique pourquoi, comparées au foin, les unes ont donné un rapport de 100 : 250, et d'autres de 100 : 116. M. Royer a reconnu à l'avoine qu'on consomme dans les environs de Paris un rapport nutritif de 100 : 175 en la comparant au foin, c'est-à-dire que 100 d'avoine en poids nourrissaient autant que 175 de foin.

M. Morel de Vindé a trouvé que 1 litre d'avoine commune contenait 20,300 grains; 1 litre d'avoine unilatérale, 20,800; et 1 litre d'avoine patate, 20,400.

Les rapports de la paille au grain présentent aussi beaucoup de variations; on les a trouvés de 100 : 90, de 100 : 31,6, et en moyenne de 100 : 61,6. Mais, nous le répétons, autant de sols, autant de cultures, autant de proportions différentes encore plus pour l'avoine que pour toutes les autres céréales, parce qu'en effet on la soumet aux traitements les plus divers; que tantôt semée sur un sol riche pour préparer les récoltes du froment, elle est d'autres fois réléguée sur les plus pauvres pour en obtenir un produit qu'on ne peut attendre que d'elle seule.

L'avoine cultivée à Bechelbronn par M. Boussingault présentait les résultats suivants :

1,000 kil. de grain à l'état normal étant desséché pesaient 792 kil.; 1,000 kilogr. de paille desséchée pesaient 713 kil.; 100 kil. de grain à l'état normal donnaient 162 kil. de paille, et par conséquent, à l'état sec, 100 kil. de grain donnaient 145 kil. de paille. Leur analyse était ainsi qu'il suit :

100 k. de grain	Carbone.	Hydr.	Oxygèn.	Azote.	Acides sulf.	Acides phosp.	Chlor.	Chaux	Magn.	Pots.	Soud.	Silic.	Fer et alum.
à l'état sec.	50,32	6,32	37,14	2,24	0,04	0,59	0,02	0,15	0,51	0,51	»	2,12	0,05
145 k. de paille.	72,40	7,71	56,96	0,55	0,33	0,23	0,36	0,62	0,21	1,85	0,32	3,02	0,16
Total. . . .	122,72	14,03	94,10	2,79	0,37	0,82	0,38	0,77	0,52	2,36	0,32	5,14	0,21

ce qui donne :

	Azote.
par 100k de grain sec	2k24
100 de grain à l'état normal.	1,774
100 de paille sèche.	0,55
100 de paille à l'état normal	0,39
	Azote.
Et pour 100k de grain sec.	2k24
145 de paille sèche.	80
	3,04

100 parties d'avoine desséchée donnaient 78 de farine et 22 de son, et

Gluten, albumine (parties azotées).	13,7
Amidon.	46,1
Matières grasses.	6,7
Sucre.	6,0
Gomme.	3,8
Ligneux, cendres et perte.	21.7
	100,0

Vogel avait reconnu dans l'avoine une huile grasse, jaune-verdâtre, dans laquelle il pensait que résidaient les principes excitants de ce grain [1].

SECTION III. — *Engrais pour l'avoine. Aliquote qu'elle y puise.*

Ce que nous venons de dire de la composition élémentaire de l'avoine nous fait comprendre combien elle nécessite des engrais alcalins, et des marnages ou des chaulages dans les terrains qui manquent de l'élément calcaire. C'est même la seule graminée, avec le maïs, qui ait paru sensible aux effets du plâtre.

(1) Berzelius, *Traité de chimie*, tome VI, p. 301.

La moyenne récolte dans la Flandre, où l'on cultive l'avoine avec soin, est de 48 hectolitres (2,178 kil.) par hectare; le maximum de 67 hectolitres (2,948 kil.). Dans les pays où elle est cultivée négligemment, cette moyenne descend à 21 hectolitres (924 kil.).

Pour obtenir 2,948 kil. d'avoine, il faut que les engrais, outre les substances salines et minérales nécessaires, renferment une quantité d'azote suffisante pour lui en fournir 72 kil.

Voyons donc quelle aliquote l'avoine puise dans l'engrais, pour connaitre la quantité totale qu'il faut mettre à sa disposition dans une bonne culture.

Crud pense que 1 hectolitre d'avoine absorbe 249 kil. de bon fumier dosant $0^k,80$ ou $1^k,98$ d'azote, dont il ne prend que $1^k,06$. Il prélèverait donc 0,535 de l'azote du fumier mis à sa disposition.

Arthur Young[1] ayant semé en avoine une terre qui avait été laissée en jachère et bien cultivée, après lui avoir appliqué 80 quintaux métriques de fumier de ferme, ou 32 kil. d'azote, recueillit $6^h,54$ d'avoine qui avaient pris $6^k,93$ d'azote. Ici l'avoine ne se serait emparée que des 0,22 de l'azote du fumier; mais $6^h,54$ pour un *rood* de terrain nous donnent 65 à 67 hectolitres, c'est-à-dire la récolte maximum qu'on peut obtenir, et 32 kil. d'azote pour un *rood* donnent 320 kil. pour 1 hectare; l'avoine ne pouvait en prendre plus qu'il ne lui en fallait pour atteindre son maximum, et si son aliquote était 0,53, le maximum d'engrais qui devait lui être distribué était de 151 kil. d'azote, et non de 320 kil. On ne peut pas déduire l'aliquote de cette fumure excessive.

Nous avons vu plus haut, dans les expériences de la Montorone, qu'en seconde récolte sur une terre qui avait été fumée avec du fumier d'étable, l'avoine s'emparait des 0 60 de l'en-

(1) Tome XII, page 142.

grais contenu dans le sol. Nous croyons donc que son aliquote se trouve entre le chiffre de Crud et celui-ci ; nous adopterons cependant 0,53 comme le chiffre provisoire auquel on ne risquera rien de s'arrêter. Ainsi, pour obtenir une récolte de 2,948 kil. d'avoine contenant avec sa paille 72 kil. d'azote, l'hectare devra avoir une fertilité représentée par

$$\frac{72 \times 100}{53} = 136 \text{ kil.},$$

résultant de 34,000 kil. de fumier de ferme.

Section IV. — *Convenances météorologiques de l'avoine.*

L'avoine craint les grands froids ; aussi ne la cultive-t-on en semis d'automne que dans les pays où l'on n'a pas à redouter une continuité de température atteignant — 12° ; cependant dans ceux où la terre se couvre de bonne heure de neige, on peut encore semer dans cette saison. Nous avons vu des avoines de printemps, surprises par la neige avant leur maturité, qui ne souffrirent aucun dommage de l'hiver et donnèrent une bonne récolte l'année suivante. Les froids qui ne gèlent pas la terre à $0^m,10$ au moins de profondeur ne paraissent pas l'affecter ; sa tige est moins sensible que sa racine.

Attendu que l'avoine est semée dans des terrains secs et dans des terrains humides, et que la température de l'air est quelquefois différente de celle du sol, on trouve que l'avoine mûrit de 1,500° à 2,000° de chaleur moyenne, et de 2,400° à 2,600° de chaleur solaire, selon qu'elle est dans l'une ou l'autre de ces situations.

Section V. — *Culture.*

On peut distinguer deux cultures différentes de l'avoine : ou bien on la traite comme un accessoire, comme un expé-

dient propre à remplir les vides d'une rotation, ou bien on la cultive pour elle-même, dans le but bien déterminé d'obtenir le maximum de son produit. Dans ces deux cas, on procède différemment.

Pour la culture soignée, tous les travaux requis pour celle du froment ; pour la culture accessoire des œuvres moins compliquées, selon les circonstances.

Ainsi, sur un défoncement profond dont les frais doivent être répartis sur plusieurs années, un simple hersage suffit pour enterrer la semence ; l'avoine semée sur le défrichement léger d'une luzerne ne comporte souvent qu'une forte scarification et un coup de rouleau, etc.

On emploie beaucoup de semence pour l'avoine. La quantité moyenne est de 4 hectolitres par hectare ; on en met jusqu'à 5 ; mais dans les terres riches de la Flandre, on se contente de 3 hectolitres. Si l'on considère que la balle représente le 0,30 du poids total, qu'ainsi le poids réel de l'hectolitre de grain privé de sa balle n'est que de 31 à 32 kil., et qu'ainsi 4 hectolitres ne donnent que 128 kil. de grain dépouillé, tandis que 2 hectolitres de blé en donnent 152 à 160 ; si, de plus, on observe qu'un grand nombre de grains d'avoine sont stériles, on comprendra cette quantité de semence qui paraît exorbitante au premier coup d'œil.

Il faut s'abstenir absolument de semer de l'avoine qui aura été atteinte du charbon ; le chaulage ne l'en débarrasse pas.

L'avoine mûrit bien dans les javelles et dans les gerbes, et elle ne mûrit que successivement sur la plante ; il ne faut donc pas en retarder la moisson dès qu'une partie des grains est mûre, sans quoi on risquerait d'en perdre beaucoup qui s'égrèneraient.

Section VI. — *Prix réel et marchand de l'avoine.*

En supposant qu'on ait donné à l'avoine une préparation

complète, et ce n'est que de cette manière qu'on en obtient une pleine récolte, sa valeur comparée à celle du froment pourra être estimée par les engrais qu'ils auront réciproquement absorbés.

Préalablement à tout calcul, il faut apprécier la valeur de sa paille, la meilleure de toutes celles que nous offrent les céréales. Antoine trouvait qu'elle était à celle du froment comme 374 : 235, ou comme 160 : 100. Si nous comparons seulement leur teneur en azote, le rapport sera de 150 : 100. De toutes les manières, soit qu'on la considère comme litière ou comme nourriture, nous croyons qu'on ne peut pas lui attribuer une valeur moindre, quoique M. Rieffel, en donnant une évidente supériorité à la paille d'avoine non javelée, n'admette que le rapport de 110 : 100 [1].

Froment sec.		*Avoine sèche.*	
	Azote.		Azote.
3,355[k] grain contiennent.	76[k]82	3,286[k] grain contiennent.	73[k]60
6,631 paille.	23,18	4,666 paille sèche. . . .	25,67
	100,00		99,27

C'est donc la valeur de la paille qui compense celle du grain dans la récolte d'avoine.

D'après leur teneur en azote, le froment et l'avoine à l'état normal ont les valeurs respectives de 2,29 et 2,24 poids pour poids; mais à la mesure, le rapport entre le froment et l'avoine est de 1,53 à 0,78, ou de 100 : 51; leur prix de marché est de 100 : 45, le prix moyen de l'avoine étant de 7[f] 64, tandis que celui du froment est de 17 fr. en France. On sent que ce prix relatif doit varier selon les qualités des avoines, et qu'il n'est ici question que de celles qui pèsent seulement 44 kil. à l'hectolitre.

Si, d'après les données ci-dessus et ce que nous avons dit

(1) *Agriculture de l'Ouest*, page 318.

au chapitre du froment, on veut connaître la récolte qui fait le pair des frais, nous aurons

$$100 = Q - 596 - \frac{Q \times 2{,}206}{100} \times 6{,}7 \times 3{,}38 \times 6{,}7 - Q \times 0{,}30,$$

$$\text{et } Q = \frac{573}{0{,}55} = 1{,}042 \text{ kil. de blé.}$$

La paille représente les $\frac{25}{99}$ de la récolte ou 263 kil., et le reste en grain valant 779 kil. de blé, représentant en poids 762 kil. d'avoine, faisant 18 hectolitres d'avoine. Au-dessous de cette récolte, la culture ne peut se continuer qu'en faisant abstraction des frais généraux.

Si l'on compare l'avoine au foin dans la nourriture du bétail, on trouvera que, d'après les expériences les mieux faites, 100 kil. d'avoine représentent 169 kil. de bon foin, et 100 kil. d'avoine valant sur le marché 15^{f}28; cela ferait ressortir le foin à 11 fr. les 100 kil. C'est donc une nourriture fort chère et qui doit n'entrer que par occasion dans l'écurie des cultivateurs économes. L'expérience que nous en avons nous prouve que les chevaux de ferme se nourrissent très bien et se trouvent dans un état d'activité satisfaisant sans avoine, mais avec de bon foin venu dans nos prairies arrosées et fumées du midi, ou avec de la luzerne. Quand on ne possède que des prés à foin acide et peu nourrissant, ou trop souvent seulement de la paille, il faut bien recourir à l'avoine; mais cela vaudrait la peine d'examiner si l'on ne peut pas changer la qualité des prairies, ou s'il ne conviendrait pas de les défricher et de les remplacer dans le régime par d'autres natures de fourrages. Il faudrait réserver l'avoine pour les chevaux soumis à des courses continues et rapides, à un service irrégulier qui leur laisse peu de temps pour leurs repas et auxquels il faut donner la nourriture sous le moindre volume possible. Le roulage, les postes, les messageries, la cavalerie, devraient être les seuls consom-

mateurs d'avoine dont l'agriculture absorbe une si énorme quantité.

CHAPITRE VI.

Le méteil.

On donne le nom de *méteil* à un mélange de plusieurs céréales qu'on sème et qu'on récolte ensemble. Ces mélanges portent différents noms dans les différents pays. Ainsi, dans le midi, on nomme *conségal* le méteil composé de froment et de seigle; *batavia*, celui de froment et d'orge. Les proportions des deux composants varient en général d'après la nature des terres auxquelles on confie la semence; le mélange est d'autant plus riche en froment, que la terre est plus rapprochée de la qualité des terres à froment, et *vice versâ*.

Le but qu'on se propose dans l'ensemencement du méteil est d'obtenir un produit de plus de valeur et donnant une meilleure nourriture, d'un terrain qui semblerait ne pouvoir produire que le grain de la nature la plus inférieure du mélange.

Les raisons théoriques n'ont pas manqué pour proscrire le méteil; les deux plantes devaient se nuire l'une à l'autre; dans la terre à seigle, le froment ne pouvait croître que d'une manière imparfaite et dérober au seigle les sucs qui auraient pu en assurer le succès; les époques de maturité ne concordaient pas, et on aurait à la moisson un seigle qui serait trop mûr et un froment encore vert. La plupart des auteurs qui ont traité du méteil, Rozier, qui faisait de l'agriculture dans sa tête, Yvart, qui la pratiquait sur des terrains trop riches pour que le méteil n'y fût pas une dissonance, Parmentier, qui n'y voyait que la difficulté de la mouture de deux grains de forme et de grosseur différentes, tant d'autres encore qui n'ont pas vu de près la pratique et les résultats de l'ensemencement du

méteil, s'accordent pour le proscrire. Dans ses voyages agronomiques, M. De Candolle, qui d'ailleurs avait habité longtemps le midi, a recueilli au contraire des suffrages favorables à ce mélange de grains; et nous pouvons en parler en connaissance de cause, car il est usité encore dans nos métairies, par la conviction intime de ses avantages et malgré les progrès de la culture.

Nous avons des terres qui ne passeraient partout ailleurs que pour des terres à seigle, et qu'on ensemence en méteil, froment et seigle dans la proportion de 1 : 3 et de 1 : 2; dans des terres de même nature, on sème du seigle seul. Or, la récolte du méteil est toujours plus assurée que celle du seigle; elle est plus considérable, elle a plus de valeur. On conçoit, en effet, que les époques de la végétation des deux plantes n'étant pas les mêmes, le seigle peut être surpris par une pluie au moment de sa floraison, sans que le blé en soit atteint; que si l'automne où a lieu le semis est défavorable à la végétation, soit par sa sécheresse, soit par sa basse température, le seigle ne formera que des rudiments d'épis imparfaits, et que si le printemps est mieux tempéré, le froment, qui ne forme ses épis que dans cette dernière saison, les aura beaux et complets, et *vice versâ*. Le seigle veut être coupé en pleine maturité, mais le froment peut l'être avant sa maturité complète; c'est ce que nous avons établi; les composants de ces deux plantes ne sont pas les mêmes, et il semble qu'en travaillant chacune à se procurer les siens, elles travaillent aussi à dégager ceux qui conviennent à l'autre. Enfin, ce qui semble prouver qu'elles se suppléent admirablement l'une l'autre pour que la récolte soit complète, c'est que la proportion des grains dans la récolte n'est pas la même que dans le semis, que tantôt c'est le froment qui domine et tantôt le seigle, ce qui annonce que l'une de ces espèces a pu profiter des faveurs de l'année qui n'auraient pas souri à l'autre. Il est évident que plus les épo-

ques de la maturité des deux espèces sont éloignées, et plus la culture du méteil devient difficile; et elle finit par être impossible. C'est ce qui explique pourquoi elle est plus usitée dans le midi, et pourquoi elle finit par disparaître en avançant vers le nord.

Le mélange seigle et froment est celui qu'on fait pour les ensemencements d'automne; le mélange orge pamelle et froment de printemps, pour les ensemencements de printemps.

Les cultures pour le méteil sont les mêmes que pour le seigle et pour l'orge, et l'époque des semis est celle de la plante qui exige le semis le plus précoce.

Dans l'état actuel du commerce du blé dans le midi, le méteil ne se présente plus sur le marché; il est consommé par le cultivateur lui-même. Ainsi, dans nos métairies, nos métayers prennent pour leur part de la récolte tout le méteil récolté, en nous en tenant compte au moyen d'une quantité proportionnée de froment.

CHAPITRE VII.

Le sarrasin.

Le *sarrasin* (blé noir) (*polygonum fagopyrum*) est une plante d'une réussite si chanceuse, si subordonnée aux influences météoriques, qu'on ne concevrait pas qu'une population entière (celle de la Bretagne) en eût fait la base de sa nourriture, si l'on n'admettait en même temps que le climat de cette province réunit au plus haut degré les conditions qu'elle exige. Un terrain meuble naturellement ou artificiellement, par conséquent siliceux ou crétacé, un climat ou une saison humide, point de vents secs et point de gelées pendant sa végétation, tel est le concours de circonstances qui favorisent cette production.

Le sarrasin exigeant 1,600° de chaleur solaire moyenne, il faut le semer à une époque telle qu'il puisse mûrir avant l'arrivée probable des gelées blanches. Ce semis a lieu en Bretagne vers le 15 juin, pour récolter vers la fin d'août; aux environs de Genève, le 15 juillet pour récolter le 15 octobre; dans le midi de la France, vers la fin d'août pour récolter fin d'octobre. Pendant la durée de cette végétation, la température totale à l'ombre est, à Nantes, de 1,574°; à Genève, de 1,500°; à Orange, de 974°, ce qui démontre de plus en plus que la température observée à l'ombre ne suffit pas pour fixer l'époque de la maturité d'une plante. « Le sarrasin a le temps de mûrir après la récolte du blé, et peut être cultivé en récolte dérobée dans toute la région du maïs[1]. »

Mais en Bretagne les pluies sont bien plus assurées; les vents d'ouest, qui sont les plus fréquents, sont aussi les plus humides, tandis que dans les deux autres lieux que nous avons cités, les pluies incertaines et les vents du nord dominent et sont desséchants; aussi la récolte du sarrasin, qui est à peu près assurée en Bretagne, n'est-elle qu'un accident à Genève et en Dauphiné. C'est un billet qu'on met à la loterie, et qui gagne quelquefois; dès qu'on entre dans la région des oliviers, il gagne si rarement qu'on n'en court pas la chance.

Renfermé dans les limites où son succès est très probable, le sarrasin a des propriétés précieuses; il est peu exigeant et s'accommode des sols pauvres, en proportionnant néanmoins son produit à leur défaut de richesse; pour les pays du nord, il remplit utilement l'intervalle qui s'écoule entre les premières récoltes, surtout celles de l'orge qui se fait de bonne heure, et la préparation des récoltes du printemps suivant. C'est une excellente culture intercalaire. Si les gelées viennent le frapper avant la fructification, son enfouissement procure

(1) Bürger, *Traité d'agriculture*, p. 193.

un bon engrais vert. On le cultive aussi comme fourrage ; les bestiaux le mangent bien ; mais on croit avoir reconnu que quand il était pâturé étant en fleurs, il enivrait les moutons et leur faisait enfler la tête.

Le sarrasin est la première plante qu'on cultive sur les défrichés de landes ; il donne à la terre le temps de se rasseoir ; il profite de l'engrais qu'on y dépose pour le blé, et qui se consomme et devient propre à la nutrition du froment.

Quand on cultive le sarrasin en récolte dérobée, on se borne à donner un labour et on sème à la herse ; la semence ne veut pas être trop enterrée.

Cette plante redoute les terrains humides ; elle veut avoir les pieds dans un sol modérément frais et la tête dans l'humidité chaude ; il ne réussit pas dans les terres tenaces.

Dans les pays où la gelée arrive de bonne heure, on se défie des terrains riches pour le sarrasin, parce que sa production en feuilles est alors très forte et qu'il fleurit plus tardivement. Le grand nombre de feuilles qu'étale le sarrasin le rendent propre à étouffer les mauvaises herbes et en même temps à recueillir abondamment les engrais atmosphériques. Aussi a-t-on remarqué que cette plante épuise peu le sol. Son analyse est la suivante, selon Sprengel :

Matières combustib.	Cendres.	Potasse.	Soude.	Chaux.	Magnésie.	Fer.	Acides phosph.	Acides sulfuriq.	Chlore.	Silice.
96,797	3,203	0,352	0,062	0,704	1,292	0,073	0,288	0,217	0,093	0,140

Selon Vauquelin, ses cendres seraient composées ainsi qu'il suit :

Carbonate de potasse et sulfure de potassium.	Carbonate de chaux.	Carbonate de magnésie.	Silice.	Albumine.
1,066	0,560	0,432	0,518	0,336

La paille à l'état normal de dessiccation, après la moisson, renferme 11,6 pour 100 d'eau et 0,48 d'azote ; ainsi complétement desséchée, elle possède 0,54 pour 100 d'azote.

Le grain de sarrasin contient, à l'état normal, 12,5 pour

100 d'eau et 2,10 pour 100 de son poids d'azote; complétement desséché, 2,40 pour 100 d'azote.

Ces données suffiraient pour nous faire comprendre que si cette plante recueille en effet une quantité abondante d'ammoniaque de l'atmosphère, elle a besoin néanmoins de trouver la terre pourvue d'engrais salins, et principalement de potasse et de magnésie; cela explique ses succès dans les terrains formés de débris feldspathiques, et pourquoi elle profite bien du chaulage.

La quantité de semence à mettre en terre varie de 140 à 40 litres; mais en général on sème 1 hectolitre par hectare, et un peu plus abondamment si l'on destine le sarrasin à être consommé comme fourrage ou à être enfoui comme engrais vert.

Le sarrasin se défend bien lui-même pendant sa végétation et n'a besoin d'aucune culture. Sa floraison est successive, et peut se prolonger indéfiniment si le temps continue à être beau; mais quand on approche de l'époque où la végétation se ralentit, il ne faut pas attendre que les graines des fleurs supérieures aient noirci; et comme celles qui sont suffisamment formées achèvent de mûrir dans leurs enveloppes, il faut procéder à la récolte. Elle se fait soit à la faucille, soit en arrachant les plantes dont la racine tient peu en terre. On le lie en petites gerbes avec la paille elle-même, et on les place debout deux à deux, l'une contre l'autre; dans le midi, on ne les lie pas et on les laisse en javelle, la tête en haut.

Lorsque la plante est bien sèche, il faut la battre et la rentrer ensuite en grange. Si elle était encore humide, elle s'y moisirait.

Pour donner une idée de l'étonnante différence que les saisons mettent entre les récoltes de sarrasin, nous ne pouvons mieux faire que de mettre sous les yeux de nos lecteurs la série des produits obtenus par Bürger; le sarrasin était semé

constamment sur le chaume du seigle d'hiver. Il a récolté par hectare :

	litres.		litres.
1804.	997	*Report.*	0,000
1805. . Manque total.		1814.	320
1806.	187	1815.	160
1807.	1,180	1816.	160
1808. . . Point semé.		1817.	2,275
1809.	1,730	1818.	2,350
1810. . . Point semé.		1819.	1,063
1811.	2,850	1820.	2,136
1812.	850	1821.	426
1813.	960	1822.	1,923
A reporter.	0,000	Total. . . .	19,568 pour 17 an
		ou par an. .	1,151

Le produit maximum obtenu en Flandre est de 50 hectolitres; le produit moyen en Bretagne de 15 hectolitres. Nous voyons qu'en Carinthie il n'est que de 11^{h},51, avec des variations de 0 à 23^{h},50.

Le poids moyen de l'hectolitre de sarrasin est de 57 à 60 kil. Il y a une variété à petits grains qui pèse jusqu'à 65 kil.; la balle qui reste adhérente pèse le quart du poids de la graine. Selon Bürger, 1 kil. de la petite variété contient de 50 à 58,000 grains. Cet auteur affirme que si l'on sème en avoine un champ dont la moitié aura porté du sarrasin et l'autre moitié sera restée en jachère, l'avoine sera moins productive dans la partie qui aura porté la récolte, mais que la différence équivaut à peine à la moitié de l'excédant de matières nutritives qu'on a obtenu du sarrasin. Il s'ensuivrait donc que cette plante tire la moitié de sa nourriture de l'atmosphère. Pour 11^{h},51 de grain pesant 690^{k},6, Bürger recueillait 500 kil. de fanes sèches. Ainsi

	Azote.
100^{k} de grain à l'état normal contiennent. . . .	2^{k}10
72,4 de fanes.	0,35
Total.	2,45

Si nous cherchons le prix réel du sarrasin, nous remarquerons que sa culture exige :

Pour un hectare, un labour en terre légère coûtant. . . .		67k20
—	un hersage.	3,07
—	un hectol. semence à son prix de marché.	22,22
—	récolte arrachée et battue.	25,00
—	le $\frac{1}{2}$ de 21k30 d'azote par 15 hectolitres	
—	de sarrasin.	121,30
		238k79

Ces 238k79, divisés par 15 hectolitres, donnent 15k,29 de blé à la charge de chaque hectolitre, et par conséquent 25k,5 pour 100 kil. de sarrasin.

Ayant adopté une récolte moyenne faible pour le sarrasin, nous ne prendrons pour le froment que celle de 21 hectolitres par hectare; et les frais de sa culture étant de 1008 kil. par hectare, nous aurons pour les frais d'un hectolitre :

$$\frac{1008}{21} = 48;$$

ou, pour 100 kil., les frais seront de 61k,54.

Nous établirons maintenant les deux comptes ainsi qu'il suit :

Froment.			*Sarrasin.*		
100k	à l'état normal. .	61k54	100k	à l'état normal. .	25k50
227	paille sèche. . . .	11,58	72	de fane.	3,86
		73,12			29,36

Poids pour poids, le prix réel du sarrasin serait moins de moitié de celui du blé, et l'hectolitre de blé coûtant 61k,54 de froment, celui de sarrasin coûterait 12k,92, ou dans le rapport de 100 : 21. Or, le blé étant à 17 fr., le prix moyen du sarrasin de Bretagne est de 6 fr., c'est-à-dire dans le rapport de 100 : 34. On voit que le prix vénal est très supérieur au prix réel.

Mais, comme aliment, le sarrasin est au froment, poids pour poids, comme 2,10 : 1,96, ou comme 112 : 100. Nous venons

de voir que leur prix de revient était comme 25 : 61, ou comme 21 : 100. Ainsi le sarrasin est une nourriture à bon marché, celle peut-être qui est au meilleur marché possible. Loin de regarder comme une disgrâce l'adoption d'une telle nourriture, il faut reconnaître qu'elle est une faveur de la Providence pour les pays dont le climat est propre à en assurer la réussite constante, bien sûr qu'on ne pourra l'étendre hors de ces limites naturelles sans être promptement averti de la vanité de la tentative par l'insuccès des récoltes de ce grain. Le sarrasin, cantonné par ses exigences météorologiques dans un climat rigoureusement circonscrit, n'a pu avoir la fortune de la pomme de terre, bien plus indifférente aux influences météoriques.

Selon Petri, la paille du sarrasin vaut 36 quand celle du blé vaut 20; et cette dernière étant estimée à 11^{k},4 du froment les 100 kil., celle du sarrasin devrait l'être à 20^{k},5.

Le sarrasin de Tartarie est une autre espèce (*polygonum tataricum*), à fleurs vertes, plus ramifiée, produisant plus de grains, mais de moins bonne qualité. Elle craint moins les gelées, et par conséquent peut être semée plus tard que le sarrasin ordinaire. Dans les pays où le sarrasin sert de nourriture à l'homme, celui de Tartarie a été jugé et repoussé; mais l'abondance de son produit a pu faire illusion dans ceux où on l'emploie à la nourriture des animaux.

CHAPITRE VIII.

Le riz.

Le riz, cette nourriture d'un si grand nombre d'hommes et l'objet d'un commerce très important, est une plante originaire des plages marécageuses des pays chauds dans les deux

hémisphères; mais les peuples qui s'en nourrissent n'y trouvent un aliment salubre qu'aux dépens de la santé de ceux qui le cultivent, et on peut regretter que l'industrie humaine ait ainsi trouvé le moyen de cultiver des sols pestilentiels, souvent même de les créer, puisque non-seulement on y a fixé des habitants dont la vie est une longue suite d'infirmités; que d'autres, appelés à l'époque des récoltes par l'appât du gain, ne quittent leurs pays salubres que pour venir y puiser les germes de fièvres dangereuses et obstinées; et enfin que les miasmes qui s'en échappent vont frapper au loin les pays qui environnent les rizières.

Non-seulement la population s'éteint dans les pays où l'on cultive le riz et n'existe qu'au moyen d'un renouvellement constant, mais les arbres périssent au loin, et la création d'une nouvelle rizière étend le cercle de ses ravages et nuit à toutes les autres cultures jusqu'à un myriamètre de distance, par les infiltrations d'eau qui s'établissent dans le sol; on est alors contraint de convertir ceux envahis souterrainement en rizières sous peine de les laisser sans produits, et c'est ainsi que le fléau s'étend progressivement à toute la surface du pays.

Et cependant telle est la richesse de la culture du riz qu'une fois introduite dans un État, tous les efforts de l'autorité pour borner son extension viennent échouer contre la résistance de l'intérêt privé. C'est en vain que les souverains du Piémont ont cherché à la restreindre par une foule d'édits; leur longue série, où l'on voit les mêmes défenses constamment renouvelées, prouve qu'ils restaient sans résultats. Ils se bornent maintenant à défendre cette culture à 14 kilomètres de la capitale, à 9,250 mètres des villes de second ordre et des places fortes, et à 1,000 mètres des villes d'un ordre inférieur.

Il suffit d'avoir parcouru ces pays, et nous avons eu occasion de les connaître à fond, dans un long séjour que nous avons fait à Novare et dans la Lumelline, pour savoir que les

habitants des campagnes y vivent avec une fièvre qui, pour avoir perdu ses caractères les plus dangereux, dure pour le plus grand nombre aussi longtemps que la vie, fièvre accompagnée ou suivie de gonflement de rate et d'hydropisie; que leur teint jaunâtre, leur défaut d'activité, annoncent le mal qui les mine, et que tout étranger qui y séjourne compromet sa santé et sa vie. Les hôpitaux de nos armées étaient remplis de fiévreux venus de ces cantonnements. « Il n'y a pas de filles de seize ans dans les pays de rizières, disait Saint-Martin-Lamotte; elles arrivent à peine à la puberté qu'elles atteignent à l'âge mûr, et ensuite, par une rapide progression, à la vieillesse. » En octobre 1801, on comptait 8,000 fiévreux dans l'arrondissement de Bielle sur une population de 80,000 âmes.

Tout en convenant de l'abus de mettre en culture de riz des terres naturellement saines, on réclame en faveur de celles qui sont marécageuses et où les rizières contribueraient à assainir le terrain en procurant un écoulement régulier aux eaux et y maintenant en été une couche d'eau courante propre à prévenir les exhalaisons malfaisantes. Mais qui ne voit que cette culture appelle à habiter ces pays une population qui, sans elle, irait chercher au loin d'autres occupations; qu'elle y appelle surtout au moment le plus dangereux, celui de la moisson où la rizière est mise à sec et exposée aux rayons d'un soleil ardent et où ces terrains détrempés sont mis en fermentation et produisent le plus de miasmes délétères, un grand nombre de robustes montagnards qui viennent y perdre la santé et la vie?

Maintenant nous applaudissons aux efforts qu'on fait pour adoucir les maux causés par les rizières dans les pays où elles sont irrévocablement établies. Il est très louable de chercher à améliorer l'hygiène des habitants, de leur procurer une meilleure nourriture; il paraît surtout qu'on a trouvé de grands avantages à leur procurer une boisson saine et fraîche, en creusant des puits qui ne permettent pas l'infiltration des eaux

de rizière[1]. Nous ne doutons pas qu'on ne puisse produire quelque bien par ces soins bien dirigés, mais c'est par le chiffre relatif de la population et des journées de présence aux hôpitaux qu'il faudrait surtout décider la question de la prétendue innocuité des rizières.

Section Ire. — *Variétés du riz*.

Le riz est une plante qui demande à croître dans un terrain constamment inondé ou du moins constamment humide. Examinés de près, ce qu'on appelait des riz secs était des riz croissant dans des pays très pluvieux et qui, dans nos climats, exigent l'inondation ou de fréquentes irrigations. On cultive plusieurs espèces de riz dans l'Inde et en Amérique; en Europe, on en cultive seulement deux.

1° *Riz commun* (riz du Piémont) (*oryza sativa*). Épi à arêtes, grains allongés. Son grain décortiqué est d'un beau blanc. Il exige pour mûrir 3,600° à 3,700° de chaleur solaire moyenne, et dans le climat de l'Italie 2,567° de chaleur moyenne à l'ombre.

2° *Riz sans barbe* (*oryza denudata*, Desv.). Son grain décortiqué est d'un blanc grisâtre; il mûrit avec 2,730° de chaleur moyenne solaire et 1,967° de chaleur moyenne à l'ombre. Quoique ce riz soit moins apprécié du commerce que le riz commun à cause de sa nuance, sa précocité, qui le met de bonne heure à l'abri des orages de grêle fréquents au mois d'août dans la Lombardie, la vigueur de sa constitution qui l'exempte de la rouille et sa plus grande fécondité l'ont répandu dans ce pays. Au reste, la croissance et la maturité de ces deux espèces sont avancées ou retardées selon que l'eau qui les baigne est plus ou moins chaude.

(1) Giovanetti. *Du régime des eaux*, p. 158.

SECTION II. — *Composition du riz.*

La plante de riz, au moment de la récolte, se compose de 100 parties de grain et de 130 parties de paille en poids, plus un chaume de $0^{m},80$ au-dessus du sol qui reste en terre et ne doit pas être compté en déduction de sa fertilité.

Le grain du riz se compose de grain décortiqué, 80 parties; balle et écorce, 20 parties.

Quand il a été parfaitement desséché, M. Payen a trouvé dans le grain :

Amidon.	86,9
Gluten et albumine.	7,5
Matières grasses.	0,8
Gomme et sucre.	0,5
Parenchyme ligneux.	3,4
Phosphate de chaux et chlorure de potassium. . . .	0,9
	100,0

Le dosage de l'azote a donné, pour le riz desséché, 1,39 pour 100; et pour le riz normal contenant 13,4 d'eau, 1, 20 pour 100.

On n'a pas dosé la paille de riz; mais, d'après l'usage qu'on en fait pour la nourriture des animaux, on ne peut guère lui supposer une teneur moindre de 0,24 en azote à l'état normal.

	Azote.
Ainsi, 100^{k} de riz à l'état normal contiendraient.	$1^{k}20$
et seraient accompagnés de 130^{k} de paille dosant.	0,31
	1,51

	Azote.
Un hectolitre de riz non décortiqué pesant 75^{k} contiendrait.	$0^{k}90$
et pour $97^{k},5$ de paille.	0,23
	1,13

On voit que le riz exige une quantité d'engrais moindre que toute autre céréale, et que quand les eaux ne sont pas crues et apportent avec elles des principes fertilisants, elles peuvent suffire presque seules pour alimenter la récolte. C'est ce qui ar-

rive ordinairement pour les eaux de rivière. Il n'en est pas toujours de même des eaux de source, et les cultivateurs de riz ont acquis une grande aptitude à juger du mérite des différentes eaux.

Section III. — *Préparation du terrain.*

On trouve d'excellentes rizières sur des terres de qualités les plus diverses : sur des graviers presque stériles, sur des sables, sur des argiles, sur des glaises, sur des terres calcaires. L'expérience des Chinois nous prouve aussi que cette plante prospère dans les terrains salifères, et les essais faits dans le midi de la France semblent le confirmer. Pour le riz le support semble indifférent, mais c'est la qualité et la quantité de l'eau qui importent; selon que les terrains sont plus ou moins perméables, ils en exigent une plus ou moins grande quantité. L'eau est d'autant meilleure qu'elle est plus chargée de principes organiques et qu'elle est plus chaude. On calcule qu'il faut en moyenne un courant d'eau de 1 mètre cube par minute pour l'irrigation de 13 hectares de rizière qui ne soit pas en terrain trop perméable et pour entretenir $0^{m},13$ d'eau sur toute la superficie du sol.

Le terrain est sec, ou bien il est naturellement marécageux soit par défaut d'écoulement, soit par l'existence de sources qui y naissent. Dans le premier cas, on peut avoir une rizière alternée avec d'autres cultures, ou rizière à rotation; dans le second, on fait une rizière permanente.

Le terrain marécageux ne peut devenir une bonne rizière qu'à condition qu'on aura toujours le moyen de procurer un mouvement, et par conséquent un écoulement à l'eau qu'on amènera pour le couvrir. Cette condition indispensable obtenue, on cherchera aussi à lui donner un degré de solidité suffisant pour qu'il puisse porter les bêtes de travail, ce qu'on fait

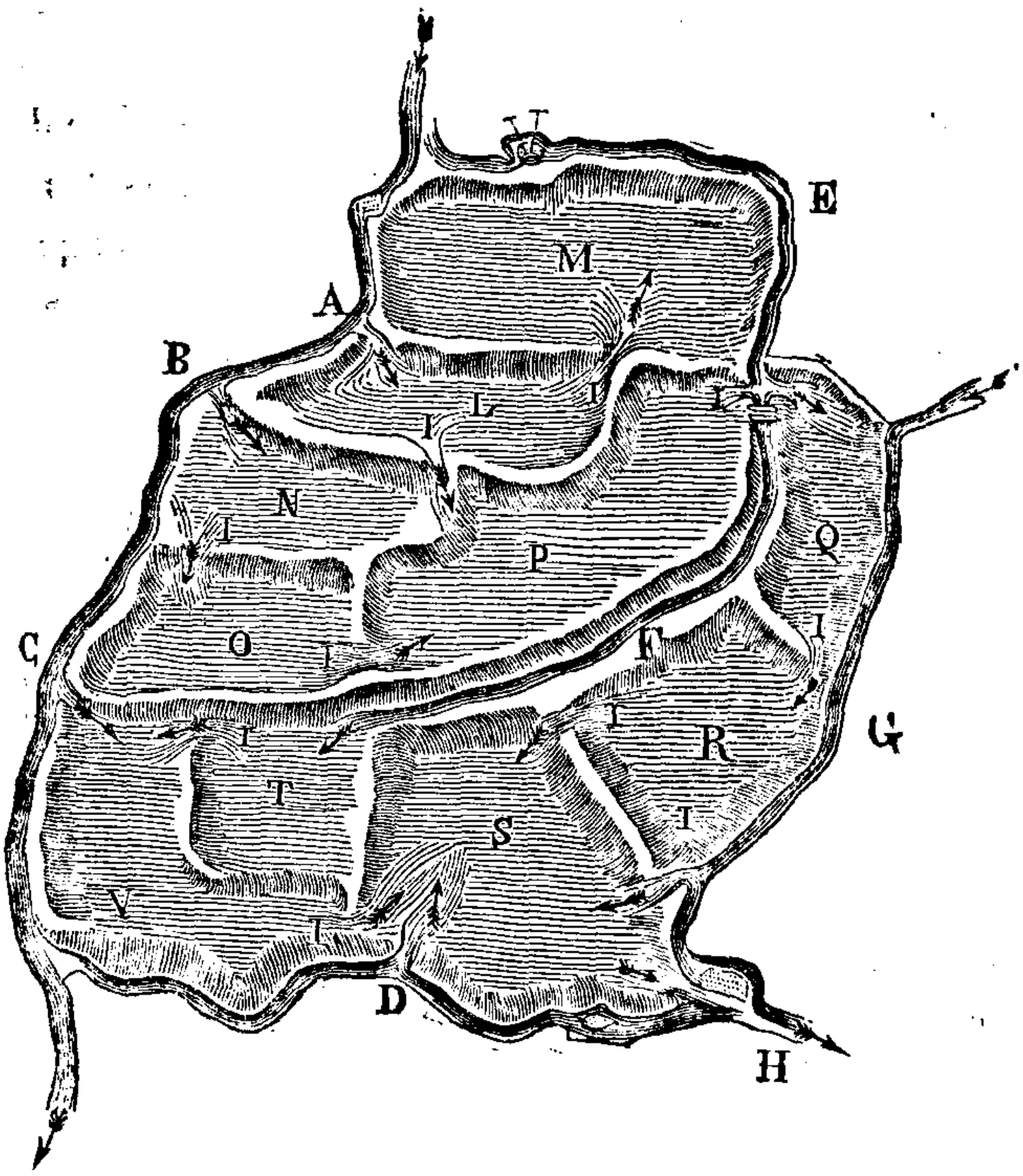
en le divisant par des fossés ; si cependant le terrain n'acquérait pas la solidité nécessaire, on serait réduit à le cultiver à la bêche.

Pour les rizières permanentes comme pour les rizières alternes, le premier soin doit être de former une ou plusieurs surfaces parfaitement planes pour que l'eau qu'on y introduit ne laisse aucune place à sec et aucune où l'eau demeure stagnante. Dans le premier cas, il ne germe pas ; dans le second, il languit et est sujet à la rouille. On commencera donc par niveler parfaitement la surface du sol de chaque champ ; si, étant étendu, on jugeait trop dispendieux d'en former une seule aire, on le diviserait en deux ou plusieurs portions mais dont chacune serait parfaitement horizontale.

Ce travail préliminaire terminé, on laboure la surface de la rizière, puis on procède à la construction des digues de retenue ; les unes longitudinales, qui doivent durer autant que la rizière et qui sont dirigées dans le sens des labours et du mouvement des eaux ; les autres transversales, coupant angulairement les labours et le cours des eaux, de manière que ces digues achevées, la rizière se trouve divisée en polygones plus ou moins réguliers. La grandeur de ces polygones est réglée principalement par la différence du niveau des plans qui se trouvent du haut en bas de la rizière ; on les multiplie dans ceux qui ont de la pente, sans quoi il y aurait trop de travail à les réduire en plan horizontal. L'étendue de ces subdivisions est aussi subordonnée à la considération que plus elles sont grandes, et plus les vagues soulevées par les vents sont élevées, fortes et capables de déraciner le riz quand, après sa sortie de terre, il tient à peine au sol par de faibles radicules : on voit quelquefois alors une tempête couvrir les digues de débris de plantes arrachées par les vagues. Enfin cette étendue est aussi réglée par l'abondance ou la disette d'eau dont on dispose ; il est plus difficile de la tenir à son niveau dans les petites divisions que dans les grandes. D'un autre côté, le trop

grand nombre de subdivisions augmente les frais, la difficulté du travail, et occupe inutilement un terrain précieux.

La hauteur des digues doit être de $0^m,16$ du côté supérieur du polygone, et de $0^m,60$ du côté qui correspond au plan inférieur. On leur donne $0^m,60$ à leur base et $0^m,16$ à leur sommet, parce qu'outre leur utilité pour retenir l'eau, elles doivent servir de chemin aux ouvriers pour parcourir en tout temps la rizière ; elles sont construites en terre prise à la partie inférieure du terrain. La rizière a alors une figure analogue à celle que nous mettons sous les yeux du lecteur (*fig.* 164).



Les digues terminées, on donne l'eau à la pièce supérieure ; elle doit s'élever à $0^m,12$. Quand celle-ci est remplie, on pra-

tique une ou plusieurs ouvertures de $0^m,22$ à $0m,32$ de largeur à la digue inférieure pour que l'eau pénètre dans la pièce immédiatement au-dessous ; quand celle-ci est envahie, on procède de la même manière pour remplir successivement les autres pièces, jusqu'à la dernière dont l'eau se rend dans un fossé d'écoulement. La rizière se trouve ainsi formée de petits étangs séparés par les digues. On profite de cette première inondation pour régulariser le nivellement des pièces de terre dont les défauts sont indiqués par le niveau de l'eau. Après la récolte, les digues transversales sont renversées, et on trace à la charrue de longs sillons qu'on tient ouverts pour servir à l'écoulement des eaux pendant l'hiver.

Le printemps venu, on fume la rizière, s'il y a lieu ; on lui donne un labour, puis on relève les digues transversales, et on la remplit d'eau à la hauteur de $0^m,05$; elle est prête alors à être ensemencée.

Le riz craint les terrains trop riches ou trop engraissés ; il est alors plus sujet à la rouille : aussi ne fume-t-on généralement que tous les trois ans, à moins que l'état des récoltes ne signale la maigreur du fond et des eaux et n'indique la nécessité d'une fumure plus fréquente. En Lombardie, on fume généralement avec 7,600 kil. de fumier ou 60 kil. d'azote par hectare. Le produit étant supposé de 40 hectolitres qui consomment 45 kil. d'azote, il manquerait au riz 30 kil. d'azote sur une fumure de deux ans et ils doivent lui être fournis par les eaux et l'atmosphère.

La quantité de semence varie selon les conditions dans lesquelles se trouve la rizière. Si le sol est tenace et la rizière neuve, on emploie $2^h,10$ de semence par hectare ; si la rizière est vieille, $2^h,8$ l'année où elle a été fumée. Cette dernière quantité est toujours nécessaire dans les terrains mous qui ne se cultivent qu'à la main.

Avant de la répandre, on place pendant 8 à 10 heures dans

un fossé plein d'eau les sacs qui renferment le riz destiné pour la semence, après quoi on les laisse égoutter. En avant du semeur marche un cheval tirant une lourde planche qui aplanit le terrain; le riz se répand à la volée dans cette eau trouble, et il est recouvert par le limon qui se dépose quand l'eau cesse d'être agitée. Les semailles commencent en avril et se continuent quelquefois jusqu'à la mi-juin, en Italie.

Pour échauffer l'eau et le terrain et favoriser la première germination, deux ou trois jours après avoir semé on abaisse l'eau de toute la rizière, de manière à ce que le sol en reste à peine couvert. Quand la plantule s'est développée et que les premières feuilles paraissent, on élève l'eau pour que le terrain ne se réchauffe pas trop. Cependant quand la rizière est sujette aux attaques de certains insectes qui détruisent le jeune plant (*apus cancriformis*, *nepa cinerea*, une teigne d'eau et la larve d'un frigane), on la met à sec pour les faire périr; mais, en général, on élève graduellement le niveau de l'eau depuis l'apparition des premières feuilles et à mesure de leur accroissement, si ce n'est quand elle est trop froide. On atteint ainsi le niveau *maximum*, qui doit être de $0^m,11$ à $0^m,16$. Si, pendant cette période, le vent vient à s'élever avec force, on baisse subitement le niveau de l'eau, et on n'en laisse qu'une couche peu épaisse sur le sol, pour que les vagues qui se formeraient ne puissent déraciner le riz.

Les mauvaises herbes tardent peu à paraître à la surface de l'eau; la plus fréquente et la plus dangereuse est le pied de coq (*panicum crus galli*). Le typha et le roseau sont des plantes vivaces qu'il faut chercher à extirper pendant l'hiver; mais le pied de coq multiplie beaucoup, croît avec le riz, et par la ressemblance de ses feuilles avec celles du riz trompe l'œil qui n'y est pas habitué et nuit beaucoup à la récolte. Le sarclage est donc absolument nécessaire; il se fait un peu avant que le riz ne montre ses tuyaux : il est exécuté par des femmes qui

entrent dans l'eau et arrachent à la main les plantes nuisibles. Cette opération est dispendieuse et très malsaine. Une rizière bien sarclée est délivrée des mauvaises herbes pour plusieurs années.

A l'époque de la végétation où les tiges du riz vont s'élancer, on le voit quelquefois languir et jaunir; alors on lui retire l'eau et on lui rend sa vigueur par l'action immédiate du soleil. D'autres fois il surabonde en feuilles qui prennent une grande élévation et une couleur vert foncé. Les agriculteurs ne sont pas d'accord sur le traitement qu'il faut appliquer à cet excès de végétation herbacée dont l'effet est de compromettre la formation de la graine; les uns donnent un cours plus rapide à l'eau pour qu'elle n'ait pas le temps de se réchauffer; d'autres, au contraire, arrêtent sa circulation pour qu'elle se réchauffe fortement et affaiblisse les plantes. Il est probable que les situations diverses recommandent l'un ou l'autre de ces moyens.

Ce moment passé, et si l'on jouit d'un courant d'eau non interrompu, il faut tenir l'inondation à toute sa hauteur par une introduction régulière et soutenue. Dans certains lieux on ne jouit de l'eau que par tours de six, huit, dix jours; il faut alors inonder la rizière dans ces intervalles, et ensuite fermer les issues pour arrêter l'eau dans les carrés le plus longtemps possible. L'expérience enseigne que le riz se maintient et croît bien, quoique baigné seulement par des irrigations périodiques et quoique la rizière reste à sec pendant cinq, six et huit jours d'une irrigation à l'autre, surtout si le terrain est argileux et tenace.

Avant que le riz ne forme ses panicules, si l on voit le champ se regarnir de panis pieds de coq (*giavone* des Italiens), il est encore temps de s'en débarrasser. A cet effet, on fait passer le long des sillons des hommes et des femmes qui, avec des faucilles, coupent au niveau des tiges de riz les tiges domi-

nantes de ce panis, en ayant soin de ne pas fouler les pieds de riz qui se rompent facilement et ne se rétabliraient plus.

Dans quelques pays on écime le riz quand il approche de sa maturité, en coupant avec la faucille les feuilles qui dépassent le chaume. Le but de cette opération est de retenir les plantes les plus avancées et de procurer une maturité plus égale; mais elle est abandonnée dans la plupart des pays de rizières où l'on se borne à l'écimage des panis.

Quand les panicules du riz s'inclinent et prennent une couleur jaune rougeâtre, on reconnaît qu'il est arrivé à sa maturité; alors le riz se rompt sous l'ongle sans conserver de liqueur laiteuse, les tiges et les feuilles jaunissent comme celles du blé. Mais toutes les plantes d'un carré ne mûrissent pas à la fois; il faut donc choisir, pour moissonner chaque carré, le moment où le plus grand nombre des plantes présente ces caractères, et attendre ce moment pour chaque carré en particulier. Le temps de la moisson arrive en Lombardie de la fin d'août à la fin de septembre. Les rizières à cultures alternes mûrissent avant celles qui sont perpétuelles, celles dont les eaux sont plus chaudes avant celles où elles ont une température moins élevée.

Le riz se coupe à la faucille; on le lie immédiatement en gerbes et on les transporte sur l'aire, où l'on en fait plusieurs gerbiers (meules de gerbes). On dépique le riz par le moyen des chevaux, d'après les méthodes que nous avons décrites; on peut aussi se servir de machines à battre. Une machine de ce genre, modifiée par Morosi et Colli, introduite en Italie, y rend de grands services en épargnant beaucoup de fatigue aux ouvriers dans le temps de la moisson, qui est aussi celui où sévissent le plus les fièvres intermittentes[1].

Une fois séparé de la paille et bien séché, le riz peut se gar-

(1) Giovanetti, *Du régime des eaux*, p. 159

der indéfiniment sans craindre les attaques des insectes. On le livre aux marchands, ou on le fait blanchir soi-même. Par cette opération, son volume est réduit de 0,39. On obtient en Lombardie des récoltes de 18 à 60 hectolitres de riz non dépouillé (*rizone*) par hectare, selon la situation et la qualité des terres. Les moindres récoltes sont celles qui sont arrosées par des eaux de fontaine ; les plus fortes, celles qui le sont par les eaux des canaux dérivés de rivières.

Dans certaines localités, comme dans les environs de Verceil, on fauche le chaume après la récolte du riz, mais il faut suppléer à ce détritus par des engrais plus abondants et plus fréquents.

L'assolement des rizières alternes varie beaucoup ; par exemple, après avoir semé trois années consécutives le champ en riz, on le dessèche, on le fume et on sème du maïs, suivi de froment et de seigle. Si l'on manque d'engrais, on se borne à lui donner une jachère, ou bien on sème après les trois années de riz une première année de froment, sur lequel on jette de la graine de trèfle, et l'on revient au riz après la récolte du fourrage, etc. Quelle que soit la combinaison culturale, les champs restent à peu près aussi longtemps en riz qu'en récoltes faites sur le terrain sec. Les rizières alternes donnent de plus grands produits que les rizières pérennes, mais aussi elles coûtent plus de frais, parce qu'il faut disposer le terrain et relever les digues à chaque rotation. Voici, au reste, les comptes donnés par Ferrario pour ces deux genres de cultures dans le voisinage de Milan.

COMPTE POUR UN HECTARE DE RIZIÈRES ALTERNES.

Labour, 3 journées d'un homme et d'une couple de bœufs à 5f30.	15f90
Construction de digues, 2 journées un tiers à 1f 50.	3,50
Égaliser le sol, retoucher et renforcer les digues après la première inondation, 1 journée et demie d'homme à 1f50. . .	2,25
A reporter. . .	2,165

Report. . . .	2,165
Et 4, 6 journées de femme à 1 fr.	4,60
Semer, un tiers de journée d'homme.	0,50
Sarcler, 7,6 journées de femme à 1f 35.	10,25
Moissonner, 11,45 journées d'homme à 1f70.	19,45
Charroi de la récolte, 0,75 journée d'un char à bœufs à 6 fr.	4,50
Dépiquage, 4 heures de travail des chevaux.	7,30
12 hommes pendant 4 heures.	9,10
Pour vanner, cribler, mettre en grenier, 7 journées à 1f50. .	10,50
Surveillant des eaux pendant toute l'année, 6f50 par hectare.	6,50
Semence, 2h,8 à 9f 35 l'hectolitre.	26,15
Jouissance de l'eau, un quart du produit brut supposé de 25 hectolitres par hectare.	70,00
Fumier.	75,00
Appréciation des risques par intempéries, le neuvième du produit brut.	48,00
	312,50

Produit.

Produit moyen de trois années, 50h,30 de riz à 9f 35.	470f30
Paille.	17.40
	487,70
Produit net.	175,20

COMPTE D'UNE RIZIÈRE PÉRENNE SUR UN FOND MARÉCAGEUX DE L'OLONNA.

Extirper les nénuphars et autres plantes aquatiques pendant l'hiver, et purger les fossés, 3 journées de femme à 0f75. .	2f25
Travailler le terrain à la herse et briser les mottes, 15 journées à 1f50.	22,50
Rehausser et réparer les digues, 3 journées.	4,50
Semer, sarcler, moissonner, battre, comme dans la rizière alterne.	61,60
Vanner, cribler, transporter en grenier (le produit étant moindre).	5,80
Surveillant des eaux.	6,50
Semence.	26,15
Engrais; comme dans ces fonds on supplée en partie au fumier par la terre tirée des fossés, seulement.	52,00
Eau d'irrigation. La dépense est moindre, 1° parce que ces rizières exigent une moindre quantité d'eau, celle-ci ne se perdant pas comme dans les terres sèches; 2° parce qu'on se sert, pour les arroser, des eaux à niveau bas qui ne peuvent arroser les fonds élevés, et qui sont d'un prix inférieur; on compte seulement.	35,00
Risques agricoles, un neuvième du produit brut.	32,50
	248,80

Produit.

30^{h},70 à 9^{f}85 (le riz se vend un peu plus cher que celui des rizières alternes, étant de meilleure qualité).	302,40
Paille.	17,30
	319,70
Produit net.	70,90

SECTION IV. — *Prix du riz.*

Il est assez difficile de calculer le prix réel du riz dans les terrains marécageux, parce que ces terrains donneraient probablement une rente très chétive s'ils n'étaient pas soumis à cette culture. Supposons que cette rente provenant de la coupe des roseaux fût de 10 fr. par hectare; nous trouverions, en ajoutant cette rente aux frais et en divisant par le nombre d'hectolitres obtenus :

$$\frac{249 + 10}{31} = 8^{f}35,$$

qui seraient le prix réel du riz recueilli de cette manière. Nous avons vu qu'il se vendait 9^{f} 85.

Pour les rizières pérennes, dont le terrain propre à l'arrosage serait susceptible d'une rente d'au moins 90 fr., nous aurions

$$\frac{90 + 312}{50} = 8^{f}04;$$

Il se vend 9^{f} 35.

Si nous recherchons son prix relativement à celui du froment, en comparant leur teneur en azote, nous aurons $1,96 : 1,20 :: 17 : x = 10^{f}41$, ou 47^{k},3 du froment. Ainsi le prix réel du riz décortiqué serait de 120 kil. de blé pour 100 kil. de riz, plus les frais de décortication, puisque ce riz n'est que les 0,39 du riz avec son écorce. Tous ces prix se rap-

prochent trop pour ne pas représenter la réalité de la situation [1].

Ainsi la culture du riz ne ferait que payer un faible excédant de la rente qu'on pourrait tirer du terrain dans un autre état, et son principal avantage consiste dans la suppression de la jachère. Il serait même facile de prouver qu'avec le secours de l'irrigation, le climat propre aux rizières et une agriculture bien entendue, il serait aisé d'obtenir des produits bien supérieurs sans faire courir aux populations les dangers qui accompagnent cette culture. Certes si les gouvernements exigeaient que les propriétaires de rizières fissent les frais du traitement des fièvres, de l'entretien des hôpitaux qu'elles nécessitent et qui sont du fait de cette culture ; s'ils exigeaient qu'ils vinssent au secours des veuves et des orphelins dont les maris et les pères ont succombé sous les coups de ces fièvres, tous ces prétendus bénéfices seraient dépassés de beaucoup; et cependant y aurait-il quelque chose d'injuste dans ces mesures qui donneraient le mal à réparer à ceux qui en sont les auteurs?

CHAPITRE IX.

Les millets (panics).

Les millets ont l'avantage de braver la chaleur et la sécheresse, de donner une paille abondante et délicate, une graine recherchée ; ils croissent jusque sur des sols sablonneux dont le défaut d'humidité éloigne toute autre végétation utile, dans des saisons chaudes pendant lesquelles aucun produit ne pour-

(1) Pour cet article, nous avons ajouté à nos propres souvenirs ce que nous ont offert les ouvrages suivants : *Vera Agricultura della Lombardia*, di V. Ferrario; Gouffier, *Mémoire de la Soc. d'agr. de Paris*, 1789, Printemps, p. 137; Saint-Martin Lamothe, *Mémoire de la Soc. d'agr. de la Seine*, t. VII, p. 210; Bürger, *Agriculture du roy. Lombardo-Vénitien*

rait se développer. Ils seront donc une grande ressource, soit qu'on veuille obtenir une récolte de terres légères en profitant du printemps, soit qu'on les cultive en seconde récolte sur toute espèce de terre en les semant en été.

On cultive principalement en Europe deux espèces de millets pour en recueillir la graine : le millet d'Italie (*panicum italicum*, millet à grappes), et le millet commun (*panicum miliaceum*). Il faut au millet d'Italie 1,900° de température moyenne et 2,650° de température moyenne au soleil pour mûrir. Le millet paniculé mûrit avec 1,360° de température moyenne à l'ombre et 1,850° au soleil. Le millet d'Italie rend un peu plus de grain, mais plus petit et moins estimé.

On ne sème ces plantes au printemps que quand les gelées blanches ne sont plus à craindre, et en été après l'enlèvement de la récolte céréale, dans les pays dont le climat permet encore d'espérer la somme de température exigée avant l'époque où la température moyenne descendra à + 13°.

La culture nécessaire consiste en un labour suivi d'un hersage; on sème à la volée 38 litres de grain par hectare dans les terres fortes et une quantité un peu moins grande dans les terres légères. Le semis doit toujours être fait le matin et le soir, avant ou après la chaleur du jour, et on doit recouvrir à mesure la semence qui a été répandue.

Si la sortie du grain a lieu sans que la surface de la terre soit battue par la pluie, on peut espérer un bon produit; mais si la pluie survient avant la sortie, la germination se fait mal, surtout dans les terres fortes, et la récolte est fortement compromise.

Le grand espacement du millet facilite la multiplication des mauvaises herbes et en ferait la plus détestable des cultures si l'on ne maintenait pas la terre dans un très grand état de propreté. Les binages sont la plus grande difficulté de ce produit. On donne le premier quand les plantes ont $0^m,05$ à $0^m,06$ de

hauteur, le second quand elles ont $0^m,12$ à $0^m,15$. Cette opération, faite avec une petite houe à la main (binette) à travers les plantes assez pressées, exige des ouvriers habitués à ce genre de culture. On espace en même temps les pieds des millets, de manière à ce qu'ils se trouvent à la distance de $0^m,10$ les uns des autres. Bürger dit que dans la Carinthie on fait les sarclages à beaucoup moins de frais au moyen de la herse; le premier coup enterre quelques plantes, mais lorsqu'on donne le second, les plantes sont assez enracinées pour résister à l'instrument.

Quand le millet est semé en seconde récolte, après la moisson de blé, le sarclage devient inutile, parce qu'il pousse dans une saison chaude qui ne permet pas aux plantes adventives de germer.

Dès que le plus grand nombre des graines est mûr, on coupe à la faucille, et avec précaution, pour éviter l'égrènement. On transporte immédiatement et sans fanage les tiges dans des voitures garnies de toiles. La paille se sèche au soleil et se resserre pour la nourriture du bétail.

Les produits communs du millet sont de 31 à 32 hectolitres pesant 70 kil., et se réduisant à 43 quand il est décortiqué. La proportion du grain à la paille est de 100 : 233. Le grain du millet étant très nourrissant, nous ne pensons pas qu'on puisse lui donner un chiffre d'azote moindre qu'au maïs, c'est-à-dire 2,00 pour 100 pour le millet complétement desséché, et comme il retient moins d'eau que le maïs et qu'il ne perd pas plus de 0,10 par la dessiccation, le millet à l'état normal contiendra 1,80 pour 100 d'azote. La paille, qui est une des meilleures, dose 0,96 à l'état sec et 0,78 à l'état normal. Nous aurons donc :

	Azote.
Par 100^k de millet à l'état normal.	1^{k}80
235 de paille.	1,81
	3^{k}61

Par conséquent l'hectolitre contient :

	Azote.
70k de grain.	1k26
163 de paille.	1,27
	2k53

On conçoit très bien, d'après cela, que cette plante ait été mise au nombre des plus épuisantes et qu'il lui faille des engrais très abondants ou des terres en très bon état. Une récolte de 32 hectolitres exige 81 kil. d'azote, ou 20,000 kilogrammes de fumier de ferme. D'après nos expériences, le millet s'empare de 0,61 de la fertilité de la terre; nous avons obtenu à plusieurs reprises 34 hectolitres par hectares de terre qui portaient 20 hectolitres de blé.

Le prix moyen du millet est de 14 à 15 fr. les 100 kil., ou 9 à 10 fr. l'hectolitre, c'est-à-dire que sur le marché 100 kil. de millet valent 53 kil. de blé. Si l'on compare cependant la valeur de ce grain à celle du froment, relativement à leurs principes azotés, nous aurons 196 : 180 : : 100 : 91,83. Ainsi 100 de millet vaudraient réellement 91,83 de froment. Son prix réel est donc inférieur à ses qualités nutritives : c'est une récolte qu'il faudrait consommer soi-même. Il en est de même de sa paille qui est excellente quand elle est bien séchée; les auteurs estiment, d'après l'expérience, son rapport nutritif à celui de la paille de blé de 360 : 250. Si celle-ci vaut 11 kilogrammes de froment, celle du millet en vaudrait près de 16 kilogrammes; mais c'est encore un article trop rare sur les marchés pour avoir un cours et qu'il faut réserver pour sa propre consommation.

On verra par le tableau suivant le compte réel qu'on peut établir pour la culture du millet; dans le cas où l'on se trouverait bien du hersage en remplacement du sarclage, il pourra être rendu plus favorable :

Dépense.

	Blé.
Un labour à 0m,25 de profondeur.	144k
Hersage double.	30
Semence.	3
Semis et hersage léger.	6
Deux binages à la main.	258
Sciage des tiges.	63
Battage et transport.	106
81 kil. d'azote.	542
Rente de la terre.	327
	1,479

Récolte.

	Blé.
32 hectolitres ou 2,240 kil. de millet.	2,062k00
5,129 kil. de paille.	820,64
	2,882,64

Ainsi l'on obtient l'équivalent de la valeur de 2,882 kil. de blé avec une dépense de 1,479 kil., ou de 100 kil. par 52 kil. La valeur du millet pour celui qui le consomme est donc de $\frac{52}{100}$ de celle du blé, et celui-ci étant à 22 fr. les 100 kil., celle du millet sera de 11f 44 et de 8f00 l'hectolitre, plus bas que celui du marché; mais c'est que nous avons admis aussi la consommation de la paille dans la ferme à un prix qu'on ne trouverait probablement pas au marché et qui est encore inférieur à sa valeur réelle.

On conçoit de quel avantage peut être cette récolte qui donne si promptement un si beau résultat, surtout dans les pays où l'on peut l'obtenir en récolte dérobée après celle du blé; mais cela n'est guère possible dans les climats chauds que si l'on peut, avant le labour préparatoire, donner une irrigation à la surface du sol et faire la semaille aussitôt que la terre a été ouverte et hersée, quand elle conserve encore assez d'humidité pour permettre à la graine de lever. Comme récolte de printemps, nous pensons qu'elle peut être suppléée plus avantageusement par les légumes farineux, les racines, et par le

maïs qui laisse la terre en meilleur état de propreté et de richesse.

CHAPITRE X.

Le maïs.

L'introduction du maïs a renouvelé et enrichi l'agriculture du pays où l'on ne cultivait de temps immémorial que des céréales sur jachère. On sait combien est petit le nombre des plantes sarclées qui, étant d'un débit certain, puissent donner du profit; ce problème a beaucoup occupé un de nos anciens et regrettables collègues, M. Morel de Vindé[1]; il a été résolu pour le nord au moyen de la betterave, quand on en a fait du sucre; par la pomme de terre, quand on en a retiré de l'alcool et de la fécule. Mais bien longtemps avant ces derniers progrès, le midi possédait le maïs, et les plaines de la Garonne, les vallées du Jura et la Lombardie doublaient leurs produits au moyen d'une plante qui permettait de nettoyer le sol et fournissait une nourriture abondante et économique à leurs populations. Le maïs commence en effet la série des plantes sarclées, série qui manque dans tous les pays arriérés où elle n'existe que par exception, et qui, dans ceux où elle est introduite régulièrement, est le couronnement et la gloire de l'agriculture. Mais, ne nous le dissimulons pas, les plantes sarclées sont toutes des plantes épuisantes à un degré plus ou moins grand, et leur alternance prolongée avec les céréales deviendrait une véritable calamité agricole si elles ne mettaient pas sur la voie d'une augmentation du bétail et des ressources propres à le nourrir. C'est par cette nécessité d'accroître la masse des engrais que ces plantes, qui peuvent d'abord

(1) *Mémoires de la Société centrale d'agriculture*, 1822 et 1823.

être regardées comme un inconvénient pour les terres appauvries, deviennent immanquablement plus tard, par les avantages qu'elles procurent, par la répugnance que les cultivateurs éprouvent pour y renoncer une fois qu'ils les ont appréciées, par l'impossibilité d'en continuer la culture sans augmenter les moyens de fertilisation, un moyen actif pour se livrer conjointement avec elles à la production des fourrages. C'est ainsi que se complètent les assolements réguliers, comme nous le verrons dans la suite de ce traité.

Le maïs a pour les pays méridionaux dont le sol est frais ou arrosé la même importance que la pomme de terre pour ceux du nord; mais il a de plus l'avantage d'être par lui-même une nourriture complète, possédant à la fois tous les éléments azotés et carbonés, tandis que la pomme de terre n'est qu'une nourriture insuffisante si elle n'est pas associée à d'autres éléments qui possèdent les principes qui lui manquent. On consomme le maïs soit en bouillies épaisses (*gaudes*), soit en pâte bouillie (*pollenta*), soit en pâte cuite au four (*milias*); enfin on en fait du pain avec l'addition de farine de froment. On croit que la maladie de la *pellagra*, fréquente dans les pays où l'on se nourrit de maïs, provient de l'usage de sa farine attaquée de moisissure. Les paysans lombards se nourrissent bien au moyen d'un kilogramme et demi de farine de maïs et d'un peu de fromage.

SECTION Ire. — *Variétés de maïs.*

Les variétés de maïs sont très nombreuses, et on en peut voir la description et la figure dans le bel ouvrage de M. Bonafous (*Traité du maïs*); mais elles ne sont pas toutes également productives : quelques-unes sont très tardives et ne conviennent pas à notre climat. Nous nous bornerons à indiquer ici celles qui pourraient être cultivées avec avantage en Europe.

A. Variétés à grain jaune.

1° *Maïs d'été.* Grain jaune orangé; épi de 12 à 14 rangées de 30 à 35 grains; 100 épis produisent $7^{k},4$ à $8^{k},9$ de grains. Le poids moyen de l'hectolitre est de 78 kil.; la tige s'élève à $1^{m},12$. Il mûrit avec 3,350° de chaleur totale (chaleur moyenne, le maximun observé au soleil), comptée au-dessus de 12°,5 de température moyenne, à l'ombre.

2° *Maïs d'automne.* Ce maïs est plus tardif que le précédent et ne se recueille que dans l'arrière-saison. Son grain est jaune orangé vif; son épi, dont l'axe est plus gros que celui du précédent, présente 10 à 12 rangées de 35 à 40 grains; 100 épis donnent $12^{k},5$ de grains; l'hectolitre pèse $75^{k},5$; sa tige s'élève à 2 mètres : il mûrit avec 3,800° de chaleur totale.

3° *Maïs quarantain.* Il est ainsi appelé à cause de la rapidité de sa végétation qui, dans les conditions les plus favorables, ne s'accomplit cependant pas à moins de 80 jours. Son grain est jaune pâle; ses épis de 8 à 10 rangées de 24 à 28 grains; 100 épis rendent 5 à 6 kil. de grains; le poids de l'hectolitre est de 75 kil.; sa tige s'élève de $0^{m},60$ à $0^{m},70$. Le quarantain, semé pendant plusieurs années au printemps, prend les dimensions du maïs d'été, mais garde un peu de précocité. Sa farine est moins savoureuse que celle des précédents. Il exige 3,300° de chaleur totale. Dans le midi de la France, on le sème vers le 20 juin pour le récolter en fin d'octobre.

4° *Maïs nain* (à poulets). Grain jaune clair; l'épi n'a souvent pas plus de $0^{m},08$ de longueur; il offre 8 à 16 rangées de 20 grains; 100 épis rendent $3^{k},3$ à $3^{k},7$ de grain. L'hectolitre pèse 78 kil.; sa tige s'élève de $0^{m},43$ à $0^{m},48$. Il est précoce, mais moins que le quarantain, et exige 3,600° de chaleur totale pour mûrir. Il y en a deux variétés à grain pourpre et à grain blanc, qui ne diffèrent en rien de la variété que nous venons de décrire.

5° *Maïs de Pensylvanie.* Grains aplatis, très gros; jaune clair; épi aminci à sa partie supérieure, portant 8 à 10 rangées bien alignées de 50 à 60 grains; 100 épis donnent 14 à 18 kil. de grain. Le poids de l'hectolitre est de 75 kil.; sa tige, d'un beau vert, s'élève de 2 mètres à $2^{m},50$. On dit qu'en Amérique elle atteint $5^{m},80$. En Piémont on a vu jusqu'à 14 épis sur un pied. Cette variété est beaucoup plus tardive que les précédentes; elle exige 4,400° de chaleur totale pour mûrir, mais à la longue elle finit par ne plus avoir dans nos climats que 12 à 15 jours de retard sur la variété du maïs d'été.

6° *Maïs à bec.* Le grain est terminé en forme de bec; c'est un maïs dont la végétation est aussi rapide que celle du quarantain et qui est plus productif.

B. Variétés à grain blanc.

7° *Maïs blanc tardif.* Grains blanc terne; épi de 10 à 12 rangées bien alignées de 35 à 40 grains; 100 épis donnent $9^{k},25$ de grain; l'hectolitre pèse 75 kil. C'est exactement le congénère du maïs d'automne jaune; il lui ressemble par sa taille et par la lenteur de sa maturité.

8° *Maïs de Virginie.* Cette variété à grains aplatis rappelle le maïs de Pensylvanie. Son épi porte de 6 à 8 rangées de 45 à 50 grains. Il est tardif comme le maïs de Pensylvanie, mais c'est un des plus productifs.

Les variétés rouges rappellent celles que nous venons de citer, mais ne sont cultivées que par curiosité.

SECTION II. — *Parties constituantes du maïs.*

Nous venons de voir que le maïs récolté en Piémont pèse de 75 à 76 kil. l'hectolitre; selon M. Pommier, celui qu'on vend

à Paris venant de la Bourgogne ne pèse que 67 à 68 kil. l'hectolitre ; 1 hectolitre contient 227,000 grains.

Bürger a trouvé qu'une récolte de 37 hectolitres lui avait donné :

En grain.	2,775k
tiges.	2,734
spathes.	739
rafles (axes des épis).	1,334

ou pour 100 kil. de grain :

206	de tiges.
26	de spathes.
48	de rafles.

M. Payen a trouvé dans le grain de maïs :

Amidon.	71,2
Gluten et albumine.	12,3
Huile grasse.	9,9
Dextrine et glucose.	0,4
Ligneux.	5,0
Sels.	1,2
	100,0

L'analyse immédiate ayant donné à M. Boussingault 2,0 d'azote pour 100 du grain de maïs à l'état sec, elle confirme celle de M. Payen, qui a trouvé 12,3 de gluten et d'albumine.

Sprengel a trouvé que le grain du maïs contenait :

Parties combustibles.	Potasse.	Soude.	Chaux.	Magnésie.	Fer.	Acides phosph.	Acides sulfur.	Chore.	Silice.	Albam	Oxyde de manganèse.
96,015	0,189	0,004	0,652	0,236	0,004	0,054	0,106	0,006	2,708	0,006	0,20

La tige sèche du maïs ne conserve que 0,24 d'azote, et à son état normal 0,19 pour 100.

SECTION III. — *Engrais.*

D'après l'analyse que nous venons de tracer, on jugera que si le terrain manquait de l'élément calcaire, il faudrait le lui fournir en chaulant et marnant le terrain. Ce besoin explique

aussi les bons effets du plâtrage de cette plante. Ils ont été signalés en Amérique et en France par les expériences de M. de Villèle. La richesse du maïs en potasse indique aussi que les engrais alcalins lui conviennent beaucoup; il faut que les fumiers en soient imprégnés, surtout après les récoltes des céréales et des pommes de terre. C'est aussi ce qui rend compte des résultats avantageux de l'écobuage dans cette culture, et cette observation conduisit Bürger à une expérience qui ne laisse point de doute à ce sujet. Il choisit dans un champ maigre, épuisé et souillé de mauvaises herbes, un espace de 32 mètres carrés. C'était une terre argileuse, profonde et friable. Il y brûla, le 26 avril, 56 kil. de tiges de maïs en quatre petits tas placés les uns près des autres. Il faisait un peu de vent; la combustion fut très rapide, et, craignant que les cendres fussent dispersées, il les fit couvrir de terre dès que la flamme fut éteinte. Le feu avait cuit à rouge quelques mottes de terre. Le 28 avril, il fit répandre très également les cendres sur 32 mètres carrés et les enterra par un léger labour; le même jour il y sema diverses variétés de maïs pour comparer leur réussite avec celle des mêmes variétés qu'il avait fumées. Au 15 septembre tous les maïs étaient mûrs, excepté ceux de Philadelphie et du *Canada;* là où tous les tas de terre avaient été brûlés, les tiges étaient très élevées. Par exemple, le maïs de Virginie avait $2^{m},75$ de hauteur au lieu de $1^{m},60$ que prend cette espèce, et chaque tige portait deux épis au lieu d'un seul. Le maïs bergamasque (maïs d'été) était aussi beau qu'il pût être; ses épis avaient 18 à 22 rangées de 27 à 30 grains. Dans l'ensemble de la pièce de terre où s'était faite la combustion, il aurait été difficile de remarquer aucune différence en grosseur de tiges et production d'épis avec la partie de la terre voisine qui avait été fumée. La quantité de tiges brûlées sur cet espace était, à la vérité, bien supérieure à ce qu'il aurait pu produire, en supposant la récolte très abondante. 32 mètres carrés

avaient produit 26 kil. de tiges, et on en avait brûlé 56. Mais si l'on pouvait fumer, sans aucun mélange d'engrais, par cette combustion la moitié de l'espace consacré à la récolte, l'avantage serait prodigieux.

Il est fort difficile de déterminer la quantité d'engrais réellement nécessaire au maïs, défalcation faite de ce qu'il peut emprunter à l'atmosphère. Bürger obtenait en Carinthie les plus grands produits connus en Europe de la récolte de cette plante : 71 hectolitres par hectare. Il croyait que pour 1 hectare de terre maigre et épuisée, il fallait employer 140,000 kil. de fumier représentant 560 kil. d'azote. Lui-même donnait à ses terres 116,600 kil. de fumier, ou 466 kil. d'azote ; dans les terrains en bon état, et pour une rotation entière, il conseillait 70,000 kil. de fumier ou 280 kil. d'azote ; bien entendu qu'il ne fumait que tous les quatre ans. Il y pourvoyait dans sa ferme avec une tête de bétail pour 57 ares. La consommation d'une vache moyenne ne reproduisant que 65 kil. d'azote, nous aurions 456 kil. tous les quatre ans, ce qui se rapproche en effet de 460 kil. qu'il annonçait. Trois années de céréales donnent 60 hectolitres de blé et 71 hectolitres de maïs, ne consommant que 232 kil. d'azote. En nous rendant compte de l'emploi d'une telle fumure, nous ne concevons pas le moyen de l'épuiser en quatre ans, si ce n'est par des récoltes industrielles dont Bürger ne parle pas. Nous ne croyons donc pas que cette surabondance d'engrais, qui au reste ne peut être fournie que pour des soles extérieurs, puisse être recommandée, à moins d'assolements plus prolongés ou de cultures spéciales. On peut obtenir d'aussi beaux résultats à moins de frais.

Si nous passons à un autre extrême, nous allons voir ce qui se passe en Piémont. M. Bonafous nous apprend qu'on y fume les terres tous les quatre ans avec 24,342 kil. de fumier par hectare, et on prend sur cette fumure une récolte de maïs,

deux récoltes de blé et une récolte de seigle, suivies d'une récolte de maïs quarantain ou de millet. Cette quantité de fumier dosant 0,80 pour 100, comme nos fumiers du midi, représente 195 kil. d'azote.

Les trois récoltes de céréales peuvent s'évaluer à 48 hectolitres et prenant au sol 98 kil. d'azote. Il reste donc 97 kil. d'azote pour la récolte du grand maïs donnant en moyenne, sur les terres non arrosées, $22^k,4$, et pour celle du petit maïs $11^h,2$; total, $33^h,6$ qui consomment $51^k,4$ d'azote. Si l'on considère que le fumier peut ne pas doser 0,80, comme nous l'avons supposé, on verra que les agriculteurs piémontais ont proportionné l'engrais à la consommation de leurs récoltes, en laissant leurs terrains dans un état plutôt progressif que stationnaire; mais aussi l'ensemble des récoltes de céréales est loin de donner tout ce qu'elles pourraient donner avec des fumures mieux réparties.

Dans d'autres pays, on plante le maïs à poquets, et on dépose le fumier qui lui est destiné dans les poquets en même temps que la semence. C'est le procédé suivi généralement en Amérique. Dans le bas de la vallée du Pô, on fume aussi le maïs à poquets, ou, si l'on sème sous raie, on place le fumier dans la raie. Selon Bürger, on fume 57 ares avec la charge de 8 brouettes de fumier pesant 40 kil., ce qui donne 561 kil. de fumier par hectare dosant $4^k,49$ d'azote. On recueille ainsi 11 hectolitres de maïs par hectare qui consomment 20 kil. d'azote. Il est évident que ces terrains doivent être déjà fort riches, car on ne peut pas supposer que le maïs prélevât $15^k,5$ d'azote à l'atmosphère.

Si l'on examine les méthodes suivies par les meilleurs cultivateurs de maïs, on se convaincra qu'on n'obtient de pleines récoltes que dans les terres richement fumées. Nous avons vu la quantité d'engrais dont disposait Bürger, et les Piémontais sèment le maïs en première récolte et sur la fumure; cela doit

nous faire penser que l'aliquote de l'engrais qu'il absorbe ne doit pas être portée au delà de 37 pour 100 de l'engrais total. Visant, comme nous le faisons toujours, au maximum de récolte, ou à 71 hectolitres par hectare absorbant chacun $1^{k},53$ d'azote, nous aurons donc par sa fumure 293 kil. d'azote, ou 73,200 kil. de fumier de ferme. Si la récolte est beaucoup inférieure à ce qu'on attend, comme cela est probable; si, par exemple, on n'obtient que 38 hectolitres de grain qui consomment 58 kil. d'azote, il en restera 235 kil. pouvant produire en première récolte 30 hectolitres de blé, en laissant un reste. Il y aurait donc peu à ajouter pour pousser le blé à son maximum.

L'avantage de la culture du maïs sous ce point de vue consiste dans l'abondance du produit qu'on peut obtenir en lui consacrant beaucoup d'engrais, et en ce qu'il ne verse pas comme le froment, qui s'arrête à un maximum relativement beaucoup plus bas, et qui varie beaucoup selon les terrains et les climats.

Mais cette quantité d'engrais ne peut pas être donnée entièrement avec le fumier pailleux; quand on fume fortement, le fumier doit être consommé, autrement le contact de ces matières hygroscopiques dessèche le sol en attirant à elles toute l'humidité; de plus elles tiennent le sol trop soulevé. Si la saison est sèche et qu'on ne puisse pas disposer de l'irrigation, on voit souvent les récoltes manquer sur ces terrains trop fortement chargés de fumiers pailleux.

SECTION IV. — *Culture du maïs.*

Quand les terres où l'on veut cultiver le maïs ont de la consistance, on doit les ouvrir profondément avant l'hiver; les gelées ayant ameubli la terre, on y répandra le fumier et on l'enterrera par un labour de $0^{m},15$ de profondeur. On attendra

ensuite la première pousse des herbes pour donner un coup d'extirpateur ; si la terre se garnit de nouveau avant l'époque des semailles, on donne un second coup. Enfin, le moment de semer étant arrivé, quand la température moyenne à l'ombre a atteint 12°,5 et qu'on ne peut plus s'attendre à des gelées, on procède à cette opération.

On aura réservé pour les semences les plus beaux épis de maïs venus sur les pieds les mieux garnis; on a coutume de n'employer que les grains du milieu, en rejetant ceux du haut et du bas. Cette pratique est-elle fondée sur l'expérience, ou n'est-elle qu'un simple préjugé?

Les grains choisis sont immergés dans l'eau, et on écarte ceux qui surnagent. Comme les grains sont fort gros, que la quantité semée est très petite, que les animaux en sont très friands et que les vides dans la plantation seraient fâcheux, on a cherché divers moyens pour les préserver de la destruction. Le meilleur nous a paru être de les saupoudrer de plâtre quand ils sont encore humides ; Schwerz nous apprend que c'est celui qu'on emploie le plus souvent en Alsace. On se sert aussi à cet effet de la décoction de coloquinte ou d'hellébore blanc (*veratrum*). Ces procédés préservent les grains avant leur germination de la voracité des rats, mais il y a des larves qui attaquent les racines et détruisent le maïs à peine germé. Le seul moyen de les combattre consiste dans les bons labours faits avant l'hiver qui mettent les œufs et les larves d'insectes à découvert. Les expériences de M. de Boning, président de la Société d'agriculture de Vienne, ont prouvé que le chaulage était impuissant pour préserver le maïs de son charbon (*uredo maydis*). D'après celles de M. Th. de Saussure, la graine du maïs, comme d'autres céréales, est susceptible de reprendre plusieurs fois le cours de sa végétation interrompue par le dessèchement après le développement du germe.

Le semis fait à la volée exige ensuite tant de soins pour

éclaircir et espacer ces plantes, qu'on doit y renoncer. Les plus parfaits sont ceux qui sont faits au plantoir ou en poquets; on peut aussi semer sous raie ou au semoir. Dans tous ces cas, il faut prendre garde de ne pas trop enfoncer la semence.

Bürger a fait des expériences sur la profondeur à laquelle il fallait la mettre; il a trouvé que les grains enterrés à

$0^m,027$	sortaient	le 8e jour.
$0^m,040$	—	9e.
$0^m,054$	—	10e.
$0^m,067$	—	11e.
$0^m,080$	—	12e.
$0^m,093$	—	13e.
$0^m,108$	—	14e.

Les grains recouverts de $0^m,135$ à $0^m,145$ avaient germé en terre; mais 24 jours après la semaille, ils avaient encore une couche de $0^m,080$ à percer pour parvenir à la surface; à $0^m,108$, qui est la profondeur assez ordinaire du sillon dans le semis sous raie, il faut à la plante 14 à 15 jours pour se montrer dans les printemps chauds, et 18 à 20 dans les printemps froids. Les plantes sont faibles et maladives. Il semble donc qu'on ne doit pas excéder la profondeur de $0^m,03$ à $0^m,05$.

Le maïs doit être semé en allées pour pouvoir faire passer les instruments entre les plantes. On donne différentes largeurs à ces allées et différents écartements au grain dans la ligne. Bürger croit que les allées de $0^m,65$ de largeur et les plantes écartées de $0^m,32$ dans la ligne sont un espacement suffisant pour que le soleil et l'air pénètrent bien la plantation (2080^{cq} par tige); que d'ailleurs chaque pied de maïs vient fort bien quand il occupe une surface de $1^{mq},50$ dans la terre où le maïs prend une hauteur ordinaire, et $1^{mq},70$ dans celle où il prend un grand développement. Il a éprouvé que là où il y avait 89 tiges sur 16 mètres carrés (1685^{cq} par tige), il y avait 75 grandes et belles tiges, 10 plus petites à épis incomplets; 4 tiges por-

taient deux épis et 17 tiges étaient doubles. Là où il y avait 96 tiges sur 16 mètres carrés (1666^{cq} par tige), il trouvait 101 épis, dont 81 beaux, 13 petits et 8 mauvais; 5 tiges portaient deux épis et 12 tiges étaient doubles. Il en concluait que lorsque de trois en trois plantes on en voyait de doubles, le champ n'était pas semé trop épais. En Alsace les allées ont 0^{m},96 d'écartement et les plantes sont à la même distance dans les lignes (9216 ^{cq} par tige); mais c'est qu'on sème d'autres végétaux entre les plantes : le maïs n'est pour ainsi dire que l'accessoire. Schwerz voudrait espacer les plantes dans la ligne de 0^{m},64 (6144 ^{cq} par plant). C'est encore un bien grand espace occupé par la récolte; mais placé à l'extrémité de la région, il craint que sans cela le maïs ne mûrisse pas dans les années humides. En Languedoc, les allées ont 0^{m},81 de largeur et les grains sont espacés de 0^{m},54 à 0^{m},65 dans les lignes (4374 ^{cq} à 5265 ^{cq} par plant). Des expériences faites par M. Lanous de Castres, et rapportées par M. de Villeneuve [1], tendraient à montrer que les allées de 1^{m},80 de largeur donneraient plus de produit que celles qui n'en auraient que 0^{m},90; ayant semé 10 hectolitres de froment sur une terre qui avait produit du maïs espacé à 1^{m},80, il avait récolté 161 hectolitres, et seulement 90 hectolitres dans une autre terre où il était espacé à 0^{m},90, et que cependant il avait recueilli $\frac{1}{5}$ de plus de maïs dans la première que dans la seconde terre. Il attribuait ce résultat aux labours plus parfaits qu'il avait pu donner à la première. Cette expérience aurait besoin d'être répétée, car cette différence peut tenir à de tout autres causes, à la nature du sol, aux engrais antérieurs, etc. Dans les espacements pratiqués, nous voyons que le plus grand, celui d'Alsace, nous donne seulement 10,855 plants par hectare, et le plus faible, celui proposé par Bürger et usité en Carinthie, 48,077

(1) *Manuel d'agriculture pratique*, 2^{e} édition, t. I^{er}, p. 378.

plants. Il faudrait que, dans le premier cas, le maïs eût près de cinq fois plus de grains que dans le second pour que les deux récoltes fussent égales; ce qui paraît bien difficile.

En semant, on met deux ou trois grains de maïs à chaque place que le plant doit occuper. Les allées sont dirigées du nord au midi pour que le soleil frappe les pieds de maïs le plus longtemps possible. Ce principe ne doit être modifié que dans les situations en pente qui, en exigeant des labours du levant au couchant, laisseraient cependant arriver les rayons solaires aux plants par leur situation amphithéâtrale.

A peine sorti de terre, le maïs ne tarde pas à émettre ses racines coronales dont l'origine est même quelquefois hors de terre. Il a beaucoup de propension ensuite à en former de nouvelles, partant des nœuds inférieurs de la tige. C'est une indication pour leur donner des buttages en le cultivant. Dès que les plants ont $0^m,15$ de hauteur, on donne la première culture avec la houe à bras, la houe à cheval ou l'extirpateur; en même temps on enlève les plants surnuméraires, ne laissant plus que les mieux venant à chaque place. On sème du maïs quarantain à toutes les places vides; cela vaut mieux que de repiquer du plant qui réussit mal, et on fossoie le tour des plants qui n'a pu être atteint par l'instrument.

On repasse la houe ou l'extirpateur, en leur donnant plus d'entrure quand les plantes ont acquis $0^m,25$ de hauteur; enfin quand elles atteignent $0^m,32$, on les butte soit avec la houe, soit avec le buttoir; cette opération est répétée quinze jours plus tard. En Alsace on fait quatre binages à la main qui coûtent 363 kil. de froment (80 fr. selon Schwerz).

Dans les très bonnes terres le maïs talle de ses nœuds inférieurs, et à l'approche de la floraison, il pousse des rameaux dont les épis n'ont pas le temps de mûrir. Bürger pense qu'il est assez indifférent pour le succès de la récolte de retrancher ces rameaux ou de les laisser croître en paix; ils peuvent cepen-

dant fournir certaines ressources pour la nourriture du bétail.

L'écimage des épis mâles se fait après la fécondation de l'épi femelle. On reconnaît qu'elle est accomplie quand les pistils commencent à sécher et à noircir. Cette opération fournit un fourrage vert excellent. Un hectare bien garni, comme l'entend Bürger, donne l'équivalent de 1,200 kil. de foin sec. On coupe la tige qui porte l'épi mâle immédiatement au-dessous de l'épi. Dans quelques pays on enlève aussi les feuilles inférieures; il est inutile de dire que cette opération est défavorable à la maturation de l'épi femelle. Bürger a trouvé que les grains étaient retraits sur les plants qui avaient subi cette opération. Quant à l'opération de l'écimage en elle-même, sauf l'avantage d'en retirer de la nourriture pour le bétail, elle ne sert qu'à mettre l'épi à découvert et peut être utile dans les pays froids; mais elle est sans utilité dans les pays chauds, où on la néglige sans inconvénient quand les bras sont rares et chers. Passé les quinze premiers jours, les cimes qu'on enlève commencent à durcir et sont moins nourrissantes.

Les vents violents peuvent déraciner les tiges du maïs parvenu à tout son développement et très pesant de la tête, surtout si les plants ont été mal buttés. Quand cela arrive, on les redresse à la main et on les butte au pied.

Le maïs est parvenu à sa maturité quand les spathes sèchent par le haut; mais comme il n'est pas sujet à s'égrener, on peut en retarder la récolte et la faire à sa commodité. On détache l'épi en rompant son support; 26 femmes suffisent pour récolter 1 hectare en un jour. Transportés à la ferme, les épis sont dépouillés de leurs spathes, et on les étend sur l'aire pour les faire sécher. Dans les pays pluvieux et froids, dans ceux où l'espace manque dans les bâtiments, on retrousse les spathes et on s'en sert pour lier trois ou quatre épis ensemble; on les suspend alors sur des poutres ou à l'abri des avant-toits pour les préserver de la pluie. C'est alors un bel aspect que celui des fermes du

pays de Lucques dont les murs sont couverts de cette moisson d'or. Ce travail surrérogatoire qu'exige le liage des épis et leur suspension exige encore une journée de femme par hectolitre de grain. Dans les pays encore plus sujets à l'humidité, comme dans la Franche-Comté, on fait sécher les épis au four.

Soit qu'on sépare immédiatement les spathes ou qu'on le fasse plus tard, ils sont un excellent fourrage sec qu'on peut faire consommer, quand d'ailleurs on n'en trouve pas de débouché dans les villes où l'on s'en sert pour garnir les paillasses et où on les vend alors jusqu'à 10 fr. les 100 kil.

On coupe enfin les tiges ras du sol et on les lie en gerbes ; on en fait des faisceaux, de sorte qu'elles ne nuisent pas à l'action de la charrue, en attendant qu'elles soient sèches et prêtes à être transportées. On les empile ensuite pour s'en servir soit à nourrir le bétail, soit à faire de la litière.

Les épis suspendus se sèchent d'eux-mêmes jusqu'à l'époque où l'on veut les égrener ; mais il n'est pas sans inconvénient de mettre en tas ceux qui ont été desséchés rapidement sur l'aire. La rafle renfermée sous les grains conserve longtemps son humidité. Il faudrait d'ailleurs des espaces considérables de terrain pour étendre ainsi une grande récolte ; si l'on ne dépique pas immédiatement après cette première dessiccation, on mettra les épis dans des magasins bien aérés, en couches peu épaisses et fréquemment remuées, sans quoi le maïs contracterait un goût désagréable. En Amérique et en Hongrie, on construit de grande cages élevées de quelques pieds de terre et soutenues sur de larges pierres plates, pour que les rats ne puissent y aborder. Elles sont formées de lattes minces ; on leur donne 6 mètres de longueur sur 1 mètre de largeur, et on les fait aussi hautes qu'on le juge nécessaire ; elles sont recouvertes d'un toit à double pente : les épis de maïs s'y conservent parfaitement secs. Bürger parle d'une de ces cages qu'on nomme *kosh*, établie chez le comte Erdody, près de Varadin, qui avait

80 mètres de longueur sur 1 mètre de largeur et 6 mètres de hauteur, recouverte d'un toit de paille. On pourrait facilement et économiquement les construire en fil de fer dans les pays où le bois est rare.

On égrène le maïs au fléau quand les épis sont parfaitement secs. Selon Bürger, quatre batteurs dépouillent 13 hectolitres de maïs dans une journée de neuf heures. Il faut que la couche d'épis sur lesquels on bat soit assez épaisse pour que les grains ne s'écrasent pas. Si le maïs n'est pas assez sec, on l'égrène en raclant les épis sur une lame de fer. Il faut alors le double de travail pour égrener la même quantité de grains. M. Bonafous a construit un égrenoir pour le maïs, et en a donné la figure dans son grand ouvrage. Il dit que l'expérience a constaté qu'on en obtenait une grande économie de temps et de forces[1].

Section V. — *Cultures associées au maïs.*

Le grand espacement qu'on donne aux tiges de maïs laisse le terrain à découvert pendant toute la première période de sa croissance et jusqu'à ce qu'elles soient assez élevées pour l'ombrager ; aussi lui associe-t-on presque partout des plantes dont la maturité soit assez précoce pour s'achever avant l'époque où le maïs leur déroberait le soleil, ou assez tardives pour qu'elle ait lieu après son enlèvement. Ce sont le plus souvent les haricots, les citrouilles, les pommes de terre, la betterave, le chanvre. Nous parlerons en leur lieu de la culture de ces plantes; nous nous bornerons à dire ici qu'elles doivent être semées dans la direction des lignes, en laissant les allées libres, et qu'après chaque buttage il faut avoir soin de les dégager de la terre qui a pu les recouvrir.

(1) Voyez aussi *Mémoires de la Société royale d'agriculture*, 1833, page 256.

Les haricots grimpants ont besoin de tuteurs qui causent un grand embarras dans les cultures, et quoiqu'on leur en fournisse, ils s'entortillent encore aux tiges du maïs qu'ils gênent dans sa croissance; la récolte est successive et exige qu'on passe et repasse souvent dans le champ. Ce n'est jamais dans une grande culture qu'on pourra les recommander; mais dans les petites, ils paraissent être une des plantes qui donnent le plus de produit, si l'on en juge par la fréquence de son association au maïs.

Les haricots nains ne présentent pas les mêmes inconvénients; parmi ceux-ci, le dolique unguiculé est des plus robustes et des plus productifs dans les pays où le maïs mûrit de bonne heure, et le haricot suisse dans ceux où il mûrit tard. Bürger, dans ses récoltes soignées du maïs, recueillait 11 hectolitres de haricots sur 1 hectare; Schwerz nous dit qu'en Alsace on en recueille 6 hectolitres.

Les citrouilles, les pastèques sont fréquemment cultivées dans les champs de maïs; leurs tiges ne s'étendent qu'après le buttage, et elles mûrissent après la récolte du maïs. A l'époque de sa croissance automnale, la betterave se trouve aussi débarrassée du maïs.

Il est bien tard pour planter les pommes de terre quand on sème le maïs, à moins que ce ne soit dans un terrain frais; d'ailleurs ce tubercule souffrirait de l'ombre projetée par les tiges de maïs.

En Alsace, on sème du chanvre en lignes claires ou en petites touffes dans l'intervalle des pieds de maïs pour se procurer de la graine bien nourrie.

Section VI. — *Maladies du maïs.*

Réservant toujours à d'autres mains ce qui concerne les insectes nuisibles aux plantes, nous nous bornerons à parler ici

des parasites végétaux qui attaquent le maïs, c'est-à-dire du charbon et de l'ergot.

Le charbon du maïs (*uredo maydis*) attaque tantôt la tige à l'aisselle des feuilles, tantôt les fleurs mâles, tantôt les grains mêmes du maïs. La partie attaquée grossit et prend la forme d'une tumeur charnue ; elle se remplit ensuite d'une poussière noirâtre, inodore et fort abondante. Ces tumeurs ont depuis la grosseur d'un pois ou d'une noisette, quand elles attaquent les fleurs mâles, jusqu'à celle du poing et au delà quand elles attaquent la tige ou le grain ; lorsqu'elles sont parvenues à maturité, l'épiderme qui les recouvrait se rompt au moindre choc et laisse échapper sa poussière. On trouve cette maladie dans les champs de maïs situés dans les lieux humides ou arrosés, et surtout dans les années pluvieuses (De Candolle). Cette excroissance déforme la plante et nuit à l'accroissement de l'épi ; le chaulage a été reconnu inefficace contre la reproduction de cette plante. Le remède le plus sûr, c'est l'extirpation de ces tumeurs à mesure qu'elles apparaissent.

L'ergot des grains de maïs, qui se présente en forme de cône allongé greffé sur une sphère, n'est commun qu'en Amérique, où il a été observé par M. Roulin.

SECTION VII. — *Valeur réelle et vénale du maïs.*

Le prix réel du maïs consistant dans ses frais de production, nous avons dû, par une pleine récolte résultant d'une bonne culture, chercher notre modèle chez l'homme qui l'a faite avec le plus de soin ; c'est le docteur Bürger, auteur d'un traité classique sur le maïs.

Nous donnons, dans le tableau suivant, les détails de sa culture faite sur un journal de Vienne, et réduite à nos mesures métriques et en valeur de froment :

Détail des travaux.	Pour un journal de Vienne. Nombre de journées chevaux.	hommes.	femmes.	Valeur en froment.	Pour un hectare.	Selon nos données. Pour un hectar.
1806. — Novembre.						
22 et 23. Pour rompre le champ après les raves.	2	1	»	17k02		84 k
1807. — Avril.						
14. Extirpation.	0 1/2	0 1/2	»	5,74		30
17. Labour en travers. . . .	2	1	»	17,02		67
20. Herser.	0 1/2	0 1/2	»	5,74		15
21 et 22. Charrier le fumier. . 27 et 28. Enterrer le fumier. .	2 1/2	1 1/4	»	21,28		80
29. Passer la herse renversée pour semer.	0 1/2	0 1/2	»	5,74		15
30. Couvrir au râteau les grains découverts.	»	»	1 1/2	4,47		8
1er mai. Première culture à la houe à cheval.	0 1/4	0 1/2	»	4,36		30
27. Nettoyer les intervalles des plants.	»	»	3 1/2	9,68		57
22 juin. Deuxième cult à la houe.	0 1/4	0 1/2	»	4,36		46
1er juillet. Butter les plants. .	0 1/4	0 1/2	»	4,36		46
2, 3, 4. Relever et déterrer les plants de maïs et de haricots penchés ou trop profondément enterrés, nettoyer les lignes.	»	»	5	14,90		30
8. Butter une seconde fois. .	0 1/4	0 1/2	»	4,36		46
13 et 19 août. Arrach. les haricots.	0 1/2	1	10	38,52		60
1er septembr. Battre les haricots.	3 1/2	»	»	19,35		32
Du 22 sept. au 5 octobre. Enlever les épis du maïs et les charrier.	2	1	14	58,74		100
Effeuiller et emmagasiner. .	»	»	28	83,44		148
3 et 5 décembre. Transporter en grange, battre et vanner. .	»	12	»	71,52		128
Totaux. . .	15 »	20 3/4	62	390k60	690k10	1017k

	Par journal de Vienne.	Par hectare.	Par hectare d'après nos données.
Produits du tableau ci-dessus. .	390k60	690k10	1017k00
Pour semences de maïs, 60 litres par journal. .	5,70	10,00	10,00
Semences de haricots.	12,00	21,00	21,00
Engrais pour une récolte de 38h,2 de maïs et de 6h,27 de haricots; ci 82k,21 d'azote.	551,00	973,00	973,00
0,30 de la récolte brute, pour frais d'administration, impôts, direction, etc.	979,14	1728,90	1370,39
	1938,44	3423,00	3391,39
PRODUITS :			
38h,2 de maïs, ou 2,865 k., valant 0,73 du blé. .	2091,45	3695,12	3695,12
473 k. de haricots.	470,00	830,00	830,00
7,400 k. de paille de maïs.	660,00	1167,60	93,98
	3221k45	5692k62	4619k10

Nous obtenons l'équivalent de 4,619 kil. de froment avec une dépense de 3,391 kil., ou 100 kil. de froment avec une dépense de 73 kil. Le maïs coûte donc les 0,73 du froment, poids pour poids, et on sait que le maïs d'Italie, à égalité de volume, a presque le poids du froment. Or, d'après le prix de la mercuriale d'Udine de 1800 à 1822, il se vend 17 f 49, tandis que le froment vaut 24 fr. Ces deux nombres sont aussi dans les prix relatifs de 73 : 100. A Paris, où le maïs ne pèse que 68 kil., tandis que le froment pèse 76 kil. l'hectolitre, leurs prix relatifs devraient être de 65 : 100.

Cette culture est moins avantageuse que le froment, qui n'exige que 53 de frais par produit de 100, mais elle rend la terre plus nette, mieux préparée aux cultures subséquentes que cette récolte. Elle donne le moyen de pouvoir les continuer sans intercalation de jachère qui mettrait les frais généraux de l'année de repos au compte de la récolte des céréales. Nous devons donc considérer le maïs comme une plante très précieuse et qui serait difficile à remplacer dans les situations spéciales qui lui conviennent. La preuve en serait, au reste, dans la persistance avec laquelle les populations où elle a été introduite s'attachent à sa culture, quoiqu'elle ne se fasse pas toujours dans les meilleures conditions.

Si, en employant la formule que nous avons indiquée au chapitre du blé, nous voulons, au reste, connaître la récolte qui donne le pair des frais, nous aurons :

$$100 = Q - 1048 - \left(\frac{Q \times 2{,}17}{100}\right) \times 6{,}7 + 3{,}38 \times 6{,}7 - Q \times 0{,}30$$

D'où

$$Q = \frac{1025}{0{,}56} = 1830 \text{ k de froment,}$$

à 1,590 kil. de maïs, dont la paille équivaut aux $\frac{8}{40}$ ou 277 kil. de froment ; reste pour le grain 1,313 kil., qui font $17^{h},5$ de maïs. On voit qu'une récolte de 22 hectolitres, tels qu'on les

récolte en Piémont, donne aux cultivateurs un petit avantage; mais le plus grand qu'ils en retirent, et qui fait continuer cette culture, c'est la suppression de la jachère et la netteté qu'elle procure aux terres.

Si l'on compare ensuite les facultés nutritives du maïs à celles du froment, on se rend mieux compte encore de cet entraînement des populations méridionales pour sa culture; les expériences agricoles confirment ce que nous apprend leur teneur en azote : ces deux grains sont entre eux dans le rapport de 200 : 229, ou comme 100 : 87; or, comme le maïs ne coûte que 73, c'est une nourriture à bon marché. En Italie, l'habitude de cet aliment est si forte, que lorsque la récolte vient à manquer, on voit les habitants le payer à un prix supérieur à celui du blé [1]. On sait aussi que le maïs renferme une huile grasse en assez grande quantité, 8,8 pour 100. C'est la plus forte proportion de matières grasses qu'on trouve dans les végétaux; aussi ce grain est-il très favorable à l'engraissement du bétail. Tous les pays à maïs sont célèbres pour leurs volailles, témoin la Bresse et le Languedoc.

Bürger attribue aux tiges du maïs une valeur un peu inférieure à celle de la paille de blé, 8k,93 de froment les 100 kil., tandis que celle du blé en vaut 11 kil. Ces tiges, difficiles à sécher, sont par cela même sujettes à la moisissure, et d'ailleurs leur dureté ne les rend pas propres à faire un très bon aliment. Alors elles ne peuvent plus être employées que comme litière, et leur teneur en azote ne leur donne pas une valeur de plus de 1k,27 de froment. Les spathes sont un fourrage supérieur à la paille de blé; elles ont d'ailleurs une valeur plus élevée en raison de leur usage spécial, mais elles sont en petite quantité; les rafles ne peuvent être considérées que comme un combustible. Ainsi en totalité nous aurions, pour une récolte de 100 kil. de grain :

(1) Bürger, *Voyage en Italie*, traduction française, p. 52.

100 k.	maïs, valant. .	73k00 de blé.
206	tige.	2,62
26	spathe.	3,64
		79k26 de blé.

CHAPITRE XI.

Le sorgho (holcus sorghum).

On cultive plusieurs sorghos pour en obtenir la graine qui est très abondante : ainsi le *sorgho saccharin*, le *sorgho doura* qui fournit la principale nourriture des peuples de l'Afrique. Malgré l'abondance de leurs produits, aucun d'eux ne peut lutter contre le maïs dont ils exigent le climat ; mais le sorgho à balai (*holcus sorghum*) l'emporte sur le maïs même à cause du prix qu'on attache à ses panicules dépouillés de grains, et qui servent, comme l'indique son nom français, à faire des balais. Partout où l'on a des terres riches, des alluvions de rivières qui en renouvellent sans frais la fécondité, et un marché ouvert pour en écouler les produits, le sorgho est une des cultures les plus avantageuses qu'on puisse faire.

Si les terres où l'on veut semer le sorgho sont fortes, il faut les ouvrir avant l'hiver ; sinon on peut ne les labourer qu'à l'entrée du printemps ; on herse, on fume et on enterre le fumier par un nouveau trait de charrue. L'énorme quantité de matière que fournit le sorgho indique assez que la fumure doit être abondante si on veut obtenir une bonne récolte et au moins égale à celle du maïs. On aplanit ensuite la terre au moyen du rouleau, et on sème en lignes espacées de $0^m,90$ dans un sillon tracé par le plus léger des araires. Lorsque les plants sont sortis et ont acquis $0^m,03$ à $0^m,04$ de hauteur, on les éclaircit de manière à laisser entre les tiges une distance

de $0^m,06$ à $0^m,08$. On fait deux ou trois binages pendant le cours de la végétation de la plante, pour maintenir les allées nettes.

Le sorgho exige comme le maïs 4,000° de chaleur moyenne, le maximum observé au soleil, pour parvenir à sa maturité. Dans le midi de la France, on sème en avril et on récolte en septembre. Quand les grains sont arrivés à maturité, on coupe le sorgho avec une faucille à $0^m,75$ au-dessous de sa panicule; il restera donc en terre les deux tiers de sa tige qui parvient à $2^m,25$ de hauteur et quelquefois à 4 mètres. Après avoir battu les panicules sur l'aire, les balais sont rangés en paquets et livrés en cet état aux marchands.

La culture la plus étendue de cette plante se fait dans les terres d'alluvions du Rhône, dans lesquelles les inondations peuvent parvenir et en renouvellent la fertilité. Ces terres produisent 4,200 à 4,300 kil. de balais par hectare, qui sont vendus 30 à 40 fr. les 100 kil., et en outre 51 hectolitres de graine; enfin les tiges qui restent en terre en sont arrachées pour servir de litière et quelquefois de combustible. Le prix de la graine est un peu inférieur à celui de l'avoine; elle est recherchée pour nourrir la volaille. Ainsi l'on peut obtenir d'un hectare un produit de 1,700 à 1,800 fr., sans compter les tiges qui ne se vendent pas. Dans ces conditions, le sorgho est la plus riche culture possible.

Nous n'avons pas encore d'analyse de cette plante, et nous ne pouvons indiquer que par conjecture l'épuisement où elle laisse le sol. D'après son prix, le dosage de sa graine ne devrait pas s'éloigner de celui de l'avoine, c'est-à-dire qu'elle contiendrait 1,77 pour 100 d'azote; si la partie de sa tige qu'on exporte a le même dosage que la tige de maïs (0,19 pour 100 d'azote), et si nous les comparons par leurs tailles respectives, $0^m,75$ et $1^m,12$, nous aurons par 100 kil. de grain :

$$\frac{206\,\text{k.} \times 0,75}{1,12} \text{ de tige, ou } 138\,\text{k.}$$

Ainsi, nous avons

100 k. de grain. .	1k77	d'azote.
138 tige. . . .	0,26	
	2k03	

Mais on a

51 hect. de grain, pesant 2,244 k., donnant 39k00 d'azote
Tige 3,096 donnant 8,05

47k05 partie exportée.

Si l'on rend à la terre, sous forme de fumier, la partie de tiges non employées, on voit que la perte est peu considérable, puisqu'elle ne présente qu'une récolte de 21 hectolitres de froment. Ce qui la rend plus sensible, c'est l'enlèvement du reste des tiges représentant 16 kil. d'azote, et celui des racines qu'on arrache aussi, et qui en représente au moins 8; c'est donc alors 71 k. d'azote, ou l'azote qui pourrait nourrir 32 hectolitres de froment, qu'on fait disparaître du sol. Voilà dans quelles proportions le sorgho peut appauvrir la terre. Voici le détail numérique de cette culture :

Premier labour.	84k	froment.
Deuxième labour, pour enterrer le fumier, et charroi.	80	
Rouler.	15	
Semer.	20	
Nettoyer les intervalles des plantes et éclaircir.	57	
Trois binages.	138	
Récolte.	100	
Battre et mettre en paquet. . . .	50	
47 k. d'azote.	314,09	
Frais généraux et rente.	327,00	
	1185k09	

PRODUITS.

51 hect. de grain 45/100 de froment.	1743k	de froment.
4200 k. de balais, à 35 f., ou 159 k. de froment le cent.	6678	
	8422,00	
Dont. . . .	1185,09	
Reste net. .	7236k91	de froment.

Il est évident que l'élévation de ce produit dépend d'un véritable monopole amené par la situation des terres capables de soutenir cette culture, et la proximité des marchés.

DEUXIÈME CLASSE.

LÉGUMES (PLANTES LÉGUMINEUSES CULTIVÉES POUR LEURS SEMENCES).

Nous avons établi dans la mécanique que la nourriture complète de l'homme devait être composée d'éléments sanguifiables et d'éléments carbonés dans une proportion telle que l'azote y soit la quinzième partie du carbone[1]. Nous avons vu ensuite que parmi les céréales, qui font en général la base de cette nourriture, le meilleur froment seul présente cette proportion, de sorte qu'il peut devenir une nourriture complète sans être obligé d'y ajouter, d'une part, des substances carbonées, comme quand on se nourrit de viandes qui contiennent 8 de carbone contre 1 d'azote, ou des substances azotées, comme quand on se nourrit de pommes de terre qui contiennent 29 de carbone contre 1 d'azote. Les froments peu riches en gluten et en albumine, et les autres céréales, exigent aussi un supplément azoté. Partout où la race humaine est parvenue à un certain degré d'aisance et de développement, une proportion analogue est observée, en mettant toujours en rapport les proportions des deux ordres de substances alimentaires avec celles de la respiration et de la nutrition correspondantes au genre de travaux auxquels les forces des habitants sont appliquées et au climat qu'ils habitent. Comme presque tous les

(1) Lisez un quinzième, au lieu d'un cinquième, à la p. 55 de ce volume.

aliments végétaux excèdent en carbone, on recherche partout les suppléments azotés qui doivent compléter la nourriture. En Irlande, c'est le lait qui accompagne la pomme de terre; en Allemagne, le lard et les choux : le lait et le fromage servent aussi d'auxiliaire au maïs; enfin ce sont les semences légumineuses qui renferment 1 d'azote pour 10 de carbone, la légumine qui remplace le gluten étant plus riche en azote que ce dernier (18 à 19 pour 100 d'azote, au lieu de 16).

Le midi surtout, pauvre en fourrages et en bestiaux, trouve dans les légumes le supplément le plus naturel à sa nourriture végétale; les semences de légumineuses sont sa véritable viande. Le régime de ses habitants, quand il n'a pas pour base le pain riche en gluten ou des pâtes faites avec la farine de blé dur (*macaroni*), comprend habituellement les légumes tels que la fève, le haricot, la lentille; leur usage était général et habituel chez les anciens. On n'a pas encore déterminé à quel principe on doit attribuer les vertus excitantes de ces graines. Elles portent une action spéciale sur les intestins, où elles déterminent un état particulier de phlogose caractérisé par la constipation et la production de vents. Ce principe, dont nous ne jugeons que par ses effets, paraît surabondant dans les graines de certaines légumineuses. Ainsi le fenugrec est considéré comme un médicament dans les débilités intestinales; les vesces et les gesses le possèdent aussi à un haut degré. Les progrès de l'éducation des animaux et l'abondance de la viande ne laissent plus aux légumes qu'une petite place sur la table des personnes aisées, où elles en tenaient une grande jadis; mais le peuple, et surtout le peuple du midi, a conservé ses usages. Les légumineuses ont une très large part dans la consommation de ces contrées, et la facilité de leur débit, les avantages de leur culture dans les terrains qui y sont propres, les rendent précieuses aux agriculteurs dans la combinaison de leurs assolements.

Les légumineuses ont donc pour principale propriété de concentrer dans leurs graines une grande proportion de principes azotés; elles surpassent à cet égard les céréales les plus riches en gluten et en albumine. Elles exigent à leur naissance une terre richement fumée; mais dès qu'elles ont développé leurs organes foliaires, elles savent si bien attirer et s'approprier les gaz fertilisants de l'atmosphère, que le dosage de leurs produits surpasse quelquefois de beaucoup celui de l'engrais du sol, propriété précieuse, puisqu'elle fournit les moyens d'obtenir de riches produits avec une consommation relativement petite des principes de l'engrais.

Ces plantes présentent toutes une assez forte proportion de chaux, et prospèrent particulièrement quand cette substance leur est fournie graduellement et d'une manière continue. Le plâtrage leur est très favorable. Le lupin, qui semble exiger des terrains ocreux, est aussi très sensible au plâtrage. Elles redoutent les terres dans lesquelles se trouve la moindre trace d'acidité, et quand on en trouve de pareilles, il faut les chauler ou les marner pour obtenir une bonne récolte de légumes.

On a remarqué que, cultivées sur certains terrains et en particulier sur ceux sur lesquels le plâtre répandu sur les prairies artificielles ne produit aucun effet, les graines légumineuses durcissaient à la cuisson au lieu de se ramollir, et qu'on ne peut les manger qu'après les avoir pelées et mises en purée, ou en les faisant cuire avec un alcali (un petit sachet de cendre mis dans le pot). On a beaucoup différé sur la nature de ces terrains; les uns ont trouvé qu'ils abondaient en parties calcaires; Schwerz a prétendu au contraire que les pois ne cuisaient pas quand ils étaient cultivés sur des sols privés de chaux : il dit aussi que les pois plâtrés résistent à la cuisson. Si l'on ajoute à ces caractères que les légumes durcissent aussi quand on les fait cuire dans l'eau séléniteuse, on se convaincra que la cause de ce phénomène est une incrusta-

tion de sulfate de chaux qui pénètre leur peau et la rend imperméable. Quand on veut obtenir des légumes cuisant bien, il faut donc se garder de les cultiver sur des terres contenant des sulfates.

Quant aux procédés de culture, le maïs nous a servi de transition entre celle des céréales et celle des légumineuses; comme le maïs, elles sont en général cultivées en ligne et deviennent ainsi des récoltes sarclées.

CHAPITRE Ier.

Les haricots.

C'est par les haricots que nous commencerons le détail des légumineuses; la première raison de cet ordre, et la plus faible sans doute, c'est l'association habituelle de cette plante avec le maïs. Mais une autre raison qui nous semble décisive, c'est que les autres légumineux paraissent prélever en grande partie, si ce n'est en totalité, leurs principes gazeux sur l'atmosphère; qu'ils n'épuisent pas le terrain et quelquefois lui laissent, par leurs chaumes et leurs racines, plus qu'ils ne lui ont pris, tandis que le haricot puise dans le sol, comme les céréales, les éléments azotés de son organisation, et que par conséquent il se rapproche de celles-ci par la quantité d'engrais qu'il faut lui consacrer.

Le haricot est avec le pain de froment la base de la nourriture des populations françaises du sud-est, mais son usage est répandu partout parmi les populations pauvres qui y trouvent un aliment économique et très nourrissant.

On en cultive plusieurs espèces et variétés qu'en suivant les traces de M. Vilmorin nous placerons dans deux divisions: 1° les

haricots ramés, dont la tige grimpante a besoin d'un appui pour se soutenir; et 2° les *haricots nains*, dont la tige ne s'élève pas et qui n'ont pas besoin de tuteurs. Nous ne ferons mention ici que des espèces productives propres à être cultivées en grand.

§ 1. Haricots ramés.

1° *Haricot de Soissons*. Graine blanche, plate, grosse. Très cultivé dans le nord de la France.

2° *Haricot sabre*. Graine plate, blanche, de moyenne grandeur; gousses très allongées et recourbées. Sa tige s'élève beaucoup, et il lui faut une forte ramanée. Cette espèce est très productive et se mange en vert et en sec.

3° *Haricot de Prague*. Grain rond, rouge, violet; tardif; ne mûrit pas toujours dans le nord. Il est très productif, mais s'élève beaucoup et demande à être ramé très haut.

Il y en a une variété dite *bicolore* et une autre dite *jaspée* qui sont fort estimées.

4° *Haricot de Lima* (*phaseolotus lunatus*). Grain très gros, épais, blanc sale; gousse large, courte, chagrinée. Espèce d'un grand produit, s'élevant beaucoup; maturité tardive, qui quelquefois ne s'accomplit pas dans le nord.

Il y a une variété dite *du Cap*, dont le grain est aplati, plus large et taché de rouge.

5° *Dolique à onglet* (dolichos unguiculatus); mongette ou banette des Provençaux. Son grain porte une tache noire. Cette espèce est d'un bon produit.

§ 2. Haricots nains.

6° *Haricot de Soissons nain*. Grain semblable à celui du Soissons ramé; hâtif.

7° *Haricot nain blanc*. Graine blanche, petite, aplatie; fait une touffe grosse et très ramifiée.

8° *Haricot sabre nain.* Excepté la forme de sa cosse, semblable au précédent ; graine plus petite.

Ces deux espèces ont leurs gousses attachées très bas, traînant à terre, et ne doivent pas être placées dans les terrains humides.

9° *Nain blanc d'Amérique.* Grain petit, blanc, un peu allongé. La gousse un peu arquée se colore en rouge brun. Touffe grosse et ramifiée. Très fécond.

10° *Haricot solitaire.* Grain rouge violet, marbré de blanc. Touffe très forte, très ramifiée. Très productif.

Les haricots aiment particulièrement les terrains frais; il faut donc les semer sur une culture profonde[1]. Dans les sols légers et secs des provinces méridionales, on ne peut compter sur leur récolte qu'avec le secours de l'irrigation, surtout pour les grandes espèces. Celles qui se passent le mieux de ce secours sont les haricots nains et les dolics.

Soit en raison de la nature plus coriace de leurs feuilles, moins propres que les feuilles charnues à absorber les gaz atmosphériques, soit par toute autre que nous ignorons, le haricot épuise la terre dans laquelle on le cultive, et diffère ainsi des autres légumineuses.

L'hectolitre de haricots pèse 77 kil.; la teneur de la graine est de 4,30 d'azote pour 100 à l'état sec et de 3,91 à l'état normal. Sa paille pèse à peu près le même poids que le grain, et dose 1,60 d'azote pour 100 à l'état sec et 1,00 à l'état normal. Nous avons donc :

Pour 100 k. de haricots. .	3k91 d'azote.
100 k. de paille. . .	1,10
	5,01
Et pour un hect. 77 k. de grain. .	3k02
77 k. de paille. .	0,77
	3,79

(1) *Culture des plantes à grains farineux*, p. 371 et 378.

Bürger ayant semé pendant trois ans des haricots sur le même terrain qui avait reçu une fumure médiocre de 20,000 kil. de fumier dosant 80 kil. d'azote, et qui, après les récoltes précédentes, devait en posséder encore 93 kil.; total : 173 kil., obtint :

La première année. .	16 hect.	disons.	60k52 d'azote.
La deuxième année. .	20		75,80
La troisième année. .	7		26,87
			163k19

Après la deuxième récolte, il ne restait en terre que 37 kil. d'azote pouvant produire 10 hectolitres de haricots. On n'en a obtenu que 7 hectolitres. L'épuisement de la terre était évident. La supériorité de la seconde récolte nous montre que cette plante aime l'engrais consommé.

Le haricot mûrit avec 1,400° de chaleur moyenne, le maximum observé ua soleil, depuis le commencement de sa végétation.

D'après ce que nous avons dit, la destination agricole de cette plante est d'occuper au printemps les terres fraîches ou arrosées; en été, après les moissons, les terrains arrosés et même les terrains secs, si des pluies suffisantes tombent à la fin de cette saison, et si à cette époque on peut espérer encore la somme de chaleur nécessaire à sa maturité.

La culture du haricot se fait ou en lui consacrant entièrement le terrain, ou en l'associant à une autre culture.

Quand on veut semer spécialement le haricot au printemps, on prépare la terre avant l'hiver par un labour de 0m,25; la récolte *maximum* obtenue étant de 50 hectolitres (Bürger) par hectare, on lui donne un engrais contenant 186 kil. d'azote (46,500 kil. de fumier de fane). En Alsace on parvient à un rendement de 29 hectolitres pour les haricots semés seuls. On sème à poquets, au plantoir ou sous raie. Dans ce cas on place des semences en laissant un sillon vide entre deux

sillons semés; la charrue est suivie de deux femmes qui disposent trois ou quatre graines à $0^m,16$ les unes des autres; elles ne doivent pas être enterrées de plus de $0^m,05$.

Les intervalles indiqués sont trop peu considérables pour qu'on puisse cultiver les haricots à la houe à cheval; mais cette méthode ferait perdre trop de place, et la récolte en serait fort amoindrie. Ce qu'on obtient de plus en serrant les plantes compense bien au delà les frais des binages à la main; mais par là aussi la culture des haricots est principalement appropriée aux pays populeux où l'on peut facilement trouver des ouvriers.

Si l'on peut disposer de l'eau d'irrigation, on arrose par infiltration chaque fois que la terre cesse d'être fraîche à $0^m,05$ de profondeur, en faisant entrer l'eau dans les intervalles des allées légèrement creusées à la houe à la main [1], ou bien chaque fois que les mauvaises herbes se montrent dans les intervalles.

Quand les tiges des haricots grimpants commencent à s'élever et à vouloir s'entortiller les unes aux autres, on leur met la rame qui consiste à placer obliquement de mètre en mètre trois menues branches, de manière qu'elles se réunissent par leur sommet comme quand on fait un faisceau d'armes. Cette opération augmente singulièrement le produit du champ. Le bois qui n'est que de la ramée propre à ce fait se retrouve après la récolte.

Quand le plus grand nombre des gousses a séché sur plante, on coupe la tige près de sa base, et on la transporte à la ferme où on la bat au fléau.

Les semis d'été se font dans le midi immédiatement après la moisson, dans le terrain qu'on peut inonder à cette époque. Deux jours après l'inondation on donne un labour, un hersage, et puis on sème.

(1) Tome I, première édition, p. 477; deuxième édition, p. 442.

Le haricot, considéré comme culture accessoire, se place dans les champs de maïs, et on sème alors un haricot auprès de chaque pied de maïs. Le semis des deux graines doit être simultané. On choisit alors les haricots ramés auxquels la tige du maïs sert de tuteur. Le haricot profite de l'engrais et des cultures destinées au maïs. On sème aussi le haricot nain dans les vignes bien tenues et dont le terrain est riche, dans les vergers et les plantations de mûriers, après le premier binage de la vigne; mais on n'emploie ainsi que les haricots nains. On sème indifféremment le haricot ramé ou le haricot nain dans les intervalles des planches de garance.

En Alsace on parvient à un rendement de 6 hectolitres pour les haricots semés dans le maïs; en Carinthie on obtient 37 hectolitres de maïs et 9 hectolitres de haricots avec un fumier dosant 120 kil. d'azote. Or, nous avons la consommation suivante :

37 hect. de maïs. . . .	56k61	d'azote.
9 hect. d'haricots. . .	34,11	
	90,72	

On voit que cette fumure est très suffisante et que la récolte laisse encore la terre en bon état.

Le prix de marché du haricot est à peu près celui du froment, tandis que par leurs facultés nutritives ces deux grains sont comme 2 : 1. Cette différence vient de ce que le haricot, ne pouvant jamais entrer qu'en une certaine proportion dans la nourriture, est moins demandé que le froment. C'est le sort de toutes les nourritures supplémentaires, comparées aux nourritures bases, d'avoir une valeur vénale moindre que ce que comporteraient leurs propriétés nutritives.

La valeur réelle de la paille serait, d'après sa teneur, de quatre fois celle de la paille de blé, mais nous ne connaissons pas d'expérience tentée pour la connaître réellement; sa texture ligneuse nous fait supposer cependant qu'elle est fort in-

férieure, pour la nourriture des animaux, à celle des pois. Nous nous contenterons, dans le compte suivant, à la comprendre comme litière et pour sa teneur en azote. Le prix réel du haricot, tel qu'il résulte de ses frais de culture, est le suivant :

CULTURE SPÉCIALE DU HARICOT.

Un labour de 25 cent. dans un terrain moyen.	158 k. de blé.
Pour une récolte de 30 hect. de haricots, 114 k. d'azote.	763
Second labour pour enterrer le fumier. . .	84
Hersage.	15
Semis sous raies.	57
Deux binages à la main.	92
Récolte.	60
Ramer les haricots.	250
Frais généraux et rente.	327
	1706 k. de blé.

Produits.

30 hect., ou 2310 k. de haricots, dont il faut déduire 1h,5 pour la semence.	2194 k. de blé.
2310 k. de paille, contenant 23 k. d'azote. .	154
	2348

Ainsi on obtient l'équivalent de 2,348 kil. de blé avec 1,706 kil., ou 100 kil. pour 73 kil. de blé.

CULTURE ACCESSOIRE DU HARICOT.

Supposons, pour partir d'un point déjà connu, que le haricot soit cultivé avec le maïs, et qu'il suive dans son produit la proportion que nous avons indiquée de 9 hectolitres de haricots contre 37 hectolitres de maïs.

Les haricots ne coûtant ici d'autres frais que les binages à leurs pieds et l'engrais, nous aurons donc :

2 binages, 8 journées.	47k20
Engrais pour 693 k. de haricots.	227
	274,20
Profit.	418k80
Le produit.	693

Nous avons donc 693 kil., plus 693 kil. de paille valant 46 kil. de blé, ou en totalité 739 kil. pour 274^{k},20 de blé, ou 100 kil. pour 27 kil. de blé. Mais les cultivateurs ne calculent pas tout à fait ainsi; ils pensent que l'addition des haricots dans le terrain n'augmente pas ou augmente très peu les frais de culture; ils ne s'aperçoivent pas de la consommation d'engrais faite par le haricot : ils le regardent donc comme une récolte obtenue gratuitement. Aussi une grande partie de ces légumes nous vient de ces cultures accessoires, et on cultive principalement le haricot en culture spéciale sur des terrains bornés, dans le but d'en consommer une partie en vert, ou en seconde récolte, après la récolte du blé, pour lui faire consommer l'engrais dont le blé n'a pris qu'une aliquote et dans une saison où l'on est moins occupé en beaucoup de lieux, et où les binages sont plus faciles et moins coûteux.

CHAPITRE II.

Les fèves.

La fève réussit bien dans les terrains argileux, tenaces et humides; sa maturité est précoce. Ces deux qualités la rendent très précieuse pour les assolements de ce genre de terrains; elle est pour eux le pivot de la culture alterne. C'est ce que les cultivateurs anglais ont bien senti; ils étendent de plus en plus la culture de la fève et n'admettent pas cette ubiquité de la pomme de terre qui réussit mal dans les terrains tenaces, qui n'y donne que des tubercules de qualité inférieure, et que cependant la routine place partout sans consulter les convenances agricoles de cette plante.

Ce n'est pas que la fève ne puisse réussir aussi sur d'autres sols, si le climat est frais et la saison humide, mais dans les

terres légères d'autres végétaux peuvent lui disputer l'empire : le maïs au midi, la pomme de terre au nord, etc., tandis que sur les terres fortes la fève l'emporte par sa réussite. L'appropriation des plantes aux terrains est un art qui épargne bien des mécomptes. Quand Schwerz dit que les fèves sont pour l'Allemagne, l'Angleterre et les Pays-Bas ce que le maïs est pour le midi, il n'a en vue que les terrains gras et humides de ces contrées. C'était l'avis d'Arthur Young quand il disait : « Il est difficile de faire rendre à un sol humide, sans le secours des fèves, tout ce qu'il est susceptible de produire. »

La fève est employée à la nourriture des hommes et des animaux. Fraîche, on en fait une grande consommation dans le midi ; sèche, elle est avec l'orge et la paille la base de la nourriture des animaux de travail dans ces contrées, où les récoltes fourragères sont incertaines. Dans le nord elle entre aussi dans le régime comme supplément au foin ; réduite en farine, elle sert à l'engraissement des animaux.

La composition de sa graine, à l'état sec, sur 10,000 parties, est la suivante d'après M. Boussingault :

Azote.	Acid. sulf.	Acid. phos.	Chlore.	Chaux.	Magnésie.	Potasse.	Soude.	Silice.
0,550	0,005	0,106	0,002	0,016	0,027	0,142	0,000	0,002

La graine de fève à l'état normal contient ordinairement 8,6 pour 100 d'eau.

Sa paille est appréciée par la plupart des agriculteurs à l'égal de celle des pois, qui, d'après M. Boussingault, contient à l'état sec 2,31 pour 100 d'azote. A l'état normal la paille contient 12 pour 100 d'eau. Le poids de la paille est à peu près le même que celui du grain récolté.

Nous avons donc pour 100 k. de grain à l'état sec :

Grain.	5k50 d'azote.
100 k. de paille.	2,31
	7,81

A l'état normal :

100 k. de grain.	5k02
100 k. de paille.	2,03
	7,05

L'hectolitre de fèves, à l'état normal, pèse :

88 k. donnant.	4k42 d'azote.
88 k. de paille.	2,07
Par hectolitre. . .	6,49

Einhoff a trouvé dans les fèves :

Amidon et fibres.	0,465
Légumine.	0,127
Mucilage.	0,090
Ligneux.	0,162
Eau.	0,155
	0,999

Comme le blé, les fèves entrent en végétation avec 6° de température moyenne. A Paris, à partir de ce point elles mûrissent avec 2,500° de température moyenne solaire, ou 1,720 à 2,200° de température moyenne à l'ombre, selon l'état plus ou moins nébuleux du climat ou de l'année. Sa végétation dure de la mi-février au 20 juin en Provence ; de mars en août à Paris ; de mars en fin septembre en Angleterre.

On ne saurait trop apprécier l'avantage qui résulte pour la culture de plantes qui produisent beaucoup, quoiqu'elles soient espacées, et qui ainsi peuvent se cultiver en lignes sans diminution de produit. Cette propriété est le caractère principal de celles qui composent le groupe des cultures jachères, et c'est méconnaître cet avantage que de le sacrifier à une trompeuse facilité dans les travaux d'ensemencement, qui impose ensuite de lourdes charges dans ceux de nettoiement et d'ameublissement. Nous regardons donc comme un contre-sens les semis des fèves à la volée. Elles doivent servir d'utile préparation aux récoltes céréales : c'est là leur véritable fonction

culturale; mais en même temps il faut s'en assurer le produit maximum et ne pas faire en vain ces frais de culture.

On doit, en bonne règle, ouvrir avant l'hiver toutes les terres qui doivent être ensemencées à la fin de cette saison ou au commencement du printemps suivant, à plus forte raison pour une plante qui doit occuper un terrain argileux et humide. On ne trouverait que trop tard, dans le commencement de l'année, le moment propice pour le labourer; d'ailleurs les fèves aiment un terrain bien défoncé et le labour doit être profond, au moins de $0^m,25$. Si ce travail a fourni de grosses mottes qu'on ne pourrait pas briser sans de trop grands frais, on attend les effets des gelées et des météores, et on retarde la fumure jusqu'au printemps, si le semis ne doit avoir lieu qu'en cette saison. Mais si les mottes peuvent être brisées, on fumera avant l'hiver et on enterrera le fumier, au moyen d'un second labour, à $0^m,12$ de profondeur. M. Mathieu de Dombasle y voyait un grand inconvénient pour les terres argileuses de Roville situées en pente; il craignait que les pluies d'hiver n'entraînassent les sucs des engrais[1]. D'un autre côté, il est bien difficile d'entrer dans de pareilles terres, à la fin de l'hiver, avec des voitures chargées. La crainte de notre célèbre agronome nous paraît exagérée, car elle conduirait à ne jamais fumer la terre en pareille situation.

La récolte maximum des fèves étant de 120 hectolitres et leur rendement moyen dans les terres bien cultivées de 21, le dosage que nous avons indiqué plus haut serait effrayant en ce qu'il nous obligerait à donner aux terres une bien grande quantité d'engrais, et nous ferait pressentir un bien grand épuisement du sol pour obtenir un produit d'une valeur vénale inférieure à celle du froment. Comment accorderions-nous cet épuisement indiqué par la théorie avec l'opinion gé-

(1) *Annales de Roville*, t. II, p. 83.

nérale des agriculteurs qui regardent la fève comme la meilleure préparation pour les autres récoltes; avec leur réussite sur des terrains médiocres où les céréales ont peine à pousser; enfin avec la propriété qu'elles ont de se succéder à elles-mêmes sans interruption avec une amélioration constante du terrain? On ne peut expliquer ces résultats évidents qu'en admettant que la fève tire de l'atmosphère une grande partie de ses principes nutritifs. Une expérience directe va nous montrer dans quelle proportion. Arthur Young [1] sema en fèves un terrain qui produisait sans engrais $16^{h},97$ de froment. Labouré en automne, il fut labouré de nouveau et ensemencé en mars, en rangées à $0^{m},60$ de distance. Il fut traité de la même manière l'année suivante, puis une troisième année. Voici les résultats produits par un hectare :

	Produits.	Azote de la récolte.	Azote du froment.
Froment moins la semence.	$15^{hect},25$	31,26	115 k. l'aliquote prise par le froment supposée de 0,27.
Première récolte de fèves. .	15,7	147,32	
Deuxième récolte.	17,4	112,93	
Troisième récolte.	36,3	235,59	
Consommation des trois récoltes.		495,84	
Il y avait en terre.		115,00	
Excédant. .		380,84	

Cette culture paraît avoir notablement amélioré le terrain lui-même, outre tout ce qu'elle a produit, si l'on en juge par la récolte de la troisième année; mais on peut aussi attribuer ce succès à des saisons particulièrement favorables. En supposant que les fèves laissent la terre dans son état primitif, il n'en résultera pas moins que nous avons obtenu en trois ans un produit contenant 496 kil. d'azote, ou par an 165 kil. représentant 41,333 kil. de fumier de ferme. Cette expérience tend à démontrer que les fèves peuvent tirer toute leur subsis-

(1) Tome XII, p. 32.

tance de l'atmosphère, au moins en ce qui concerne les principes azotés; et c'est ce que l'expérience suivante va achever de nous démontrer.

Le même expérimentateur fit défoncer une partie de champ de même nature que le précédent (argileux). Il y fit répandre du fumier à raison de 106,000 kil. par hectare, dosant 424 k. d'azote, et de plus 72 hectolitres de cendres de houille; il obtint 120^{h},8 de fèves par hectare, produit presque fabuleux, qui provint autant du défoncement, qui permit aux fèves de pousser de longues racines, que de l'engrais lui-même; mais enfin, sur ce terrain dont la fertilité naturelle n'était que de 84 kil. d'azote auquel on en ajouta 424, en totalité 535 kil., les fèves ont pu s'emparer de 780 kil. d'azote, ou 245 kil. en sus de la richesse, tout en laissant la terre en très bon état [1]. On avait bien remarqué déjà cette singulière attraction des légumineuses, et des fèves en particulier, pour les gaz ammoniacaux, mais on ne l'avait pas mesurée, et elle dépasse ici toutes les prévisions. M. Boussingault avait constaté pour les topinambours une absorption de 43 kil. d'azote par année; mais celle de 165 kil. par les récoltes de fèves cultivées sans engrais, et celle de 245 par une seule récolte de fèves en sus de l'engrais du sol, dépassent tout ce qu'on avait imaginé.

Ici se représente la question des engrais verts. Avec leur énorme dosage, les fèves sont un engrais des plus énergiques, et comme elles réussissent dans des sols d'une nature que le lupin ne veut pas accepter, on ne doit pas s'étonner qu'elles soient aussi appréciées des Bolonais, qui font précéder les récoltes de chanvre par l'enfouissement des fèves en fleurs.

Au reste, l'absorption si énergique d'azote que manifestent les fèves n'a lieu que quand leurs feuilles sont développées, et elles doivent trouver dans le sol, pendant les premiers temps

(1) Arthur Young, tome XII, p. 212.

de leur végétation, la quantité d'engrais azotés nécessaires pour donner une première impulsion vigoureuse à leur développement. Schwerz nous dit que 30 voitures de fumier à 4 colliers (120,000 kil. de fumier contenant 480 kil. d'azote) ne sont pas trop pour 1 hectare de fèves ; mais on n'obtient pourtant en Flandre que 32 hectolitres de fèves avec une fumure de 208 kil. d'azote, tout en laissant le terrain dans le meilleur état pour la récolte suivante. En général les fèves supportent sans verser tout le fumier qu'on veut leur donner, et laissent en terre, par leurs chaumes et leurs racines, plus d'azote que ne lui en enlèvent leurs fanes et leurs graines.

D'après ce que nous venons de dire, il nous semble évident que les conditions de la culture de la fève sont, ainsi que nous l'avons déjà prescrit, un labour profond qui permette à ses racines de plonger dans le sol assez avant pour y trouver la fraîcheur et les éléments minéraux de sa nutrition, et, quant aux engrais, l'application des cendres propres à lui fournir de la potasse qu'elle absorbe en grande quantité et de tout le fumier qui doit servir à la récolte suivante de céréales.

Dans les provinces du midi le semis des fèves peut avoir lieu en novembre ou décembre. La plante a le temps de se fortifier avant l'hiver, et elle profite, pour croître, des temps humides du premier printemps. Nous avons souvent éprouvé des revers en semant les fèves après les gelées ; elles sont surprises par la sécheresse avant d'avoir pu s'emparer complétement du sol. Dans les pays plus septentrionaux, on ne gagne rien à semer en automne, et on peut craindre que la chaleur venant à manquer avant la sortie du grain, il ne reste en terre et y pourrisse. Au printemps, il faut attendre l'époque où les fortes gelées ne sont plus à craindre ; 2 ou 3° de froid font périr les jeunes fèves qui n'ont pas encore pris de la consistance. Arthur Young a fait des expériences sur les époques des semis, et il a trouvé les résultats suivants dans le climat de l'Angleterre :

	Produit moyen.		Produit moyen.
Semis en novembre. .	4,00	Semis en mars. . . .	4,00
— décembre. .	3,42	— avril. . . .	2,00
— janvier. . .	4,42	— mai.	1,42
— février. . .	4,49		

Les fèves paraissent ici n'avoir profité en rien à être semées avant l'hiver; elles ont perdu à l'être après le mois de mars, ayant été trop tôt atteintes par la sécheresse. En comparant le climat du midi à celui de l'Angleterre, nous verrons combien il est important d'y semer les fèves dès le mois de novembre; elles trouvent alors en terre une humidité analogue à celle qu'elles ont en Angleterre aux mois de mars et avril.

Quand on sème à la volée, il faut semer épais pour étouffer les mauvaises herbes; mais alors on a beaucoup de paille et peu de grain, les gousses ayant besoin d'air et de soleil pour se développer. On emploie pour ce semis $3^h,5$ de grain par hectare.

On sème en ligne soit au semoir, soit au plantoir, soit à la houe à la main, soit sous raie; on emploie alors $1^h,9$ de grain par hectare. Les fèves ne doivent pas être enterrées à plus de $0^m,05$ à $0^m,08$. Les lignes sont espacées de $0^m,33$ et jusqu'à $0^m,65$; à $0^m,55$ au moins quand les binages doivent être faits à la houe à cheval.

Le semis à la volée doit être hersé quand il est bien enraciné. Un hersage énergique ne nuit pas aux fèves et détruit les herbes adventives. Les cultivateurs accoutumés aux effets de la herse l'emploient même sur les fèves semées en ligne.

On donne deux binages aux fèves semées en ligne. Le premier a lieu dès que les plantes sont assez grandes pour qu'on ne craigne pas de les couvrir de terre; le second quand elles ont $0^m,15$ à $0^m,16$ de hauteur.

Dès que les cosses inférieures commencent à se former, il faut écimer la plante. Les nouvelles fleurs qui se formeraient au sommet n'auraient pas le temps de mûrir et nuiraient au développement des autres. Cet écimage prévient d'ailleurs ou

quelquefois arrête les ravages des pucerons qui s'attachent et se multiplient sur la partie la plus jeune et la plus tendre de l'épi. Ces pucerons sont le principal fléau de la fève. On fait l'écimage avec une vieille faux emmanchée de revers ou avec une lame de sabre. Nous avons éprouvé une grande augmentation de récolte dans la partie des champs qui avait été écimée, comparativement à celle où l'on avait négligé cette précaution.

On fauche les fèves dès que le plus grand nombre de gousses a atteint sa maturité ; les autres continuent à mûrir quoique détachées des racines. La paille en vaut mieux que si on les arrachait, et on laisse en terre un chaume et des racines qui contiennent des principes dont il ne faut pas appauvrir le sol.

Le prix réel des fèves ne consiste que dans les frais de culture ; or, nous avons :

Un labour profond.	158 k. de blé.
Second labour pour enterrer le fumier.	92
Semer et tracer les raies d'écoulement.	24
Deux binages.	60
Écimage.	14
Récolte.	40
Frais généraux et rente.	327
	715
PRODUIT : 30 hect. de fèves, dont il faut retrancher 1h,9 p. la semence, reste 28h,1 de fèves, valant.	2472 k. de from.
2640 k. de paille, valant.	290
	2762

Ainsi l'on obtient l'équivalent de 2,762 kil. avec une dépense de 715 kil., ou 100 kil. avec 25 kil. Le prix du marché étant de 17 fr. l'hectolitre pour le blé, est de 9 fr. pour les fèves, et le prix de revient n'est que de 4 fr. 84 c.

Si l'on compare ensuite la fève au froment sous le rapport de ses facultés nutritives, on trouve que le froment valant 17 fr., la fève vaudrait 38 fr. On comprend combien sa consommation est avantageuse en considérant aussi qu'on peut remplacer, avec 1 hectolitre de fèves coûtant sur le marché 9 fr., la quantité de 340 kil. de foin qui, à 4 fr. les 100 kil., valent 13f60.

CHAPITRE III.

Les pois.

Les pois sont pour les hommes et les animaux une nourriture plus recherchée que celle de la fève et des vesces; elle est plus agréable au goût et ne provoque pas au même degré cet état de phlogose des intestins qui oblige à modérer l'usage de celles-ci, et surtout de la fève. Le pois est servi sur toutes les tables, et on peut en donner aux bestiaux la quantité nécessaire pour les porter à la fine graisse sans craindre d'altérer leur santé. Mais sous le rapport agricole, la culture des pois présente quelques difficultés qu'on ne trouve pas dans celle de la fève. Celle-ci supporte très bien une fumure complète qui lui donne un grand développement dans son premier âge, puis elle paraît se nourrir aux dépens de l'atmosphère, et l'action de ses feuilles supplée, pour ainsi dire, à celle de ses racines. Au contraire, le pois continue à se nourrir aussi par ses racines après la pousse de ses feuilles; il en résulte une surabondance de végétation herbacée qui se prolonge aux dépens de la production des fleurs et qui étouffe même quelquefois les fleurs qui paraissent. Il résulte de ces faits qu'on ne peut ni l'on ne doit chercher à obtenir une récolte considérable des pois au moyen de riches engrais; cette tentative conduirait quelquefois à ne récolter que de la fane ou de la paille. C'est ce qui fait que la culture des pois ne peut que par exception être une récolte riche. Sa véritable place est la fin d'un assolement qui laisse encore la terre en bon état, mais sans surabondance d'engrais, après les récoltes de blé qui ont bien réussi et qui laissent toujours un excédant considérable de sucs nutritifs, à cause de la faiblesse de l'aliquote absorbée par cette céréale.

Le pois doit être placé sur un terrain sec plutôt qu'humide, et léger plutôt que fort; mais il souffre de la sécheresse au mo-

ment de sa première pousse et jusqu'à ce qu'il ait recouvert la terre de ses fanes; comme la luzerne et quelques autres légumineuses, il n'aime pas à revenir plusieurs fois sur le même terrain. Ceux qui adoptent l'hypothèse des excrétions des plantes pour exprimer cette répugnance remarquent que les pois en produisent une grande abondance. Mais cette théorie souffre de graves objections, et on n'est pas parvenu encore à se rendre raison de ce phénomène qui, autrefois regardé comme une loi générale, se renferme aujourd'hui dans le cercle d'un petit nombre de végétaux.

On cultive plusieurs espèces de pois : le *pois d'Auvergne*, *de Marly*, le *carré fin*, le *carré blanc* et *noir*, et le *pois à couronne*. Mais ces espèces, ayant des tiges abondantes et fortes, ne donnent de récoltes satisfaisantes que quand elles sont ramées. Dans le voisinage des villes, on vend en vert tout ce qu'il est possible de fournir au marché, avant que la maturité ne soit trop avancée; mais la véritable espèce agricole est le *pois des champs* (*pisum arvense*) et ses variétés grises, blanches, vertes.

L'analyse du pois donne, sur 10,000 parties de graines :

Carbone. . .	4606	Chlore. . . .	3
Hydrogène. .	609	Chaux. . . .	31
Oxygène. . . .	4053	Magnésie. .	37
Azote.	418	Potasse. . .	111
Acide sulfur. .	15	Soude. . . .	8
Phosphore. . .	94	Silice. . . .	5
Fer et alumine.	Traces.		

10,000 parties de paille :

Carbone. . .	4580	Oxygène. .	3557
Hydrogène. .	500	Azote. . . .	231

L'hectolitre de pois pèse de 79 à 88 kil. selon l'espèce. Rien n'est si incertain que le rapport de la récolte de paille à celle du grain ; elle dépend absolument de la saison ; il est de 3 ou 4 à 1.

Les pois contiennent généralement à l'état normal 8,6 d'eau pour 100, et à cet état 3,82 d'azote pour 100. La paille

retient, avec la même quantité d'eau, 2,11 d'azote à l'état normal. Nous aurons donc, en supposant une moyenne de 350 de paille pour 100 de grain :

100 de grain.	3,82 d'azote.	Et l'hectol.	79 grain.	2k,55 d'azote.
350 paille. . .	7,38		276 paille.	5,82
	11,20			8,37

Thaër récoltait ordinairement 11 hectolitres de pois par hectare avec une fumure assez légère en couverture; Arthur Young assure en avoir récolté 39 hectolitres sans engrais. Pour obtenir une aussi forte récolte sur une jachère de blé, il aurait fallu que les pois eussent pu prendre 329 kil. d'azote dans une terre qui venait de porter du blé; ce qui aurait supposé une fertilité de 517 kil. d'azote avant cette récolte et un produit de 92 hectolitres de blé. Or, rien de pareil; Arthur Young ne signale pas le terrain comme doué d'une fertilité particulière : nous supposons qu'il lui ait rendu, comme dans son agriculture ordinaire, 18 hectolitres de blé; le terrain n'avait que la fertilité de 100 kil. d'azote au moment du semis du blé, et il ne lui en restait que 63 kil. après la récolte; les pois ont donc emprunté au moins 263 kil. d'azote à l'atmosphère, c'est-à-dire bien plus encore que nous n'avons trouvé par fèves. Mais dans un rapport qui est celui-ci, en supposant la récolte du grain égale de part et d'autre, 276 kil. de tiges de pois soutirent de l'atmosphère 263 kil. d'azote; 88 kil. de tiges de fèves en soutirent 165 kil., et dans le rapport du poids des tiges, n'en devraient soutirer que 115 kil. Sauf l'exactitude de ces données, on voit que ces deux légumineuses à larges feuilles savent s'approprier les sucs atmosphériques dans une proportion qui se rapporte au volume de leurs tiges.

Le pois craint peu les gelées et peut passer l'hiver en terre. L'automne est l'époque la plus favorable à son semis dans les contrées méridionales; on le sème au printemps avant toute autre légumineuse; mais pour assurer son succès dans cette

saison, rien n'est plus favorable, dans les terrains qui craignent la sécheresse, que de le fumer en couverture avec un fumier pailleux, ou tout simplement de le recouvrir de paille comme le faisait Dalho. Ce procédé abrite le terrain, prévient une évaporation trop rapide avant le temps où le pois l'aura recouvert de son feuillage.

On sème le pois en ligne pour faciliter les binages. Néanmoins, après de longues expériences, Arthur Young trouvait qu'il y avait plus d'avantage à le semer épais à la volée; il lui donnait un seul binage avec une petite houe à la main, quand les plantes se distinguaient bien. Les tiges ne tardaient pas à s'enlacer les unes les autres et à étouffer les plantes adventives qui poussaient sous son ombrage. Si l'on sème en lignes, on les espace de $0^m,20$ à $0^m,30$; on place de 60 à 100 grains par mètre carré, selon que l'espèce qu'on cultive a des tiges plus fortes et plus élevées. Bürger, qui cultivait le pois à couronne, qui pesait 88 kil. par hectolitre contenant 362,700 grains, semait 6 décalitres par hectare; Arthur Young en employait 17 décalitres en se servant du semoir. On emploie 15 à 20 décalitres de pois des champs dont la semence est assez petite, mais il faut observer qu'un grand nombre de graines est détruit par les oiseaux, les petits quadrupèdes et les insectes, qui en sont friands. Les oiseaux font aussi une guerre mortelle aux plantes à mesure qu'elles sortent de terre, et il faut faire garder le champ pour les préserver de cette cause de destruction.

Il se rencontre souvent des grains qui ont été attaqués par les insectes dans les greniers; ceux-ci sont percés et ne peuvent plus germer; il faut donc trier avec attention ceux qu'on destine pour la semence. Celle-ci est enterrée à $0^m,06$ ou $0^m,08$ de profondeur. Les pois lèvent vite, et dès le quatrième ou cinquième jour, quand la température est assez élevée.

Les pois exigent pour mûrir la même température que la fève. Quand une partie des gousses est mûre, on les fauche, et puis les tiges étant sèches, on les charge à brassées sur la char-

rette garnie de toiles, et on les transporte sur l'aire ou en grange, et on les bat au fléau.

Les pois des espèces supérieures servent à la nourriture de l'homme; le pois des champs est destiné à celle des animaux qu'il engraisse complétement et avec rapidité. La paille est excellente et très appréciée. D'après les expériences directes, 100 de paille équivalent, pour la nourriture, à 30 de grain; d'après leur teneur relative en azote, 100 de paille devraient représenter 55 de grain; on voit ici les effets d'une plus grande difficulté dans l'assimilation des aliments, selon que les éléments nutritifs sont renfermés entre des parois plus ligneuses et plus difficiles à pénétrer. Ainsi, nous aurons par chaque

	100 k. de graine.
350 de paille, équivalant à	157 de graine
	257

On voit par là pour quelle part considérable la paille de pois peut entrer dans la récolte, et on ne s'étonnera pas si l'on cultive ce grain uniquement pour le pousser en tige par le moyen de l'engrais, ou pour le récolter comme fourrage, ou pour l'enterrer comme engrais.

Le prix réel du pois résulte des frais de culture, puisque nous n'avons pas à y faire entrer la valeur de l'engrais. Nous avons :

Un labour en terre moyenne.		84 k. de blé.
Semis.		24
Semence, 1h,8.		167
Deux binages à la main. . .		50
Récolte.		40
		365
Rente et frais généraux.		327
		692 k. de blé.
Produit : 13 hect. de pois,	1027 k. valant.	1207 k. de blé.
Et l'équivalant de paille. .	2934 valant.	1036
		2243 k,

Les 100 kil. de pois coûtent

$$\frac{692 + 100}{2243} = 30^{k},85 \text{ de blé.}$$

Le prix du marché étant de 20 à 17 dans le rapport de celui des pois à celui du blé, on voit combien cette récolte peut être avantageuse, surtout pour celui qui fait consommer sa paille d'une manière intelligente, et pour ceux qui, sachant que pour la nourriture 20 de pois équivalent seulement à 10 de blé, en font usage eux-mêmes pour eux ou pour leurs animaux, plutôt que de les vendre à un prix relatif aussi peu en rapport avec leur valeur véritable. Autrefois les pois formaient une partie essentielle de la nourriture de l'Allemagne; on les y consomme encore dans quelques parties, surtout le long du Rhin; mais partout ailleurs ils ont été chassés par la pomme de terre. Les pois cultivés avec négligence donnaient lieu à beaucoup de mécomptes et n'offraient pas une garantie suffisante contre les disettes; mais c'était une nourriture bien plus riche qui conservait mieux les forces des hommes et n'affaiblissait pas les races comme la pomme de terre, quand elle n'est pas alliée à une nourriture supplémentaire suffisante. Avec les fèves pour les animaux et les pois pour l'homme, l'alimentation était excellente; les engrais étaient réservés pour les récoltes céréales. Aujourd'hui les pommes de terre sont menacées par des fléaux qui peuvent causer de véritables famines à cause de la généralité de leur culture; il serait peut-être sage de ne plus compter entièrement sur elles et de recourir davantage aux graines légumineuses qu'on a trop négligées.

CHAPITRE IV.

Les vesces.

Au contraire des pois qui préfèrent les terrains légers et un peu secs, les vesces ne donnent de pleines récoltes que dans ceux qui sont tenaces et peu humides. C'est comme fourrage

qu'on les cultive principalement; mais la grande consommation de leur grain comme semence, l'usage qu'on en fait pour la nourriture des pigeons et aussi pour l'engraissement des bœufs, rend très avantageuse la récolte de leur grain.

On cultive depuis longtemps deux variétés, peut-être deux espèces de vesces : la *vesce noire,* qui se sème en automne, et la *vesce blanche* au printemps; depuis quelque temps on a introduit la *vesce velue*, dite aussi *vesce de Russie*, qui, dans les terrains qui lui conviennent, donne d'abondantes récoltes.

On peut difficilement fixer le rapport du grain à la paille. D'après ses récoltes, Bürger l'a établi dans le rapport de 100 à 280; ses vesces pesaient 85 kil. à l'hectolitre. Celles récoltées aux environs de Paris pèsent seulement 80 kil.

La graine de vesce à l'état complétement sec renferme 5,13 d'azote pour 100; elle retient environ 14,6 d'eau, et par conséquent à l'état normal elle contient 4,37 d'azote pour 100. Sa paille contient 1,20 d'azote pour 100 à l'état sec et 1,05 à l'état normal. Ainsi :

		Azote.			Azote.
100 kil.	de grain contiennent.	4,37	Pesant, l'hectolitre, 80 kil.		3,50
280	de paille.	2,88	Paille. . 224		2,25
	Total. . .	7k25			5k75

Les chaumes et les feuilles qui tombent pendant la végétation rétablissent le terrain dans l'état où il était avant cette culture; la vesce puise dans l'atmosphère tous les principes qui entrent dans sa composition, à l'exception des principes fixes.

Pour cultiver la vesce d'hiver, on donne un labour aussitôt que l'état de la terre le permet, après la moisson. Comme il est essentiel que la première pousse soit vigoureuse, on donne à la terre le fumier qu'on destine à la récolte suivante; on sème ensuite à la volée 1,5 à 2 hectolitres de graine mélangée de 1 hect. de seigle ou d'avoine, pour servir d'appui aux plantes. On recouvre par un coup de herse, car les graines ne de-

mandent pas à être enterrées profondément. Il faut faire garder le champ pendant le jour, jusqu'à la sortie des plantes, si les pigeons sont nombreux dans le pays, car ils en sont très avides.

Les vesces étant une plante essentiellement étouffante par la masse de ses tiges, on n'est obligé à aucune culture du printemps. La récolte est presque assurée si cette saison est pluvieuse; mais aussi la sécheresse lui fait le plus grand tort. On assurerait ce produit par une fumure en couverture à la fin de l'hiver, ou par une couche de paille ou de roseaux dont on le couvrirait. La récolte en vaut la peine; quand elle réussit, on obtient souvent 15 hectolitres de grain et 2,700 kil. de paille d'une valeur presque égale à celle des pois.

La vesce de printemps doit être semée dès qu'on ne craint plus les gelées.

Les vesces sont mûres plutôt que les pois; il faut veiller au moment où la maturité est prononcée sur un grand nombre de gousses, car elles s'ouvrent en se repliant sur elles-mêmes, et dispersent leurs graines. Le prix du marché des vesces est de 12, celui du blé étant à 17.

Le prix réel des vesces consiste dans leurs frais de culture, qui sont ainsi qu'il suit :

Un labour en terre forte.	92 kil. de blé.
Un coup de scarificateur, avant le semis. .	48
Semis et le coup de herse.	24
Un hectolitre de seigle.	56
Paille et couverture de fumier..	280
Frais de récolte	40
Garde pendant la sortie du grain.	50
Frais généraux et rente.	327
	917 kil.

15 kectolit. de grain, diminué de 2 hectol. pour semence, reste 13 hectol., pesant 1040 kil., valant.	734 blé.
2912 kil. de paille, valant 22 kil. de blé les 100.	640
	1374

Ainsi l'on obtient l'équivalent de 1,374 kil. de blé avec une dépense de 917 kil.; ou l'équivalent de 100 kil. avec 66,74 kil. et chaque hectolitre 53 kil. de blé; leur prix relatif est de 100 : 67, tandis que leur prix de marché est de 100 : 70.

Comme nourriture, le rapport de ces deux grains est comme 100 : 224. On voit donc qu'il est avantageux de cultiver la vesce quand on se trouve dans de bonnes conditions; qu'il vaut mieux la cultiver que l'acheter, et qu'enfin on trouve du profit à la consommer plutôt qu'à la vendre.

CHAPITRE V.

Les pois chiches (cicer arietinum).

Le pois chiche est le légume favori des peuples méridionaux, et il commence aussi à être apprécié dans le nord à cause des excellentes purées qu'on prépare avec son grain. Dans la région des orangers, on le sème en automne; mais déjà au nord, dans celle des oliviers, on ne le sème qu'au printemps, quoiqu'il craigne peu le froid.

Il préfère les terres sèches et meubles, et ne craint pas les pierreuses; quoiqu'il vienne bien sur les terres calcaires légères, on doit s'abstenir de le placer dans celles qui contiennent du sulfate de chaux, même en petite proportion, car alors sa peau se durcit et le légume ne cuit pas bien, à moins qu'on n'alcalise l'eau dans laquelle on le fait bouillir.

On le sème en ligne sur un labour et à la distance de $0^m,50$. On le bine quand ses plantes ont $0^m,2$ ou $0^m,3$ de haut; le binage fait après la floraison fait dessécher la plante.

Le pois chiche exige, pour mûrir, la même somme de température que le blé.

Son grain est très azoté; sa paille forme un très bon fourrage.

Sa culture est très limitée, parce qu'il est moins productif que les autres légumes, quoique sa réussite soit moins chanceuse; mais les terrains qui lui conviennent ne sont pas toujours communs. Nos fermiers n'en cultivent, en général, que la quantité nécessaire pour leur consommation; sa culture est plus étendue dans la péninsule ibérique. Dans les terrains secs et peu riches où il est placé, il rend environ 4 hectolitres par hectare, qui ont une valeur plus grande que 6 hectolitres de seigle. On regarde le pois chiche comme une plante épuisante, si on en juge par les clauses des baux des pays méridionaux qui en défendent la culture.

CHAPITRE VI.

Les lentilles.

Comme les pois chiches, les lentilles préfèrent un terrain sec et même graveleux, et ne réussissent pas sur les sols compactes. On les sème de bonne heure, pendant l'hiver dans le midi, au printemps plus au nord. On emploie 10 à 15 décalitres de semence par hectare, selon que les lignes sont espacées à $0^{m},25$ pour les biner à la main, ou à 0,65 pour y faire passer la houe à cheval. On arrache les plantes dès que la maturité se prononce, sans quoi les grains se disséminеraient.

Les auteurs donnent à la lentille un rendement qui varie de 10 à 21 hectolitres par hectare. L'hectolitre pèse 85 kil. Elle dose à l'état sec 4,40 d'azote pour 100, et à l'état normal, avec 9 pour 100 d'eau, 4,00 d'azote. La paille de la lentille dose

1,18 à l'état sec et 1,01 d'azote à l'état normal. La proportion de la paille au grain est de 140 à 100.

Nous avons donc :

Pour 100 kil. de grain à l'état normal.		4k,00 d'azote.
140	de paille.	1,41
		5,41
Et pour l'hectolitre, 85 kil. de grain. .		3k40 d'azote.
119	de paille. . . .	1,21
		4,61

Le prix vénal des lentilles est à celui du blé comme 145 : 100.

Le prix réel des lentilles résulte des frais de culture. Ainsi nous avons :

Un labour en terre légère.	68 kil. de blé.
Semis sous raie.	20
Binage à la main.	25
Récolte.	40
Frais généraux et rente. .	327
	480 kil.

PRODUIT.

5 hectolitres (1275 kil.), moins 1h,5 pour semis, à 13h,5, pesant 1147k,50 et valant.	1664 k. blé.
Paille 1785 kil. pour 15 hectolitres, ayant une valeur double de la paille de blé, ou 22 kil. de blé pour 100. . . .	392
	2056

Ainsi, dans les terrains qui ont assez de vieil engrais pour favoriser le premier développement de la plante, les 100 kil. de lentilles coûtent 23k,4 de blé.

FIN DU TOME TROISIÈME.

TABLE

DES MATIÈRES CONTENUES DANS LE TOME III.

MÈCANIQUE AGRICOLE.

Pages.

PREMIÈRE PARTIE. — *Des forces motrices.* 7

CHAPITRE I. — Travail du vent. 7
SECTION 1. — Force du vent. 8
SECTION 2. — Travail à utiliser, prix du travail du vent. 14
CHAPITRE II. — Travail de l'eau courante. 15
SECTION 1. — Travail disponible des cours d'eau. . . 16
§ 1. — Jaugeage de l'eau s'écoulant par un orifice. 17
§ 2. — Jaugeage de l'eau s'écoulant sur un déversoir. 20
§ 3. — Jaugeage des eaux dans un canal. 20
SECTION 2. — Évaluation de la force motrice des cours d'eau. 21
SECTION 3. — Prix du travail mécanique de l'eau. . . . 22
CHAPITRE III. — De la vapeur. 25
SECTION 1. — Évaluation du travail de la vapeur.. . . 25
SECTION 2. — Prix du travail de la vapeur.. 28
CHAPITRE IV. — Des moteurs animés en général. 30
CHAPITRE V. — De l'homme. 32
SECTION 1. — Acquisition du travail de l'homme. . . . 32
SECTION 2. — Force musculaire de l'homme. 38
SECTION 3. — Durée des journées de l'ouvrier. . . . 45
SECTION 4. — Travail journalier de l'ouvrier. 47
SECTION 5. — Limites du prix de la journée de l'ouvrier. 49
SECTION 6. — De l'entretien de l'ouvrier. Nourriture.. . 51
SECTION 7. — Dépenses d'entretien autres que la nourriture. 55
SECTION 8. — Recettes de l'ouvrier. 57
SECTION 9. — Prix du travail de l'ouvrier. 63
CHAPITRE VI. — Du cheval. 66
SECTION 1. — Force musculaire du cheval. 68
SECTION 2. — Emploi du cheval comme animal de bât. . 72
SECTION 3. — Cheval agissant par son propre poids. . . 74
SECTION 4. — Moyen de disposer du travail des animaux. 75
SECTION 5. — Nourriture du cheval. 78

Pages.

SECTION 6. — Prix du travail du cheval. 82
CHAPITRE VII. — Du mulet et de l'âne. 85
CHAPITRE VIII. — Des bœufs. 88
CHAPITRE IX. — Les vaches. 97

DEUXIÈME PARTIE. — *Des instruments et des machines.* 101

PREMIÈRE DIVISION. — Instruments de culture. 103
CHAPITRE I. — Instruments perforants. 104
CHAPITRE II. — Instruments destinés à couper la terre en bandes verticales : coutres, râteaux, herses, peignes, scarificateurs. 107
SECTION 1. — Résistance opposée à l'action du coutre. . 107
SECTION 2. — Instruments divers construits au moyen du coutre. 110
§ 1. — Râteaux et herses. 111
§ 2. — Les peignes. 114
§ 3. — Scarificateurs, griffons. 116
CHAPITRE III. — Instruments destinés à couper la terre en tranches horizontales. 119
SECTION 1. — Résistance apportée à l'action des socs. . 120
§ 1. — Expériences sur le soc droit (perpendiculaire à la résistance). 121
§ 2. — Expériences sur les socs obliques. . . . 122
SECTION 2. — Instruments divers construits au moyen des socs. 123
CHAPITRE IV. — Instruments destinés à retourner la terre sur elle-même par bandes. 128
SECTION 1. — Tracé du versoir héliçoïde. 132
SECTION 2. — Tracé du versoir paraboloïde. 135
SECTION 3. — Résistance du versoir occasionnée par le poids de la tranche de terre. 137
SECTION 4. — Résistance occasionnée par les frottements. 138
SECTION 5. — Résistance occasionnée par le changement de figure du prisme de terre. 139
SECTION VI. — Les buttoirs. 140
CHAPITRE V. — Instruments qui coupent la terre verticalement, horizontalement, et qui la retournent par une action continue (charrue). 143
SECTION 1. — Disposition relative des outils. 143
SECTION 2. — Moyen d'attache des outils. 146
SECTION 3. — Application de la force à la charrue. . . 147
SECTION 4. — Moyens permanents de faire varier le point d'application de la force (régulateur). . 149

Pages.

SECTION 5. — Moyens transitoires de faire varier les points d'application de la force (manches). . . 153
SECTION 6. — Direction de la force appliquée au centre des résistances. 154
SECTION 7. — Force additionnelle nécessaire pour vaincre la résistance de l'avant-train. . . . 167
SECTION 8. — Preuves de l'exactitude de la théorie exposée, tirées de l'expérience. 171
SECTION 9. — Changements dans la disposition de la charrue relatifs à différentes destinations. . 175
§ 1. — Charrues tourne-oreilles. 175
§ 2. — Charrues à défoncer. 178
§ 3. — Charrues sous-sol. 182
§ 4. — Charrues-taupes. 182
SECTION 10. — Récapitulation générale des conditions de la charrue. 184
CHAPITRE VI. — Instruments destinés à déplacer la terre par une action discontinue en prismes qui prennent le nom de mottes (bêches, pioches, houes). 185
SECTION 1. — Bêches; leurs variétés. 186
SECTION 2. — Emploi de la pelle. 188
SECTION 3. — Emploi de la bêche. 192
§ 1. — Travail mécanique du premier mode d'action. 194
§ 2. — Travail mécanique du second mode d'action. 198
§ 3. — Observations sur la forme des bêches. . . 198
§ 4. — La fourche. 200
SECTION 4. — La houe (pics, serfouettes, binettes). . . 203
CHAPITRE VII. — Instruments destinés à briser les mottes, ameublir, aplanir et presser la terre par une action discontinue (masses) et par une action continue (rouleaux). 206
CHAPITRE VIII. — Instruments servant à répandre la semence (semoirs). 210
CHAPITRE IX. — Instruments pour les récoltes. 218
SECTION 1. — Instruments tranchants, faucilles, faux, etc. 218
SECTION 2. — Instruments employés pour détacher les grains de la paille. 221
§ 1. — Le fléau. 224
§ 2. — Le dépiquage. 224
§ 3. — La machine à battre. 226
§ 4. — Le ventilateur. — Tarare. 233
§ 5. — Cribles. 235

Pages.

§ 6. — Machine à battre complète. 236
§ 7. — Les rouleaux. 237
CHAPITRE X. — Instruments de transport. 241
SECTION 1. — Véhicules à deux roues. Charrettes. . . 241
§ 1. — Les roues. 244
§ 2. — Les bandes. 246
§ 3. — Poids total et chargement d'une voiture à deux roues. 248
SECTION 2. — Voitures à quatre roues. Chariots. . . . 250
SECTION 3. — Tirage des voitures selon la nature du sol. 258
SECTION 4. — Nombre de chevaux à atteler au véhicule. 263
SECTION 5. — Du mode d'attelage. 267
SECTION 6. — Harnachement. 269
SECTION 7. — Instruments de transport à bras d'homme. 274
§ 1. — Paniers. 274
§ 2. — La hotte. 275
§ 3. — La civière. 275
§ 4. — La brouette. 276
SECTION 8. — Comparaison des véhicules dans les transports avec retour à vide. 277
CHAPITRE XI. — Des machines propres à élever l'eau. . . . 282
SECTION 1. — Machines à percussion. 283
SECTION 2. — Machines agissant par l'adhérence de l'eau. 284
SECTION 3. — Machines employant la force d'inertie. . . 284
SECTION 4. — Machines employant une force agissant dans le sens contraire de la pesanteur. . 287
SECTION 5. — Machines agissant par l'effet du plan incliné. 294
SECTION 6. — Machines qui élèvent l'eau par la pression atmosphérique. 295
SECTION 7. — Considérations sur l'application des différentes forces aux machines hydrauliques. 300
§ 1. — Le vent. 300
§ 2. — De l'eau comme moteur. 304
§ 3. — De la vapeur. 305
§ 4. — Comparaison des frais nécessaires pour élever l'eau à l'aide des différentes forces motrices. 308

AGRICULTURE.

INTRODUCTION. 311

PREMIÈRE PARTIE. — *De la culture.* 327

CHAPITRE I. — Des défrichements. 331
SECTION 1. — Opportunité des défrichements. 331

Pages.

SECTION 2. — Des différents modes de défrichement. . . 336
SECTION 3. — Effondrement du sol. 337
SECTION 4. — Défoncement profond. 338
SECTION 5. — Défoncement superficiel. 343
SECTION 6. — Défrichement avec écobuage. 348
SECTION 7. — Comparaison des différents modes de défrichement. 355
CHAPITRE II. — Travaux périodiques. 359
CHAPITRE III. — Cultures annuelles. 364
SECTION 1. — But des cultures. 365
SECTION 2. — Labour pour ouvrir la terre. 366
SECTION 3. — Labour d'ameublissement du sol. . . . 369
SECTION 4. — Terre gâtée. 373
SECTION 5. — Labours d'ameublissement et de nettoiement des terres (labours de sarclage) . 379
SECTION 6. — Influence des saisons sur les labours. . . 384
SECTION 7. — Forme du labour. 386
SECTION 8. — Utilité et convenance des labours à plat ou en billons. 391
SECTION 9. — Culture de Tull. 395
SECTION 10. — Culture du major Beatson. 400
CHAPITRE IV. — Distribution des engrais. 402
SECTION 1. — Des différents genres d'appauvrissement du sol. 402
SECTION 2. — Qualité des engrais à donner à la terre. . 405
SECTION 3. — Quantité des engrais à donner à laterre. . 408
SECTION 4. — Manière de compter le vieil engrais dans la succession des cultures. 414
SECTION 5. — Intervalle entre les fumures. 418
SECTION 6. — Manière de répartir un engrais insuffisant. 421
SECTION 7. — État des engrais à l'époque de leur emploi. 424
SECTION 8. — Charroi des engrais. 426
SECTION 9. — Comment l'engrais doit être situé par rapport aux plantes. 430
CHAPITRE V. — Des semis. 438
SECTION 1. — Choix des semences. 440
SECTION 2. — Conservation des semences, durée de leurs facultés germinatives. 454
SECTION 3. — Profondeur à laquelle les grains doivent être enterrés. 456
SECTION 4. — De l'époque des semis. 461
SECTION 5. — Distance à mettre entre les plantes. . . 467
SECTION 6. — Quantité de semence. 474
SECTION 7. — Préparation des semences. 479

Pages.

SECTION 8. — Des germes qui ne sont pas contenus dans les graines des plantes. 483
CHAPITRE VI. — Pratique des semailles. 484
SECTION 1. — Semailles d'automne. 485
SECTION 2. — Procédés divers pour les semailles. . . 486
§ 1. — Semis à poquets. 488
§ 2. — Semis sous raie. 489
§ 3. — Moyens d'enterrer le semis après que le grain a été répandu à la volée. Araires. . . . 490
§ 4. — Semailles avec le scarificateur ou la herse. . 492
§ 5. — Semis au moyen du semoir. 494
SECTION 3. — Plombage des terrains. 496
SECTION 4. — Procédés pour répandre la semence en terre. 497
§ 1. — Semis à la volée. 497
§ 2. — Semoirs; semis en ligne. 501
SECTION 5. — Semailles du printemps. 505
SECTION 6. — Semis à l'abri et sous couche des plantes délicates. 508
CHAPITRE VII. — Transplantation des plantes herbacées. . . 509
CHAPITRE VIII. — Transplantation des plantes vivaces et des arbres. 512
CHAPITRE IX. — Des haies. 514
SECTION 1. — Arbrisseaux à employer pour former les haies de clôture. 518
SECTION 2. — Haies d'abri. 519
SECTION 3. — Haies forestières. 521
SECTION 4. — Les haies de produit. 523
CHAPITRE X. — Pratique des plantations. 523
SECTION 1. — Époque des plantations. 523
SECTION 2. — Préparation du terrain pour les plantations. 526
SECTION 3. — Préparation des sujets à transplanter. . . 527
SECTION 4. — Fosse pour transplanter les arbres; plantation.. 530
SECTION 5. — Soins ultérieurs à donner aux plantations d'arbres. 537
SECTION 6. — Plantation des boutures. 538
SECTION 7. — Des marcottes. 541
SECTION 8. — De la greffe. 542
CHAPITRE XI. — Retranchement d'organes des végétaux pour obtenir un plus grand ou un meilleur produit. 547
SECTION 1. — Pincement des tiges. 549
SECTION 2. — De l'effeuillaison. 551
SECTION 3. — De l'écimage. 553
SECTION 4. — De la taille et de l'ébourgeonnement. . . 554

Pages.

§ 1. — Taille à fruit. 555
§ 2. — Taille pour obtenir la production de la feuille. 557
CHAPITRE XII. — Culture pendant la végétation des plantes. 558
SECTION 1. — Sarclage. 558
SECTION 2. — Buttage. 561
CHAPITRE XIII. — Des récoltes. 564
SECTION 1. — Cueillette des fruits. 567
SECTION 2. — Récolte des fruits. 568
SECTION 3. — Récolte des racines. 568
SECTION 4. — Arrachage des tiges. 570
SECTION 5. — Sciage ou fauchage des tiges. 571
SECTION 6. — Époque de la coupe des fourrages. . . . 575
SECTION 7. — Fanage des foins. 580
SECTION 8. — Mise en grenier ou en meules. 582
SECTION 9. — Opérations qui suivent le sciage des plantes à graines. 584
SECTION 10. — Observations générales sur les récoltes. . 587

DEUXIÈME PARTIE. — *Physiologie agricole (cultures spéciales)* 591

PREMIÈRE CLASSE. — CÉRÉALES. 596

CHAPITRE I. — Le froment. 599
SECTION 1. — Variétés de froment. 601
§ 1. — Touselles. 603
§ 2. — Seisettes. 605
§ 3. — Poulards (*petanielles, triticum turgidum*). . 606
§ 4. — Aubaines. 607
§ 5. — Blé de Pologne. 608
SECTION 2. — Végétation du froment. 608
SECTION 3. — Convenances météorologiques du froment.. 616
SECTION 4. — Partie constituante du froment. 624
SECTION 5. — Poids du froment. 627
SECTION 6. — Farine et principes ternaires et quaternaires contenus dans le blé. 629
SECTION 7. — Rendement du blé. 633
SECTION 8. — De la nature du sol propre au froment. . 636
SECTION 9. — Les engrais, leur qualité. 639
SECTION 10. — Aliquote de l'engrais absorbé par le blé. . 642
SECTION 11. — Sympathie et antipathie du froment. . . 646
SECTION 12. — Choix des variétés de froment. 647
SECTION 13. — Culture du blé. 651
§ 1. — Pratique de la culture. Blé de printemps. . . 653
§ 2. — Blé sur jachère. 653

Pages

§ 3. — Blé sur défrichement. 654
§ 4. — Blé sur récoltes jachères. 656
§ 5. — Blé en touffes. 657
§ 6. — Culture de blé en lignes. 658
§ 7. — Culture de blé avec irrigation. 659
SECTION 14. — Maladies du blé. 661
SECTION 15. — Prix intrinsèque du froment. 665
CHAPITRE II. — Les épeautres. 669
SECTION 1. — Le grand épeautre (*triticum spelta*). . . 669
§ 1. — Variétés. 670
§ 2. — Mode de végétation. 671
§ 3. — Proportions des différentes parties de l'épeautre. 671
§ 4. — Rendement de l'épeautre. 673
§ 5. — Culture de l'épeautre. 675
§ 6. — Valeur de l'épeautre. 675
SECTION 2. — Petit épeautre (*triticum monococum, locular, engrain*). 676
CHAPITRE III. — Du seigle. 676
SECTION 1. — Variété de seigle. 678
SECTION 2. — Végétation et convenances météorologiques du seigle. 679
SECTION 3. — Parties constituantes du seigle. . . . 680
SECTION 4. — Sol propre au seigle. 682
SECTION 5. — Des engrais pour le seigle. 684
SECTION 6. — Culture du seigle. 686
SECTION 7. — Choix de variétés de seigle. 687
SECTION 8. — Maladies du seigle. 688
SECTION 9. — Prix réel et prix vénal du seigle. . . . 689
CHAPITRE IV. — De l'orge. 691
SECTION 1. — Espèces d'orges. 693
§ 1. — Espèces sur six rangs. 693
§ 2. — Espèces à graines sur deux rangs. 694
SECTION 2. — Végétation de l'orge. 695
SECTION 3. — Parties constituantes de l'orge. 696
SECTION 4. — Sol propre à l'orge. 698
SECTION 5. — Engrais et rendement. 699
SECTION 6. — Culture de l'orge. 701
SECTION 7. — Valeur réelle et prix de l'orge. 704
CHAPITRE V. — De l'avoine. 706
SECTION 1. — Variétés d'avoine. 708
SECTION 2. — Parties constituantes de l'avoine. . . . 710
SECTION 3. — Engrais pour l'avoine. Aliquote qu'elle y puise. 711

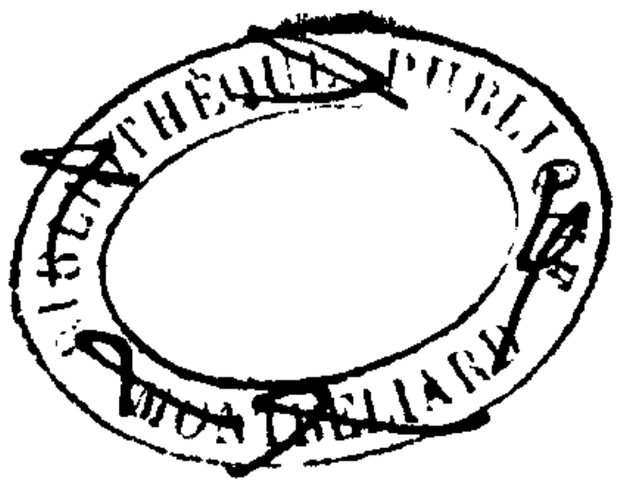
Pages.

SECTION 4. — Convenances météorologiques de l'avoine. 713
SECTION 5. — Culture. 713
SECTION 6. — Prix réel et marchand de l'avoine. . . . 714
CHAPITRE VI. — Le méteil. 717
CHAPITRE VII. — Le sarrasin. 719
CHAPITRE VIII. — Le riz. 725
SECTION 1. — Variétés du riz. 728
SECTION 2. — Composition du riz. 729
SECTION 3. — Préparation du terrain. 730
SECTION 4. — Prix du riz. 739
CHAPITRE IX. — Les millets (*panies*). 740
CHAPITRE X. — Le maïs. 745
SECTION 1. — Variétés du maïs. 746
A. Variétés à grain jaune. 747
B. Variétés à grain blanc. 748
SECTION 2. — Parties constituantes du maïs. 748
SECTION 3. — Engrais. 749
SECTION 4. — Culture du maïs. 753
SECTION 5. — Culture associée au maïs. 760
SECTION 6. — Maladies du maïs. 761
SECTION 7. — Valeur réelle et vénale du mais. 762
CHAPITRE XI. — Le sorgho (*holcus sorghus*). 766

DEUXIÈME CLASSE. — LÉGUMES (*plantes légumineuses cultivées pour leurs semences*). 769

CHAPITRE I. — Les haricots. 772
§ 1. — Haricots ramés. 773
§ 2. — Haricots nains. 773
CHAPITRE II. — Les fèves. 779
CHAPITRE III. — Les pois. 788
CHAPITRE IV. — Les vesces. 973
CHAPITRE V. — Les pois chiches (*cicer arietinum*) 796
CHAPITRE VI. — Les lentilles. 797

FIN DE LA TABLE DU TOME TROISIÈME.



EXTRAIT DU CATALOGUE DE LA LIBRAIRIE AGRICOLE.

Agriculture (Cours d'), par DE GASPARIN, cinq volumes in-8 et 233 gravures. . . 37 50
Agriculture *de l'ouest de la France*, par Jules RIEFFEL, 5 vol. in-8. . . . . 25 »
Amendements (Traité des), par PUVIS, 1 vol. in-12 de 320 pages. . . . . 2 »
Animaux domestiques, par David Low, 56 planches coloriées gr. in-4 et texte.
Animaux (Statique chimique des), emploi agricole du SEL, par BARRAL, 1 vol. in-12. 3 »
Bière (Traité de la fabrication de la), par ROHART, 2 vol. in-8 et 162 gravures . . 15 »
Bon Jardinier (Le) pour 1854, par POITEAU et VILMORIN, in-12 de 1658 pages 7 »
Botanique, par Aug. DE ST-HILAIRE, 930 pages in-8 et 24 planches gravées. . . 7 50
Cactées (Monographie et culture des), par LABOURET, 1 vol. in-12 de 720 pages. 7 50
Camellia (Monographie du), par l'abbé BERLÈSE, 340 pages in-8 et 7 planches. . . 5 »
Camellias (Iconographie des), par l'abbé BERLÈSE, 3 vol. in-fol., et 300 pl. color. 275 »
Chevaline (De l'espèce) *en France*, par le général LAMORICIÈRE, in-4, 3 cartes color. 7 50
Chimie agricole, par Isidore PIERRE, 662 pages in-12 et 22 gravures. . . . . 4 »
Comptabilité agricole (Traité de), par DE GRANGES, 320 pages in-8 et tableaux. 5 »
Conseils aux agriculteurs, par DEZEIMERIS, 3e édition, 654 pages in-12. . . . 3 »
Herbier général de l'Amateur, description, histoire, etc., des végétaux utiles et agréables, 5 beaux vol. in-4, par Ch. LEMAIRE, contenant 373 planches coloriées. 200 »
Horticulteur universel, par MM. CAMUZET, JACQUES, NEUMANN, PÉPIN, POITEAU, LEMAIRE, 7 volumes grand in-8 et 300 planches coloriées. . . . . 150 »
Jardinage (Manuel du), par COURTOIS-GÉRARD, 480 pages in-12 et 30 gravures. 3 50
Jardinier des fenêtres et des petits jardins, par Mme MILLET-ROBINET, 3e éd. 1 75
Journal d'Agriculture pratique, par les rédacteurs de la *Maison rustique*, Dr M. BARRAL. Un N° de 44 p. in-4, avec gravures, les 5 et 20 du mois. — Un an. 12 »
Maison rustique des Dames, par Mme MILLET-ROBINET, 2 vol. in-12 et 128 gr. 7 »
Maison rustique du 19e siècle, cinq volumes in-4, et 2,500 gravures. . . . 30 50
Le tome V (*Encyclopédie d'horticulture*), 512 pages in-4 et 500 gravures. . . . 9 »
Plantes, Arbres et Arbustes (Manuel général des). Description et culture de 25,000 plantes indigènes d'Europe ou cultivées dans les serres. Tomes I à III. . 30 »
Revue horticole, par MM. POITEAU, VILMORIN, DECAISNE, NEUMANN, PÉPIN, paraît le 1er et le 16 du mois. Un an (franco), avec 24 gravures coloriées. . . . 9 »
Roses (Centurie des plus belles), 50 livr. de 2 planches coloriées et texte. Chacune. 3 »
Pomone française, par LE LIEUR, 3e édition, 1 vol. in-8 de 600 pages et 15 pl. 7 50
Vers à soie (Manuel de l'Éducateur de), par ROBINET, 332 p. in-8 et 51 gravures. 5 »

Bibliothèque du Cultivateur, *publiée avec le concours du Ministre de l'Agriculture.*

En vente : onze volumes à 1 fr. 25 c. le volume in-12, savoir :

L'Eleveur de Bêtes à cornes, par VILLEROY, 2e édition, 438 pages et 60 gravures.
Races bovines de France, Angleterre, Suisse, par DE DAMPIERRE, 240 p. et 15 gravures.
Oiseaux de basse-cour et Lapins, par Mme MILLET-ROBINET, 204 pages et 11 gravures.
Fermage (Estimation, Plans d'amélioration, Bail), par DE GASPARIN, 2e édition, 384 pages.
Métayage (Contrat, Effets, Améliorations), par DE GASPARIN, 2e édition, 166 pages.
Arithmétique et Comptabilité agricoles, par LEFOUR, 224 pages et 12 gravures.
Géométrie agricole (Dessin linéaire, Arpentage, Toisé), par LEFOUR, 216 p. et 150 gravures.
Sol et Engrais, par LEFOUR, 204 pages et 36 gravures.
Houblon, par ÉRATH, traduit de l'allemand par Napoléon NICKLÈS, 127 pages et 22 gravures.
Le Pêcheur à la mouche artificielle et à toutes lignes, par DE MASSAS, 204 pages et 27 grav.
Animaux domestiques, Zootechnie, hygiène, etc., par LEFOUR, 180 pages et 55 gravures.

Bibliothèque du Jardinier, *publiée sous la direction de* MM. DECAISNE et VILMORIN,
Auteurs du *Bon Jardinier*.

En vente : deux volumes à 1 fr. 25 cent. le volume in-12, savoir :

Asperge (Culture naturelle et artificielle), par LOISEL, 108 pages et 6 gravures.
Melon (Culture sous cloche, sur butte et sur couche), par LOISEL, 112 pages et 3 gravures.

Paris. — Imprimerie d'E. Duverger, rue de Verneuil, 6.

MECANIQUE AGRICOLE.

PREMIERE PARTIE. - *Des forces motrices*
CHAPITRE I. - Travail du vent
SECTION 1. - Force du vent
SECTION 2. - Travail à utiliser, prix du travail du vent
CHAPITRE II. - Travail de l'eau courante
SECTION 1. - Travail disponible des cours d'eau
§ 1. - Jaugeage de l'eau s'écoulant par un orifice
§ 2. - Jaugeage de l'eau s'écoulant sur un déversoir
§ 3. - Jaugeage des eaux dans un canal
SECTION 2. - Evaluation de la force motrice des cours d'eau
SECTION 3. - Prix du travail mécanique de l'eau
CHAPITRE III. - De la vapeur
SECTION 1. - Evaluation du travail de la vapeur
SECTION 2. - Prix du travail de la vapeur
CHAPITRE IV. - Des moteurs animés en général
CHAPITRE V. - De l'homme
SECTION 1. - Acquisition du travail de l'homme
SECTION 2. - Force musculaire de l'homme
SECTION 3. - Durée des journées de l'ouvrier
SECTION 4. - Travail journalier de l'ouvrier
SECTION 5. - Limites du prix de la journée de l'ouvrier
SECTION 6. - De l'entretien de l'ouvrier. Nourriture
SECTION 7. - Dépenses d'entretien autres que la nourriture
SECTION 8. - Recettes de l'ouvrier
SECTION 9. - Prix du travail de l'ouvrier
CHAPITRE VI. - Du cheval
SECTION 1. - Force musculaire du cheval
SECTION 2. - Emploi du cheval comme animal de bât
SECTION 3. - Cheval agissant par son propre poids
SECTION 4. - Moyen de disposer du travail des animaux
SECTION 5. - Nourriture du cheval
SECTION 6. - Prix du travail du cheval
CHAPITRE VII. - Du mulet et de l'âne
CHAPITRE VIII. - Des boeufs
CHAPITRE IX. - Les vaches
DEUXIEME PARTIE. - *Des instruments et des machines*
PREMIERE DIVISION. - Instruments de culture
CHAPITRE I. - Instruments perforants
CHAPITRE II. - Instruments destinés à couper la terre en bandes verticales: coutres, râteaux, herses, peignes, scarificateurs
SECTION 1. - Résistance opposée à l'action du coutre
SECTION 2. - Instruments divers construits au moyen du coutre
§ 1. - Râteaux et herses
§ 2. - Les peignes
§ 3. - Scarificateurs, griffons
CHAPITRE III. - Instruments destinés à couper la terre en tranches horizontales
SECTION 1. - Résistance apportée à l'action des socs
§ 1. - Expériences sur le soc droit (perpendiculaire à la résistance)
§ 2. - Expériences sur les socs obliques
SECTION 2. - Instruments divers construits au moyen des socs
CHAPITRE IV. - Instruments destinés à retourner la terre sur elle-même par bandes
SECTION 1. - Tracé du versoir héliçoïde
SECTION 2. - Tracé du versoir paraboloïde
SECTION 3. - Résistance du versoir occasionnée par le poids de la tranche de terre
SECTION 4. - Résistance occasionnée par les frottements
SECTION 5. - Résistance occasionnée par le changement de figure du prisme de terre
SECTION VI. - Les buttoirs
CHAPITRE V. - Instruments qui coupent la terre verticalement, horizontalement, et qui la retournent par une action continue (charrue)
SECTION 1. - Disposition relative des outils
SECTION 2. - Moyen d'attache des outils
SECTION 3. - Application de la force à la charrue
SECTION 4. - Moyens permanents de faire varier le point d'application de la force (régulateur)
SECTION 5. - Moyens transitoires de faire varier les points d'application de la force (manches)
SECTION 6. - Direction de la force appliquée au centre des résistances
SECTION 7. - Force additionnelle nécessaire pour vaincre la résistance de l'avant-train
SECTION 8. - Preuves de l'exactitude de la théorie exposée, tirées de l'expérience
SECTION 9. - Changements dans la disposition de la charrue relatifs à différentes destinations
§ 1. - Charrues tourne-oreilles
§ 2. - Charrues à défoncer
§ 3. - Charrues sous-sol
§ 4. - Charrues-taupes
SECTION 10. - Récapitulation générale des conditions de la charrue
CHAPITRE VI. - Instruments destinés à déplacer la terre par une action discontinue en prismes qui prennent le nom de mottes (bêches, pioches, houes)
SECTION 1. - Bêches; leurs variétés
SECTION 2. - Emploi de la pelle
SECTION 3. - Emploi de la bêche
§ 1. - Travail mécanique du premier mode d'action
§ 2. - Travail mécanique du second mode d'action
§ 3. - Observations sur la forme des bêches
§ 4. - La fourche
SECTION 4. - La houe (pics, serfouettes, binettes)
CHAPITRE VII. - Instruments destinés à briser les mottes, ameublir, aplanir et presser la terre par une action discontinue (masses) et par une action continue (rouleaux)
CHAPITRE VIII. - Instruments servant à répandre la semence (semoirs)
CHAPITRE IX. - Instruments pour les récoltes
SECTION 1. - Instruments tranchants, faucilles, faux, etc.
SECTION 2. - Instruments employés pour détacher les grains de la paille
§ 1. - Le fléau
§ 2. - Le dépiquage
§ 3. - La machine à battre
§ 4. - Le ventilateur. - Tarare

§ 5. - Cribles
§ 6. - Machine à battre complète
§ 7. - Les rouleaux
CHAPITRE X. - Instruments de transport
SECTION 1. - Véhicules à deux roues. Charrettes
§ 1. - Les roues
§ 2. - Les bandes
§ 3. - Poids total et chargement d'une voiture à deux roues
SECTION 2. - Voitures à quatre roues. Chariots
SECTION 3. - Tirage des voitures selon la nature du sol
SECTION 4. - Nombre de chevaux à atteler au véhicule
SECTION 5. - Du mode d'attelage
SECTION 6. - Harnachement
SECTION 7. - Instruments de transport à bras d'homme
§ 1. - Paniers
§ 2. - La hotte
§ 3. - La civière
§ 4. - La brouette
SECTION 8. - Comparaison des véhicules dans les transports avec retour à vide
CHAPITRE XI. - Des machines propres à élever l'eau
SECTION 1. - Machines à percussion
SECTION 2. - Machines agissant par l'adhérence de l'eau
SECTION 3. - Machines employant la force d'inertie
SECTION 4. - Machines employant une force agissant dans le sens contraire de la pesanteur
SECTION 5. - Machines agissant par l'effet du plan incliné
SECTION 6. - Machines qui élèvent l'eau par la pression atmosphérique
SECTION 7. - Considérations sur l'application des différentes forces aux machines hydrauliques
§ 1. - Le vent
§ 2. - De l'eau comme moteur
§ 3. - De la vapeur
§ 4. - Comparaison des frais nécessaires pour élever l'eau à l'aide des différentes forces motrices
AGRICULTURE.
INTRODUCTION
PREMIERE PARTIE. - *De la culture*
CHAPITRE I. - Des défrichements
SECTION 1. - Opportunité des défrichements
SECTION 2. - Des différents modes de défrichement
SECTION 3. - Effondrement du sol
SECTION 4. - Défoncement profond
SECTION 5. - Défoncement superficiel
SECTION 6. - Défrichement avec écobuage
SECTION 7. - Comparaison des différents modes de défrichement
CHAPITRE II. - Travaux périodiques
CHAPITRE III. - Cultures annuelles
SECTION 1. - But des cultures
SECTION 2. - Labour pour ouvrir la terre
SECTION 3. - Labour d'ameublissement du sol
SECTION 4. - Terre gâtée
SECTION 5. - Labours d'ameublissement et de nettoiement des terres (labours de sarclage)
SECTION 6. - Influence des saisons sur les labours
SECTION 7. - Forme du labour
SECTION 8. - Utilité et convenance des labours à plat ou en billons
SECTION 9. - Culture de Tull
SECTION 10. - Culture du major Beatson
CHAPITRE IV. - Distribution des engrais
SECTION 1. - Des différents genres d'appauvrissement du sol
SECTION 2. - Qualité des engrais à donner à la terre
SECTION 3. - Quantité des engrais à donner à laterre
SECTION 4. - Manière de compter le vieil engrais dans la succession des cultures
SECTION 5. - Intervalle entre les fumures
SECTION 6. - Manière de répartir un engrais insuffisant
SECTION 7. - Etat des engrais à l'époque de leur emploi
SECTION 8. - Charroi des engrais
SECTION 9. - Comment l'engrais doit être situé par rapport aux plantes
CHAPITRE V. - Des semis
SECTION 1. - Choix des semences
SECTION 2. - Conservation des semences, durée de leurs facultés germinatives
SECTION 3. - Profondeur à laquelle les grains doivent être enterrés
SECTION 4. - De l'époque des semis
SECTION 5. - Distance à mettre entre les plantes
SECTION 6. - Quantité de semence
SECTION 7. - Préparation des semences
SECTION 8. - Des germes qui ne sont pas contenus dans les graines des plantes
CHAPITRE VI. - Pratique des semailles
SECTION 1. - Semailles d'automne
SECTION 2. - Procédés divers pour les semailles
§ 1. - Semis à poquets
§ 2. - Semis sous raie
§ 3. - Moyens d'enterrer le semis après que le grain a été répandu à la volée. Araires
§ 4. - Semailles avec le scarificateur ou la herse
§ 5. - Semis au moyen du semoir
SECTION 3. - Plombage des terrains
SECTION 4. - Procédés pour répandre la semence en terre
§ 1. - Semis à la volée
§ 2. - Semoirs; semis en ligne
SECTION 5. - Semailles du printemps
SECTION 6. - Semis à l'abri et sous couche des plantes délicates
CHAPITRE VII. - Transplantation des plantes herbacées
CHAPITRE VIII. - Transplantation des plantes vivaces et des arbres
CHAPITRE IX. - Des haies

SECTION 1. - Arbrisseaux à employer pour former les haies de clôture
SECTION 2. - Haies d'abri
SECTION 3. - Haies forestières
SECTION 4. - Les haies de produit
CHAPITRE X. - Pratique des plantations
SECTION 1. - Epoque des plantations
SECTION 2. - Préparation du terrain pour les plantations
SECTION 3. - Préparation des sujets à transplanter
SECTION 4. - Fosse pour transplanter les arbres; plantation
SECTION 5. - Soins ultérieurs à donner aux plantations d'arbres
SECTION 6. - Plantation des boutures
SECTION 7. - Des marcottes
SECTION 8. - De la greffe
CHAPITRE XI. - Retranchement d'organes des végétaux pour obtenir un plus grand ou un meilleur produit
SECTION 1. - Pincement des tiges
SECTION 2. - De l'effeuillaison
SECTION 3. - De l'écimage
SECTION 4. - De la taille et de l'ébourgeonnement
§ 1. - Taille à fruit
§ 2. - Taille pour obtenir la production de la feuille
CHAPITRE XII. - Culture pendant la végétation des plantes
SECTION 1. - Sarclage
SECTION 2. - Buttage
CHAPITRE XIII. - Des récoltes
SECTION 1. - Cueillette des fruits
SECTION 2. - Récolte des fruits
SECTION 3. - Récolte des racines
SECTION 4. - Arrachage des tiges
SECTION 5. - Sciage ou fauchage des tiges
SECTION 6. - Epoque de la coupe des fourrages
SECTION 7. - Fanage des foins
SECTION 8. - Mise en grenier ou en meules
SECTION 9. - Opérations qui suivent le sciage des plantes à graines
SECTION 10. - Observations générales sur les récoltes
DEUXIEME PARTIE. - *Physiologie agricole (cultures spéciales)*
PREMIERE CLASSE. - CEREALES
CHAPITRE I. - Le froment
SECTION 1. - Variétés de froment
§ 1. - Touselles
§ 2. - Seisettes
§ 3. - Poulards *(petanielles, triticum turgidum)*
§ 4. - Aubaines
§ 5. - Blé de Pologne
SECTION 2. - Végétation du froment
SECTION 3. - Convenances météorologiques du froment
SECTION 4. - Partie constituante du froment
SECTION 5. - Poids du froment
SECTION 6. - Farine et principes ternaires et quaternaires contenus dans le blé
SECTION 7. - Rendement du blé
SECTION 8. - De la nature du sol propre au froment
SECTION 9. - Les engrais, leur qualité
SECTION 10. - Aliquote de l'engrais absorbé par le blé
SECTION 11. - Sympathie et antipathie du froment
SECTION 12. - Choix des variétés de froment
SECTION 13. - Culture du blé
§ 1. - Pratique de la culture. Blé de printemps
§ 2. - Blé sur jachère
§ 3. - Blé sur défrichement
§ 4. - Blé sur récoltes jachères
§ 5. - Blé en touffes
§ 6. - Culture de blé en lignes
§ 7. - Culture de blé avec irrigation
SECTION 14. - Maladies du blé
SECTION 15. - Prix intrinsèque du froment
CHAPITRE II. - Les épeautres
SECTION 1. - Le grand épeautre *(triticum spelta)*
§ 1. - Variétés
§ 2. - Mode de végétation
§ 3. - Proportions des différentes parties de l'épeautre
§ 4. - Rendement de l'épeautre
§ 5. - Culture de l'épeautre
§ 6. - Valeur de l'épeautre
SECTION 2. - Petit épeautre *(triticum monococum, locular, engrain)*
CHAPITRE III. - Du seigle
SECTION 1. - Variété de seigle
SECTION 2. - Végétation et convenances météorologiques du seigle
SECTION 3. - Parties constituantes du seigle
SECTION 4. - Sol propre au seigle
SECTION 5. - Des engrais pour le seigle
SECTION 6. - Culture du seigle
SECTION 7. - Choix de variétés de seigle
SECTION 8. - Maladies du seigle
SECTION 9. - Prix réel et prix vénal du seigle
CHAPITRE IV. - De l'orge
SECTION 1. - Espèces d'orges
§ 1. - Espèces sur six rangs
§ 2. - Espèces à graines sur deux rangs
SECTION 2. - Végétation de l'orge
SECTION 3. - Parties constituantes de l'orge
SECTION 4. - Sol propre à l'orge

SECTION 5. - Engrais et rendement
SECTION 6. - Culture de l'orge
SECTION 7. - Valeur réelle et prix de l'orge
CHAPITRE V. - De l'avoine
SECTION 1. - Variétés d'avoine
SECTION 2. - Parties constituantes de l'avoine
SECTION 3. - Engrais pour l'avoine. Aliquote qu'elle y puise
SECTION 4. - Convenances météorologiques de l'avoine
SECTION 5. - Culture
SECTION 6. - Prix réel et marchand de l'avoine
CHAPITRE VI. - Le méteil
CHAPITRE VII. - Le sarrasin
CHAPITRE VIII. - Le riz
SECTION 1. - Variétés du riz
SECTION 2. - Composition du riz
SECTION 3. - Préparation du terrain
SECTION 4. - Prix du riz
CHAPITRE IX. - Les millets *(panies)*
CHAPITRE X. - Le maïs
SECTION 1. - Variétés du maïs
A. Variétés à grain jaune
B. Variétés à grain blanc
SECTION 2. - Parties constituantes du maïs
SECTION 3. - Engrais
SECTION 4. - Culture du maïs
SECTION 5. - Culture associée au maïs
SECTION 6. - Maladies du maïs
SECTION 7. - Valeur réelle et vénale du maïs
CHAPITRE XI. - Le sorgho *(holcus sorghus)*
DEUXIEME CLASSE. - LEGUMES *(plantes légumineuses cultivées pour leurs semences)*
CHAPITRE I. - Les haricots
§ 1. - Haricots ramés
§ 2. - Haricots nains
CHAPITRE II. - Les fèves
CHAPITRE III. - Les pois
CHAPITRE IV. - Les vesces
CHAPITRE V. - Les pois chiches *(cicer arietinum)*
CHAPITRE VI. - Les lentilles
FIN DE LA TABLE DU TOME TROISIEME.

COURS

D'AGRICULTURE

IV

BIBLIOTHÈQUE
DE M. A. BIXIO.
PARIS.

TYPOGRAPHIE DE CH. LAHURE
imprimeur du Sénat et de la Cour de Cassation
rue de Vaugirard, 9

COURS

D'AGRICULTURE

PAR

LE Cte DE GASPARIN

ANCIEN PAIR DE FRANCE

Membre de l'Académie des Sciences, de la Société centrale d'Agriculture, etc.

TROISIÈME ÉDITION

BIBLIOTHEQUE NATIONALE
CENTRE DE PRÊT
Réf. Postale 1101
78011 VERSAILLES CEDEX

TOME QUATRIÈME

PARIS

LIBRAIRIE AGRICOLE DE LA MAISON RUSTIQUE

RUE JACOB, N° 26

Et chez tous les libraires de la France et de l'Étranger

8° 70672 (4)

COURS

D'AGRICULTURE

AGRICULTURE

DEUXIÈME PARTIE

PHYTOLOGIE AGRICOLE (CULTURES SPÉCIALES).

SUITE.

TROISIÈME CLASSE

PLANTES A RACINES ALIMENTAIRES.

La culture des racines tient aujourd'hui une grande place dans les assolements. Cette faveur n'est pas due cependant à une appréciation exacte de leurs avantages agricoles; mais, d'un côté, la valeur commerciale que l'extraction du sucre a donnée à la betterave, et, de l'autre, celle bien plus générale encore qu'a acquise la pomme de terre par la fabrication de la fécule et de l'eau-de-vie, et surtout par l'abondance de nourriture qu'elle procure, ont été les principaux véhicules de l'extension de ces cultures. Le succès de ces deux plantes, considérées purement comme récoltes fourragères, ne peut se comparer au succès de la rave et du navet dans les pays

favorisés d'étés pluvieux et d'automnes doux et prolongés, comme la Grande-Bretagne et l'ouest de la France. Dans ces contrées, ces plantes sont entrées dans le cours régulier des cultures et s'étendent sur toute la surface des domaines.

Sans partager l'engouement exclusif de quelques auteurs pour les racines, nous pensons qu'elles doivent jouer un grand rôle dans une bonne culture : 1° parce qu'elles donnent des produits considérables, tout en laissant la terre dans un grand état de netteté, et que leur culture ne coûtant pas plus que les travaux de jachère, ceux-ci se trouvent payés par leurs produits, et la récolte des céréales qui les suit est ainsi déchargée d'une partie considérable de ses frais ; 2° parce que les racines se trouvant exposées à d'autres chances que les récoltes de grains ou de fourrages, en les admettant dans les assolements on divise les chances fâcheuses sur plusieurs produits dont les uns redoutent l'humidité ou la sécheresse de certaines saisons qui conviennent à d'autres; que c'est ainsi, et non par l'absorption de toutes les cultures dans la culture des racines, qu'on a pu dire qu'elles mettaient à l'abri des disettes; 3° parce qu'elles distribuent d'une manière plus égale le travail agricole sur les différentes époques de l'année et entretiennent l'activité des ouvriers qui, dans la culture ordinaire, passent trop fréquemment, et par saccades, d'un travail forcé à un travail nonchalant; 4° parce que les sarclages à la main qu'elles nécessitent donnent à ces ouvriers des habitudes d'ordre, de régularité, et une adresse d'exécution qu'on ne remarque pas ailleurs, habitudes qui se portent ensuite sur les autres cultures ; 5° parce que c'est seulement par leur moyen qu'on peut se procurer des aliments frais d'hiver pour les bestiaux; 6° parce qu'en leur qualité de substances alimentaires, et même quand on en extrait le sucre ou qu'on saccharifie leur fécule, les racines rendent à la terre tous leurs principes fertilisants sous forme d'engrais, et qu'ainsi, considérées

comme cultures industrielles, elles n'ont pas le défaut de plusieurs d'entre elles qui provoquent l'exportation et même la destruction de leurs éléments fécondants.

Il ne faut pourtant pas se faire d'illusions sur la valeur réelle des racines comme aliment. Appliquées à l'alimentation, elles ne sont qu'une nourriture complémentaire, parce que leurs matériaux ne sont pas entre eux dans la proportion voulue pour en faire un aliment complet. Pour nous en convaincre, appliquons-les d'abord à la nourriture de l'homme. Les principaux éléments de son régime sont, comme nous l'avons fait voir, une substance azotée contenant 26 grammes d'azote, et des substances ternaires contenant 501 grammes de carbone[1]; nous laissons de côté tous les éléments accessoires. Nous aurons pour l'aliment qui servira de nourriture :

	Nourriture totale représentée par	Azote.	Carbone.	Différ. avec la quantité de carbone requise.
Chair musculaire. .	$0^{k},703$	$0^{k},026$	$0^{k},096$	$-0^{k},405$
Froment	1,326	0,026	0,517	+0,016
Pommes de terre. .	7,222	0,026	0,648	+0,147
Navets	20,000	0,026	0,630	+0,129

Ainsi, il faudra ajouter à la chair musculaire une nourriture complémentaire contenant 405 grammes de carbone; le froment, dosant 1,96 p. 100 d'azote, sera une nourriture complète. Mais, en voyant l'énorme masse de racines qui représente l'élément azoté de la nourriture et dont la plus grande partie est composée d'eau, on sent que l'estomac ne peut suffire à sa digestion; et si l'on considère ensuite l'excédant de l'élément carboné, on voit que ces racines ne peuvent servir que d'aliment complémentaire d'un aliment azoté, et jamais de base unique ou principale de nourriture.

Voyons maintenant ce qui se passera quand on voudra ap-

(1) Selon M. Lassaigne (*Comptes rendus*, t. XXIII, p. 1109) la quantité de carbone brûlé par le poumon de l'homme est de 215 gram., tandis que le poumon du cheval en brûle $2^{k},640$ en 24 heures; ainsi la nourriture fournit au delà du carbone nécessaire à cette combustion.

pliquer les racines au régime des animaux. Prenons un cheval du poids de 416 kilogr.; ses aliments se composent de 16 kilogr. d'eau, d'une substance azotée renfermant 172$^{gr.}$ d'azote et de substances ternaires renfermant 5^{k},500 de carbone; nous aurons pour la substance qui servira de nourriture :

	Ration.	Azote.	Carbone.	Différence.	Eau.	Différence.
Foin sec.	15^{k}	0^{k},172	5^{k},556	+0^{k},056	1^{k},65	—14^{k},35
Herbe fraîche de prairie en fleur	60	0^{k},172	5^{k},556	+0^{k},056	15^{k},00	— 1,00
Pommes de terre	47,7	0,172	4,283	—1,273	35,217	+19,217
Navets	132,3	0,172	4,158	—1,342	121,44	+96,44

Le cheval qui mange de bon foin sec n'a besoin que de prendre un complément de boisson ; ce complément liquide est faible quand il est au vert ; alors il boit peu. Mais l'excédant d'eau dans la ration des racines et la masse énorme de ces racines démontrent l'impossibilité de composer uniquement sa nourriture de ces substances ; elles ne peuvent être qu'un complément à des aliments plus azotés et plus secs.

Ainsi les racines, en offrant d'utiles ressources à l'alimentation, ne peuvent pas être introduites dans le régime d'une manière aussi absolue que quelques personnes se l'imaginent, et nous pouvons entrevoir déjà dans quelle proportion elles doivent figurer dans les assolements.

Mais il faut prendre aussi en grande considération qu'outre les matières alimentaires ordinaires, l'albumine, la fécule, etc., les racines contiennent généralement des combinaisons qui leur impriment un caractère spécial, en modifiant l'usage qu'on en pourrait faire dans bien des cas.

Ainsi, la pomme de terre renferme un suc qui, d'après Otto, emprunte à ses germes un alcali (la solanine) dont les effets narcotiques sont nuisibles aux animaux qui la consomment à l'état frais.

Plusieurs racines, comme la betterave, la batate, la rave, recèlent le véritable sucre de cannes; sa présence rend leur

usage agréable aux animaux, et elles sont de bons aliments dans la mesure de leurs éléments divers.

D'autres, comme la carotte et le panais, contiennent en forte proportion la mannite, sucre incristallisable, dont la saveur répugne souvent à l'homme, ou du moins ne lui permet pas de faire un usage alimentaire principal de ces racines.

La racine du topinambour contient une huile essentielle dont le goût ne tarde pas à répugner à l'homme et la fait bannir de son régime.

Ces différentes propriétés généralisent ou restreignent l'emploi des différentes racines et ôtent ou ajoutent du prix aux parties vraiment alimentaires qu'elles renferment.

Ces considérations générales ne doivent pas être perdues de vue dans l'examen auquel nous allons nous livrer des différentes racines admises dans la culture.

CHAPITRE Ier.

Pomme de terre.

Originaire des contrées montagneuses de la Colombie et du Pérou, la pomme de terre, décrite par les anciens auteurs castillans (Zarate, Acosta), fut d'abord, selon M. Bowles[1], transportée et cultivée dans la Galice d'où elle passa en Italie; elle y était déjà commune vers le commencement du seizième siècle[2]. Elle se répandit de là en Allemagne où son nom (kartuffeln), dérivé du mot *tartuffoli*, atteste son origine italienne. D'un autre côté John Hawkins transportait la pomme de terre en Irlande dès 1545; mais dans ce pays dont elle devait faire plus tard la nourriture presque exclusive, elle fut

(1) *Introduction à l'histoire naturelle d'Espagne.*
(2) Clusius, XXIII, 521.

l'objet de peu d'attention. L'amiral Drake l'ayant cultivée dans ses terres en Virginie l'envoya au botaniste Gérard. On raconte que le jardinier auquel celui-ci en confia la culture, ayant fait un ragoût détestable de ses baies, arracha la plante de dépit, et qu'alors ses nombreux tubercules lui découvrirent le secret de sa valeur. Elle ne commença à être sérieusement cultivée en Irlande qu'en 1623, quand elle y fut introduite de nouveau par Walter Raleigh. En Allemagne, elle fut d'abord négligée, mais la famine de 1770 la fit admettre dans la grande culture. La France ne la reçut que beaucoup plus tard, et c'est seulement sous le règne de Louis XV qu'elle commença à être cultivée dans l'Anjou et le Limousin. C'est aux efforts de Parmentier qu'on doit son extension et son admission dans le régime alimentaire.

Avant l'introduction de la pomme de terre, les populations de l'Europe étaient affligées de famines presque périodiques. Toutes comptaient, pour se nourrir, sur les récoltes des graines céréales. En Allemagne le seigle, en Irlande et en Ecosse le gruau d'avoine, en Angleterre et en France le froment étaient la seule base de la nourriture. Le succès de toutes ces récoltes dépendait de la constitution atmosphérique des mêmes saisons; les orages, les brouillards, une longue succession de pluie ou de sécheresse étendaient-ils leur influence sur une grande partie de l'Europe, la disette frappait à la fois une vaste étendue de pays et décimait la population pauvre. Introduire comme supplément une plante dont la végétation a lieu dans d'autres circonstances, qui cache ses produits sous terre, qui résiste aux gelées tardives, brave les brouillards et la grêle, végète avec vigueur sous l'influence d'un printemps humide, et qui, se plantant à plusieurs époques, peut se multiplier au moment même où la nécessité s'en fait sentir, offrait une garantie précieuse contre le retour de ces calamités; c'était la plus grande découverte, l'amélioration la plus importante que pût recevoir l'état social.

Tel a été le bienfait auquel Parmentier a attaché son nom parmi nous, et si ce nom n'a pu lutter contre les effets de l'habitude, si la *Parmentière* n'a pu conserver ce baptême de la reconnaissance, l'histoire de notre agriculture dira du moins l'influence que cet homme bienfaisant a eue sur l'avenir de nos générations.

Dès lors les économistes ont été d'accord sur ce principe, que pour que la subsistance d'une nation soit assurée, elle doit reposer sur deux bases principales, dont la seconde, d'un moindre prix vénal, puisse être consacrée à la nourriture des animaux; de telle sorte que, dans les années de disette, on trouve une double ressource, celle de la chair des animaux qu'on ne peut conserver et celle de la nourriture qui leur aurait été consacrée si la disette n'avait élevé sa valeur vénale. Cet équilibre est l'heureuse condition dans laquelle se trouve aujourd'hui la France.

Mais si, par certaines circonstances locales, la récolte supplémentaire devient la récolte principale, l'équilibre est rompu de la manière la plus dangereuse: Le régime habituel des habitants étant avili, si la récolte de cette nourriture vient à manquer ils sont privés de toute ressource, parce que la population, accrue par l'abondance et le bon marché de la subsistance, ayant réglé sa dépense sur le bas prix de l'aliment inférieur, ne peut avoir recours à celui dont le prix est supérieur, et qui n'est plus en quantité suffisante pour les besoins. Cette population est alors livrée sans remède à la plus profonde détresse. Ainsi, en Irlande, la facilité de la culture de la pomme de terre, sa réussite habituelle dans un pays humide où elle semblait avoir trouvé son climat de prédilection, ayant favorisé sa multiplication et fait de son produit l'unique nourriture des habitants, le sort du pays entier dépend de sa réussite. Depuis deux ans ce danger se réalise par les ravages d'une maladie qui attaque le tubercule de la pomme de terre. C'est au milieu des

cris de détresse des peuples, en présence des efforts impuissants des gouvernements pour porter des secours à tant de misères, que nous écrivons ces lignes (1847). Nous déplorons ces malheurs avec tous les amis de l'humanité. Ils sont le fruit d'un entraînement dont le résultat était prévu, mais qu'il n'était peut-être pas possible d'arrêter. En infligeant un si rude châtiment à la génération présente, cette maladie, qui reparaîtra sans doute par intervalles, servira du moins à contenir dans des limites plus raisonnables l'emploi habituel des pommes de terre comme base de régime; nous apprendrons à nous ménager plusieurs genres de ressources, à varier davantage notre alimentation par la crainte salutaire que fera peser cette maladie sur ceux qui feront de la pomme de terre un usage trop exclusif.

La pomme de terre est loin de fournir à l'homme une nourriture suffisante par elle-même. Pour obtenir de ce tubercule la même quantité de matières sanguinifiables (azotées) que de $1^{k},326$ de froment, il devrait consommer $7^{k},222$ de pommes de terre, ce qui est impossible : cet aliment doit donc être associé à des substances plus azotées. Ainsi, la ration ordinaire des ouvriers qui peut être réduite à $1^{k},326$ de froment contient 26 grammes d'azote. Prenons la pomme de terre pour base de la nourriture, en supposant qu'on en consomme 2 kilogr. par jour, cette ration contiendra $7^{gr},2$ d'azote. Il restera donc à se procurer ce supplément contenant $18^{gr},8$ d'azote pour que la nutrition soit complète. Si ce supplément consiste en viande, il en faudra $0^{k},55$; si c'est en lait, $3^{lit},8$, en fromage sec $0^{k},14$, ou en haricots $0^{k},5$, quantités qui excéderont toutes de beaucoup les aliments supplémentaires que nous avons vus en usage dans les pays où la pomme de terre forme la base de la nourriture.

Section Ire. — *Composition.*

La pomme de terre contient plus ou moins d'eau selon ses

variétés et la nature plus ou moins aqueuse, plus ou moins compacte du terrain où elle est cultivée. Il semble que la ténacité du terrain gêne le développement des cellules et les empêche de se remplir d'eau. Le climat et la saison doivent aussi contribuer pour beaucoup à la proportion de liquide qu entre dans leur masse; les tubercules récoltés dans le midi sont moins aqueux que ceux du nord. Dans les expériences faites par M. Girardin, la quantité moyenne d'eau, prise sur l'ensemble des variétés mises en expérience, a été :

Dans les sables d'alluvion.	76,2	Dans les terrains argileux.	74,8
Dans les terrains tourbeux.	76,7	Dans les terrains calcaires.	76,0

M. Boussingault avait trouvé 75,9 d'eau pour 100 parties de pommes de terre cultivées en Alsace. Selon cet auteur, le tubercule sec de la pomme de terre est composé comme il suit :

Carbone.	43,72	Chlore.	0,10
Hydrogène.	6,00	Chaux.	0,07
Oxygène.	44,88	Magnésie	0,21
Azote.	1,50	Potasse	2,01
Acide carbonique . .	0,52	Soude	*traces*.
— sulfurique. . .	0,28	Silice	0,22
— phosphorique .	0,44	Fer et alumine .	0,02

Les fanes de la pomme de terre desséchées au moment de la récolte se sont réduites de 100 à 24 ; elles contenaient :

Carbone	44,8	Oxygène	30,5
Hydrogène	5,1	Azote	2,3
Sels et perte.	17,3		

M. Mollerat a fait antérieurement de nombreux essais pour constater les quantités de sous-carbonate de potasse qu'on retire des fanes vertes de la patraque jaune aux diverses époques de sa végétation; il a trouvé les résultats suivants[1] :

	Par 100 de fanes sèches.
Immédiatement avant la floraison . .	0,0511
—— après la floraison . .	0,0456
Un mois plus tard	0,0172
Desséchées sur pied	0,0144

(1) *Annales de chimie*, 1825, t. XXVIII, p. 165.

La proportion de potasse diminue graduellement à mesure que la végétation s'avance.

Le rapport des tubercules aux fanes fraîches a été chez M. Boussingault comme 100 : 23.

Proust[1] a trouvé, en analysant vingt-deux variétés crues en Espagne, dans différents terrains, les proportions suivantes de solutum :

Sucs extractifs, y compris le glutine. .	4,5
Amidon.	15,5
Fibres	9,0
Eau.	71,0
	100,0

Les tubercules de pommes de terre les plus farineuses (la pigry) contiennent à Paris 15 p. 100 de fécule, la vitelotte corne bleue et la rouge ordinaire seulement 5 p. 100.

Voici le poids d'un volume donné de pommes de terre[2] :

Un hectolitre de grosses, dont 300 tubercules à l'hectolitre.	62,50
— de moyennes, dont 900.	63,50
— de très petites, dont 2000.	65,00
— de grosses et de petites, comblé à la main de manière à former un cône.	77,50
— des mêmes, mesure rase	64,00

SECTION II. — *Variétés.*

Le nombre des variétés connues de pommes de terre est immense et tendrait à s'accroître de plus en plus si l'on ne mettait incessamment au rebut celles qui ne répondent pas à l'attente des cultivateurs. Mathieu de Dombasle a fort bien remarqué qu'il s'en forme perpétuellement de nouvelles dans les champs où on laisse mûrir les baies avant la récolte. « Si l'on fait des recherches exactes, après la moisson, dans un

(1) Mémoire manuscrit.
(2) Lefour, *Journal d'Agriculture pratique*, 1re série t. IV, p. 188.

terrain où l'on a récolté des pommes de terre l'année précédente, dit-il, on trouve souvent des pieds très chétifs qui n'ont pu prendre d'accroissement faute de culture. Il ne faut pas les confondre avec les pieds provenant de tubercules qui seraient restés en terre. En arrachant ceux-ci avec soin, on trouve la mère adhérente aux racines du pied, ou du moins ses débris dans le voisinage des racines; ce qui n'arrive pas pour les plantes provenues de graine[1]. » C'est par ces semis spontanés que se sont formées la plupart des variétés connues.

M. Vilmorin, à qui la Société centrale d'agriculture a confié la conservation de sa collection, en a publié le catalogue[2]. Chaque jour les auteurs parlent de variétés différentes, qu'ils désignent sous des noms inconnus hors de leur canton. Il est très difficile d'établir une synonymie de variétés aussi mal définies et limitées; nous nous attacherons donc aux noms indiqués par M. Vilmorin, dont les types sont conservés avec soin dans ses cultures. Il les a divisées en trois sections : 1° les pommes de terre très abondantes à goût moins délicat que les autres; 2° les pommes de terre remarquables par leurs bonnes qualités; 3° les pommes de terre hâtives; 4° les pommes de terre de longue garde. Cette classification pratique, excellente pour renseigner ceux qui veulent faire choix d'une espèce dans la collection, en leur indiquant ses principales propriétés économiques, ne pourrait servir à les grouper de manière à les reconnaître partout. M. Girardin a cherché à remplir ce but en divisant les pommes de terre par leur conformation extérieure en trois sections : 1° les *patraques* à tubercules généralement arrondis, offrant des yeux nombreux et apparents; 2° les *parmentières*, à tubercules allongés ou aplatis, munis d'yeux peu nombreux; 3° les *vitelottes*, à tubercules allongés cylindriques, offrant des yeux

(1) *Annales de Roville*, t. IX, p. 286.
(2) *Bulletin des séances de la Société*, 1846, p. 175.

très nombreux et très apparents, enchâssés dans une cavité profonde[1].

Les variétés de pommes de terre sont venues un peu au hasard entre les mains des cultivateurs; ils ont été surtout frappés du volume des tubercules et les ont plantés sans consulter les convenances de ces variétés relativement à la nature du terrain; enfin, ils ne se sont pas assurés de leur rendement, soit en matières azotées, soit en fécule. Sur ce dernier point les fabricants comprennent mieux leurs intérêts; ils connaissent bien les espèces féculentes. Nous n'avons rien à présenter de complet sur ces différents points de vue, cependant nous ne devons pas négliger de faire connaître l'expérience la plus considérable et la plus détaillée qui ait été faite. Elle servira de guide aux cultivateurs dans le choix des espèces qu'ils pourront introduire avec le plus d'avantages dans leurs cultures; ils ne devront cependant arrêter définitivement leur choix que quand ils les auront soumises à des essais directs faits sur leur sol et dans leur climat.

Ces expériences ont été faites sur quatre espèces de terrain qui présentaient la composition suivante :

		Sable d'alluvion.	Sable tourbeux.	Sol argileux.	Sol calcaire.
Gros gravier.		4,98	1,40	2,80	6,90
Sable moyen	siliceux. .	9,54	6,80	1,60	5,90
	calcaire. .	5,46	0,60	1,65	
Sable fin. .	siliceux. .	70,90	65,60	22,39	14,99
	calcaire. .	3,40	4,90	7,28	
Débris organiques. . . .		0,92	0,40	0,66	0,03
Humus azoté.		1,30	5,75	3,05	3,42
Argile pure		1,20	12,78	49,60	12,80
Carbonate de chaux . . .		1,50	1,27	1,77	50,30
— de magnésie .		»	»	»	5,22
Oxyde de fer.		*traces.*	»	8,70	»
Sels solubles.		0,80	0,50	0,50	0,44
		100,00	100,00	100,00	100,00

(1) *Mémoires de la Société d'agriculture de Rouen*, 1841.

C'est à MM. Girardin et Dubreuil de Rouen qu'on est redevable de ces expériences.

Les tubercules furent plantés dans ces terrains le 16 avril 1840; ils avaient été choisis d'un poids uniforme de 187gr,5; on les plaça à la profondeur de 0m,10 et à une distance de 0m,50 les uns des autres, en tous sens; ils reçurent deux binages et deux buttages, et on les récolta au fur et à mesure de leur maturité.

Jusqu'à présent on n'avait apprécié la récolte que d'après son poids; mais l'analyse démontrait que les différentes variétés avaient chacune leur valeur propre. Les expérimentateurs constataient donc par l'analyse les différentes substances qu'elles contenaient; mais leur valeur variait aussi selon qu'on destinait les tubercules à la nourriture des animaux ou à la fabrication de la fécule; l'une était la valeur alimentaire, l'autre la valeur industrielle. Les auteurs ont adopté, pour exprimer la première, la quantité de matière solide contenue dans les tubercules, et la quantité de fécule pour la seconde. Ils auraient été plus près de la vérité s'ils avaient dosé l'azote de chaque variété, car, comme principe alimentaire, c'est toujours cet élément qui manque principalement à la pomme de terre. Enfin il devenait important de connaître l'époque de la maturité de chaque variété, surtout pour ceux qui, faisant des semences tardives ou voulant obtenir une récolte dérobée, doivent calculer la possibilité de ces opérations. Aussi ont-ils tenu note de cette époque.

Nous avons ajouté aux nombres énoncés dans le travail de MM. Girardin et Dubreuil une dernière colonne dans laquelle nous avons indiqué la somme de chaleur totale obtenue en prenant la demi-somme du minimum et du maximum thermométrique observés au soleil d'après les observations faites à Paris, dont le climat diffère très peu du climat de Rouen.

Voici le résultat de leurs évaluations :

VARIÉTÉS D'APRÈS LE CATALOGUE DE LA SOCIÉTÉ CENTRALE.	QUANTITÉ DE MATIÈRE SÈCHE.				QUANTITÉ DE FÉCULE.			
	Sable.	Tourbe.	Argile.	Calcaire.	Sable.	Tourbe.	Argile.	Calcaire.
Patraque blanche, premières fanes	28,5	25,0	28,5	26,6	18,84	10,59	11,20	14,48
— jaune ordinaire	27,0	25,2	26,3	26,6	16,72	19,62	8,75	10,00
— jaune première Wellington	24,2	25,2	30,5	27,7	11,77	10,90	10,32	14,05
— jaune premiers champignons	25,5	22,0	30,0	25,2	8,59	8,24	12,65	10,50
— jaune derniers champignons	27,3	24,0	27,0	27,0	11,90	8,49	12,81	11,26
— jaune d'août	27,6	24,3	27,0	30,8	13,57	8,52	14,26	10,95
— jaune ox-noble	26,0	25,2	26,5	25,1	15,64	11,15	15,53	9,07
— jaune première Hopset	24,5	20,0	25,0	25,0	15 68	8,95	18,21	11,58
— jaune 6 semaines des Etats-Unis	24,5	22,0	0,0	24,0	13,33	7,21	0,00	6,65
— jaune bloc	21,6	22,3	25,2	22,6	6,47	9,92	13,50	10,26
— jaune Sanderson	21,1	27,2	27,7	25,4	7,79	11,42	16,83	13,05
— jaune Shaw	20,0	24,1	26,5	22,7	10,49	10,29	15,44	9,96
— jaune Mailloche	21,8	23,3	27,7	21,5	5,58	11,26	9,13	10,55
— jaune fruit pain	23,1	24,6	25,0	24,0	8,66	8,52	20,54	12,38
— jaune naine hâtive	25,5	24,3	25,1	27,0	6,75	10,20	7,72	11,57
— jaune américaine hâtive élevée	23,5	24,1	22,7	24,1	10,68	10,78	14,83	8,89
— jaune œil violet ou reinette	23,3	24,5	25,2	20,4	10,00	16,37	16,68	13,26
— rose claire et brune	22,6	25,3	27,2	23,2	9,98	12,06	10,94	8,14
— rose Descroizilles	28,5	29,5	27,1	26,1	13,23	15,56	14,29	9,65
— rose Callinger	29,3	19,0	21,0	22,2	10,26	9,73	7,28	3,36
— rose divergente ou brugeoise	22,1	27,4	27,2	25,5	9,64	13 53	14,44	14,13
— rose Somelier	22,2	0,0	25,0	20,6	10,00	0,00	9,60	12,77
— rose Rohan	30,1	19,0	22,1	23,3	11,60	9,50	11,14	13,56
— rose Rohan hâtive	23,2	25,2	24,5	25,5	13,22	14,06	10,28	15,13
— rose de rochers	14,7	23,5	24,0	22,4	4,21	10,53	9,01	6,48
— rose dite patraque blanche	22,5	22,0	21,5	21,5	7,24	12,20	8,35	8,70
— rose rognon rouge de Lille	23,4	25,2	25,0	23,1	12,25	11,82	13,53	10,17
— rose prime rouge	25,6	27,2	26,0	23,0	13,97	9,63	14,31	10,89
— rose jaune	27,0	0,0	19,1	22,5	10,14	0,00	8,68	9,71
— rose semi-rouge	25,5	22,2	24,0	23,6	10,25	5,56	8,52	10,21
— rouge la noble	23,6	22,2	21,0	19,9	5,90	7,25	9,91	10,62
— rouge dite violette à peau pourpre	27,3	24,7	21,0	24,1	9,23	10,91	10,01	8,85
— rouge ordinaire	19,2	22,0	24,0	20,0	5,61	8,46	4,47	9,70
— violette de la halle	26,2	22,3	26,0	31,0	7,45	6,56	9,60	11,80
— violette de Lenkuna ou de Chandernagor	25,4	24,1	25,0	25,0	11,79	11,67	7,46	15,21
Parmentière jaune précoce	22,3	24,0	25,0	25,5	6,36	6,67	12,43	12,60
— jaune précoce van Ess	27,2	31,0	27,0	24,0	7,44	8,40	13,37	6,78
— jaune toute bonne	24,1	25,2	24,4	25,0	5,71	6,86	11,02	6,11
— jaune haricot	23,7	20,4	21,2	26,7	5,94	5,20	10,00	3,86
— jaune fine précoce d'Angleterre	10,2	17,0	11,3	13,0	6,54	10,21	7,05	3,47
— jaune longue d'août	26,5	21,9	24,5	24,2	9,13	9,97	0,00	5,44
— jaune Kidney hâtive ou Marjolin	22,6	22,0	28,0	26,0	12,10	13,43	10,62	11,82
— jaune Ségonzac de Morel de Vindé	23,0	21,0	22,4	19,7	8,96	7,30	7,26	7,36
— jaune de Knight	25,0	23,9	26,6	25,5	10,43	7,74	10,34	10,69
— jaune de Hollande de la halle de Paris	22,0	22,5	25,4	25,0	7,85	7,43	8,12	14,38
— rose corniche française	22,5	30,9	26,0	26,5	15,38	12,93	8,59	14,60
— rouge de Hollande, rouge de la halle	30,2	21,0	28,2	34,0	13,15	9,56	11,17	12,32
— violette corne bleue ou de Constantinople	26,6	22,0	26,0	23,4	10,00	4,88	13,35	8,55
— violette dite précieuse rouge	26,2	23,5	25,0	24,7	12,65	8,40	14,21	12,81
Vitelotte jaune imbriquée	27,0	23,5	26,5	28,2	16,44	13,23	15,50	14,57
— jaune artichaut ou ananas jaune	20,4	20,5	20,5	24,6	9,10	7,69	11,26	6,60
— jaune chinoise ou sucrée de Hanovre	12,3	8,2	27,5	23,7	9,99	7,00	16,58	10,71
— jaune la Pigry	28,4	26,0	28,8	25,4	15,02	16,49	14,77	14,91
— jaune châtaigne de Sainville	20,7	20,0	29,2	26,7	14,28	11,17	17,17	15,66
— rouge longue de l'Indre	23,6	21,5	30,5	23,0	14,41	15,09	14,83	6,82

POIDS DE LA RÉCOLTE en décigrammes.				VALEUR ALIMENTAIRE.				VALEUR INDUSTRIELLE.				ÉPOQUE de la MATURITÉ.	CHALEUR TOTALE à la surface du sol. — Moyenne entre le maximum au soleil et le minimum.
Sable.	Tourbe.	Argile.	Calcaire.	Sable.	Tourbe.	Argile.	Calcaire.	Sable.	Tourbe.	Argile.	Calcaire.		
2650	3800	5206	4381	755	950	1483	1165	499	402	583	634	7 août.	2247°
2003	2703	2190	2268	702	681	575	603	435	550	191	226	22 août.	2589
7450	7421	3705	4725	1802	1870	1129	1308	876	808	382	522	22 août.	2589
3808	4443	3781	4571	973	977	1134	1151	320	566	478	479	7 août.	2247
718	1515	1428	1796	296	315	385	484	85	111	182	202	7 sept.	2829
2845	2390	2157	3187	784	580	576	981	383	203	304	348	7 sept.	2829
9409	10375	6125	5140	2446	2614	1625	1290	1471	1154	952	466	22 sept.	2920
1700	1703	3421	2765	415	320	855	636	181	152	622	320	7 août.	2247
962	500	000	2550	236	110	00	612	128	36	00	191	22 août.	2589
1850	3687	2854	2728	599	822	714	616	119	565	383	279	22 août.	2589
4353	4865	2456	3518	918	1325	680	893	359	555	413	459	7 sept.	2829
4590	1275	1650	1906	878	507	457	452	460	131	221	189	22 août.	2589
6866	4806	4446	6871	1497	1119	1251	1477	383	541	403	725	22 août.	2589
5995	6088	4287	4212	1384	1497	1071	1010	519	518	880	521	22 sept.	2920
600	925	1200	1593	111	224	301	450	40	94	93	181	22 juillet.	1986
2845	2521	3440	3051	666	607	780	750	303	271	510	269	7 août.	2247
6010	7631	3705	3031	1400	1869	933	1288	601	1259	617	857	7 sept.	2829
1715	1062	1878	1936	387	268	511	453	171	128	205	159	7 juillet.	1551,7
4762	4975	2118	3850	1347	1467	574	1004	630	774	302	371	22 sept.	2920
2643	125	731	425	774	24	155	94	271	12	53	14	7 sept.	2829
3140	4793	1628	1793	695	1313	442	457	302	649	235	253	22 sept.	2920
3515	000	2687	3877	755	00	672	798	351	00	257	495	22 sept.	2920
5378	2281	2787	4155	1618	455	615	967	623	216	310	554	22 sept.	2920
8640	8415	5690	7878	2004	1952	1394	2008	1194	1183	584	1192	7 sept.	2829
981	1075	1512	1937	144	352	362	454	41	113	156	125	7 août.	2247
5625	5671	3146	4216	1209	807	676	906	407	447	263	366	22 août.	2589
1612	1209	2548	2881	377	280	540	665	197	142	317	293	22 août.	2589
2509	3475	3854	2859	642	945	996	657	350	335	548	511	22 août.	2589
6459	000	4354	3225	1743	00	827	748	654	00	576	322	22 sept.	2920
1606	1628	2359	2234	409	361	566	527	164	90	201	228	7 août.	2247
944	1037	1687	1412	253	230	354	281	56	75	167	149	7 août.	2247
812	412	1062	1062	222	101	223	256	75	45	107	91	22 août.	2589
1588	2021	1618	947	505	444	388	189	89	170	72	91	22 août.	2589
1659	1381	2105	2637	434	307	546	817	123	90	202	311	22 sept.	2920
1925	2705	2343	3375	488	651	585	776	226	315	174	513	22 août.	2589
1953	678	959	2937	455	162	259	748	124	45	119	364	22 août.	2589
1415	1165	3025	1725	384	361	816	414	105	97	401	116	7 août.	2247
1819	1906	1468	1437	458	442	358	359	103	130	162	87	7 sept.	2829
1052	593	831	1462	249	120	176	390	62	30	85	56	22 août.	2589
118	109	128	145	12	18	14	18	7	11	9	4	7 juillet.	1551,7
475	662	850	550	125	145	208	135	45	65	00	29	7 août.	2247
2546	2915	1828	1409	575	641	511	566	308	391	194	166	22 août.	2589
825	665	975	1246	190	140	218	245	74	48	71	57	22 août.	2589
1650	2328	1812	1421	412	556	481	362	171	180	187	152	22 août.	2589
2845	1425	1518	1968	625	320	385	492	223	105	125	282	22 sept.	2920
2187	5028	1909	1771	492	1553	496	469	556	650	160	258	22 sept.	2920
325	706	678	1671	158	169	191	568	69	67	75	205	7 août.	2247
318	205	495	959	84	45	128	224	32	9	65	82	22 août.	2589
4000	5915	1296	1096	648	1390	324	270	506	496	184	140	22 sept.	2920
3684	3781	4187	3451	994	888	1109	967	605	500	648	500	22 sept.	2920
1043	894	868	951	212	185	177	229	94	58	98	61	22 août.	2589
2080	2518	1356	1984	285	190	372	470	207	162	222	212	22 sept.	2920
6318	9091	4962	7009	1794	2363	1429	1780	948	1499	754	1045	22 sept.	2920
2712	1256	1862	3087	561	247	543	824	587	158	519	485	22 août.	2589
9068	3612	3971	5875	2684	776	1211	1351	1306	2545	588	400	22 sept.	2920

Sans attacher une foi absolue à cette expérience, elle se rapproche assez des faits généralement admis par les agriculteurs pour que nous la regardions comme très intéressante et comme pouvant servir de guide dans le choix des espèces, sans prétendre cependant qu'elle puisse dispenser d'observer avec soin les modifications que le sol et le climat apporteront à leurs propriétés. Elle confirme ce que nous savions déjà, que dans la section des patraques se trouvent les espèces les plus productives; que les parmentières ne sont que des espèces de jardin, et que dans les vitelottes un très petit nombre seulement peuvent prétendre à se montrer dans la grande culture. Elles nous indiquent les espèces les plus riches en matière solide et les plus riches en fécule, celles qui sont le mieux adaptées aux différents sols, enfin celles qui sont tardives ou précoces. Ainsi, d'après ce tableau, quand on voudra faire servir les pommes de terre à l'alimentation, on cultivera de préférence :

Dans les terrains sablonneux.

Vitelotte rouge de l'Indre.
Patraque jaune ox-noble.
— rose Rohan hâtive.
— jaune 1re Wellington.
Vitelotte la Pigry.
Patraque rose-jaune.
— rose Rohan.
— jaune Mailloche.
— jaune œil violet.
— jaune fruit pain.

Dans les terrains riches en terreau.

Patraque jaune ox-noble.
Vitelotte jaune la Pigry.
Patraque jaune Rohan hâtive.
— jaune 1re Wellington.
— jaune œil violet.
Parmentière jaune cornichon.
Patraque jaune fruit pain.
— rose Descroizilles.
Parmentière violette, dite Précieuse rouge.
Patraque jaune de Sanderson.

Dans les terrains argileux.

Patraque jaune ox-noble.
— blanche 1re façon.
Vitelotte jaune la Pigry.
Patraque rose Rohan hâtive.
— jaune Mailloche.
Vitelotte rouge de l'Indre.
Patraque jaune 1ers champions.
— jaune 1er Wellington.
Vitelotte jaune imbriquée.
Patraque jaune fruit pain.

Dans les terrains calcaires.

Patraque jaune Rohan hâtive.
Vitelotte jaune la Pigry.
Patraque jaune Mailloche.
Vitelotte rouge de l'Indre.
Patraque jaune 1re Wellington.
— jaune ox-noble.
— jaune œil violet.
— blanche 1re façon.
— jaune 1ers champions.
— jaune fruit pain.

Quand on voudra se livrer à la distillation des pommes de terre ou à la fabrication de la fécule, l'ordre de mérite des variétés sera le suivant :

Terrain sablonneux.

Patraque ox noble.
Vitelotte de l'Indre.
Patraque rose de Rohan hâtive.
Vitelotte jaune la Pigry.
Patraque jaune 1re Wellington.
— rose-jaune.
— rose Descroizilles.
Vitelotte jaune imbriquée.

Riche en terreau.

Patraque jaune ox noble.
Vitelotte jaune la Pigry.
Patraque jaune Rohan hâtive.
— 1re Wellington.
— jaune œil violet.
Parmentière jaune cornichon français.
Patraque jaune fruit pain.
— rose Descroizilles.
Parmentière violette, dite Précieuse rouge.
Patraque jaune Sanderson.

Argileux.

Patraque jaune ox noble.
— blanche, 1re façon.
Vitelotte jaune la Pigry.
Patraque rose de Rohan hâtive.
— jaune Mailloche.
Vitelotte de l'Indre.
Patraque jaune 1ers champions.
— jaune 1re Wellington.
Vitelotte jaune imbriquée.
Patraque jaune fruit pain.

Calcaire.

Patraque jaune Rohan hâtive.
Vitelotte jaune la Pigry.
Patraque jaune Mailloche.
Vitelotte rouge de l'Indre.
Patraque jaune 1re Wellington.
— — ox noble.
— — œil violet.
— blanche, 1re façon.
— jaune 1ers champions.
— jaune fruit pain.

On voit que, sauf quelques légers déplacements dans les variétés que la supériorité de leurs produits place à la tête de cette liste, les variétés les plus alimentaires sont aussi presque toujours les plus féculentes. La patraque *ox noble* se montre presque constamment la première, excepté dans les terrains calcaires. Cette variété, celle dite la *pigry*, la Rohan hâtive et la vitelotte rouge de l'Indre doivent fixer l'attention spéciale des cultivateurs. On cultive à Chambéry une patraque jaune indéterminée qui paraît devoir occuper une des premières places, d'après les expériences de M. Martinel. Elle surpasse l'ox noble et elle est plus précoce[1]. Cette dernière qualité serait

(1) *Annales de l'agriculture française*, t. XXXIX, p. 129, 2e série.

très avantageuse, car nous remarquerons que toutes les espèces que nous venons de citer sont tardives et qu'elles exigent 2800 à 2900° de chaleur solaire moyenne pour arriver à maturité. C'est sans doute la raison qui, dans bien des lieux, leur fait préférer la patraque blanche qui leur est inférieure, mais qui, n'exigeant que 2250°, réussit mieux dans les lieux froids et nébuleux et se prête mieux aussi aux secondes récoltes.

La connaissance de l'époque de la récolte d'une variété est devenue bien plus importante depuis l'invasion de la maladie des pommes de terre, car on sait que cette maladie attaque principalement les variétés tardives. M. Vilmorin a trouvé qu'en 1845 et 1846 la Shaw et la Kidney n'avaient presque pas eu de tubercules attaqués malgré le désastre qui a frappé les autres espèces[1]. Il serait essentiel de multiplier de semblables observations qui nous donneraient un des plus sûrs moyens de nous garantir de ce fléau.

MM. Girardin et Dubreuil sont loin d'avoir étendu leurs expériences à toutes les variétés connues. Chaque jour nous révèle de nouvelles variétés venues spontanément ou sorties de semis faits dans le but de les obtenir. M. Sageret, entre autres, ce sagace et laborieux observateur, en a obtenu beaucoup. Mais c'est en suivant la route indiquée par M. Girardin et en y ajoutant quelques recherches accessoires qu'on parviendra à les juger. Ainsi les espèces à comparer devront : 1° être semées d'une manière uniforme et aussi rapprochée que possible de celle usitée dans les champs; 2° cet essai devra, autant que possible, faire partie d'une plus grande pièce plantée, selon l'usage, en pommes de terre, et recevoir les mêmes cultures; 3° au moment de la récolte, on pèsera les fanes et les pommes de terre; 4° on constatera la perte que subissent les tubercules en les découpant en tranches minces

(1) *Bon Jardinier*, 1847, p. 576.

et les soumettant à une chaleur de 120 à 130°, ou en les faisant dessécher dans le vide ; 5° on déterminera la fécule contenue dans un poids donné de pommes de terre au moyen de la diastase qui en détermine la dissolution ; en desséchant et pesant le résidu, la différence indique la quantité de fécule disparue; 6° on traitera une portion de pomme de terre pour déterminer la quantité d'azote qu'elle contient ; 7° on notera exactement l'époque de la floraison et celle de la maturité ; 8° enfin, si cela est possible, on tiendra registre des températures minimum et maximum à l'ombre et au soleil, pour pouvoir déterminer la quantité de chaleur que chaque variété exige pour parvenir à sa maturité.

Section III. — *Mode de végétation.*

La plante de la pomme de terre développée présente des tiges de deux espèces : les unes herbacées, annuelles, rameuses, naissant au-dessus du sol, portant des feuilles, des fleurs et des fruits ; les autres souterraines, blanches, se terminant par un groupe de bourgeons qui bientôt se tuméfient et constituent les tubercules. Ainsi une pomme de terre n'est rien autre chose qu'un assemblage de bourgeons naissant à l'extrémité d'un rameau souterrain dont les feuilles restent à l'état rudimentaire. Ces bourgeons, séparés les uns des autres par la division des tubercules, servent de moyen habituel de multiplication. Chacun sait que la vitalité des êtres végétaux réside surtout à l'extrémité des tiges, des branches, des rameaux, c'est-à-dire dans les bourgeons qui contiennent les jeunes individus, et que c'est généralement par ces parties que commence la végétation printanière ; cette règle se vérifie aussi dans les pommes de terre. Les bourgeons qui partent du sommet des tubercules, c'est-à-dire de la partie la plus éloignée de la tige, et par conséquent qui sont de

plus récente formation, sont aussi ceux qui naissent les premiers, quinze et vingt jours quelquefois avant ceux de la base. Il arrive donc qu'on trouve, sur une seule touffe de pommes de terre provenant d'un tubercule entier, des tiges qui poussent, fleurissent et meurent les unes après les autres, et plus tard des tubercules à tous les degrés de développement, selon qu'ils proviennent des premières ou des dernières pousses. Quelques cultivateurs, auxquels ce fait n'a pas échappé, obtiennent des pommes de terre hâtives en ne plantant que la moitié supérieure des tubercules.

Ainsi, quand on place un tubercule dans le sol, chaque œil donne naissance à un ou plusieurs bourgeons qui, en se développant, deviennent les tiges de la plante. De la base des tiges partent de nombreuses racines fibreuses. Au-dessus des racines, mais dans le sol, apparaissent des branches axillaires, en quelque sorte écailleuses, produisant des rameaux également axillaires pénétrant dans le sol, et dont les bourgeons terminaux deviennent chacun un tubercule. La tige primitive continue à s'élancer verticalement et fournit la tige aérienne, dont les bourgeons terminaux se transforment en fleurs et en fruits. Quand cette dernière production a eu lieu, la plante se flétrit, jaunit et meurt. Les tubercules seuls restent vivants. Ce moment est celui qu'on appelle généralement la maturité de la pomme de terre[1]. Si, au lieu d'être placés en terre, les bourgeons se développent dans un lieu obscur et humide tel qu'une cave, ils forment des tiges blanches aqueuses, presque transparentes, se prolongeant indéfiniment sous forme de tubercules.

La maturité du fruit est-elle, en effet, le signe que les tubercules sont parvenus au maximum de leur développement ? C'est une question qui n'a pas été résolue. Beaucoup de culti-

(1) Gaudichaud, *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. XXII, p. 241.

vateurs arrachent après la floraison, sans attendre le développement du fruit; c'est à quoi l'on est forcé, par exemple, pour les espèces tardives qui ne fructifient jamais dans le climat du nord de la France. Il semblerait, en effet, que la végétation intérieure devrait s'arrêter en même temps que la végétation extérieure. Il n'en est pas ainsi, et dès que les tiges aériennes viennent à manquer aux tubercules, s'ils sont suffisamment pourvus de chaleur et d'humidité, comme cela arrive si on les laisse en terre, leurs germes se développent, et ils rentrent en végétation aux dépens de la fécule qu'ils contiennent. La flétrissure des tiges est donc une époque limite pour la récolte; mais à quel moment les tubercules cessent-ils de profiter? leur accroissement s'arrête-t-il avant la floraison, au moment de la floraison, au moment de la fructification? Voilà des points à vérifier. La pratique des cultivateurs est très diverse à cet égard et semblerait indiquer que le tubercule gagne peu depuis la floraison; car, à partir de cette époque, ils procèdent à la récolte selon leurs convenances, beaucoup plus que d'après toute autre considération, par exemple selon la nécessité de préparer le terrain pour une récolte subséquente, l'approche de la saison des gelées pour les secondes récoltes, etc. La véritable maturité pour le tubercule pris isolément, c'est le moment où il renferme la plus grande quantité possible de fécule relativement à son volume. Ce moment est indiqué par l'épaississement de l'épiderme et par la diminution de la proportion des parties aqueuses qui se réduisent à environ 70 d'eau par 100 au moment où doit se faire la récolte. Alors, si l'on partage le tubercule, on trouvera qu'il est également durci de la circonférence au centre, tandis qu'avant la maturité on trouve la circonférence concrétée et le centre encore aqueux et en bouillie, l'organisation de la fécule n'étant pas encore terminée. Le tact des cultivateurs et surtout celui des fabricants de fécule n'est pas en défaut à cet égard; mais comme la formation des tuber-

cules est successive, qu'il s'en produit de nouveaux à toutes les époques de la végétation, que par conséquent il s'en trouve de tous les âges à chaque plante, il n'y a pas de maturité générale pour la plante, il n'y en a que pour tel ou tel tubercule donné, et le moment de l'extraction de ces tubercules doit être celui où le plus grand nombre d'entre eux approche de la maturité complète. Alors on trouve que, dans leur ensemble, sur 100 parties, ils en contiennent 75 à 77 d'eau.

Si on laisse complétement mûrir les graines de pommes de terre sur la plante, la baie, d'abord verte, finit par noircir; mais longtemps avant cette dernière période, les semences ont acquis leur maturité botanique et sont propres à lever. Les semis ont procuré un grand nombre de variétés distinctes, dont quelques-unes méritent de fixer l'attention. On avait cru obtenir par cette voie des tubercules garantis contre l'invasion de la maladie, qu'on supposait être héréditaire et provenir de l'infection des ascendants; mais cette attente a été trompée, et les pommes de terre venues de graines ont été frappées comme les autres par le fléau.

En laissant de côté ce qui peut tenir aux différentes variétés de pommes de terre, nous voyons qu'en général elles ont mûri avec une somme de température totale de 2200 à 3000 degrés. Mais les pommes de terre continuent à végéter en terre, même en l'absence des fanes, quand la température de la couche où elles se trouvent ne descend pas à la température de zéro.

C'est ainsi que nous venons de voir des pommes de terre plantées au commencement d'août 1846, dans le jardin du Luxembourg, donner le 6 janvier 1847, après des gelées assez rigoureuses, des tubercules incomplétement mûrs, (la fécule n'était pas encore organisée dans leur centre), mais qui approchaient de la maturité. Elles avaient reçu pendant leur végétation 2220 degrés de chaleur solaire. Il est

donc très facile de se procurer de bonne heure des tubercules, sans aucun frais de serre ou d'orangerie. Cette propriété permet à la pomme de terre de vivre dans tous les climats; son développement, plus ou moins rapide selon la température, se fait sur les plateaux des montagnes comme dans les plaines de l'Égypte et de l'Algérie, dans l'hiver comme dans l'été, pourvu que d'ailleurs la plante ne manque d'aucun des éléments de nutrition; c'est une plante cosmopolite et qui n'aurait pas tardé à devenir la nourriture universelle des classes pauvres, sans l'obstacle qu'est venu lui opposer l'apparition de la maladie, qui la renferme dans ses bornes les plus désirables, celles d'être un excellent supplément aux aliments plus animalisés.

Section IV. — *Choix de l'engrais.*

Rappelons-nous que 100 kilogrammes de tubercules à leur état normal, au moment de la récolte, contiennent $0^k,36$ d'azote, et sont accompagnés de 23 kilogrammes de fanes ayant $0^k,13$ d'azote, que par conséquent les 100 kilogrammes enlèvent à la terre $0^k,49$ d'azote. Tout le reste de la masse de ces tubercules est formé de produits dans lesquels le carbone entre pour la plus forte partie et d'une certaine quantité de sels minéraux.

Si nous examinons ensuite les pommes de terre recueillies sur les sols riches en substances azotées ou sur ceux riches seulement en terreau, nous trouvons des différences notables dans leur composition; les unes sont plus riches en albumine, les autres en fécule. Nous avons vu, dans les tableaux qui précèdent, quelles énormes variations la dose de fécule présente d'une variété à l'autre, et pour la même variété d'une espèce de terrain à l'autre; cette variation est du simple au double; et quant à la matière azotée, nous voyons que

d'une année à l'autre et dans la même terre, et avec les mêmes espèces, M. Boussingault trouve en 1838 que les tubercules contiennent à l'état sec 1,50 p. 100 d'azote, et 1,80 en 1839.

En supposant le sol pourvu d'ailleurs de l'assortiment complet des substances élémentaires qui entrent dans la composition de la pomme de terre, on voit qu'il suffirait d'admettre que le sol reçût de l'atmosphère une dose d'ammoniaque pareille à celle que semble constater la succession de récoltes de froment[1], ou $9^k,27$ par an par hectare; cette dose suffirait pour nous procurer une récolte de 1890 kilogr. de tubercules, sans addition d'engrais.

C'est une récolte des plus modiques. Nous voyons bien en Allemagne des contrées où l'on cultive la pomme de terre un grand nombre d'années consécutives sur le même sol, mais on y ajoute toujours quelque engrais. Dans ce pays la grande culture applique la pomme de terre à la distillation. Cette opération paie les frais de cuisson; il n'y a souvent pas d'autre bénéfice, mais on le regarde comme assez considérable, puisque les tubercules n'ont rien perdu de leurs facultés nutritives, et qu'on en nourrit le bétail avec avantage; tout l'engrais retourne ensuite au profit de la terre. Les cultures de pommes de terre reçoivent ainsi en Allemagne un traitement moyen qui, selon Schwerz, fait produire des récoltes de 17700 kilogr. par hectare. La fumure est de 19 à 20000 kilogrammes de fumier de ferme dosant à peu près $0^k,40$ d'azote.

Ce fait est parfaitement d'accord avec la théorie; les résultats indiqués par Woght et de Thaër ne le sont pas moins. Woght attribue une récolte de 95^k de pommes de terre à l'application de 100^k de fumier de ferme, celui-ci dosant

(1) Tome I, p. 130, 2e édit., lisez, ligne 18 : $16^k,92$, au lieu de $33^k,84$, et $9^k,27$, au lieu de $18^k,54$.

0^k,40 pour cent ; en nous rappelant que 100 kilogr. de tubercules exigent l'emploi de 0^k,49 d'azote, nous avons 0,49:100 :: 0,40 : x = 82 kilogr.; son fumier était plus riche ou ses tubercules l'étaient moins. Thaër arrive aux mêmes résultats. Nous verrons, dans le détail suivant d'une expérience d'Arthur Young, avec quelle netteté se présentent les résultats de l'application de l'engrais d'étable, qu'on peut considérer, en effet, comme un aliment complet.

	Récolté.	Azote naturel.	Engrais ajouté.	Total de l'engrais.	Azote de la récolte.	Aliquote pris par la récolte.
1° Sans engr.	11812^k	57^k,87				
Fumier d'étable						
2° 98000^k	26250	57,87	392^k	449^k,87	128^k,62	0,29
3° 78400	23625	57,87	303	360,87	115,76	0,32
4° 58800	18376	57,87	235	292,87	90,04	0,31
5° 39200	13125	57,87	157	214,87	64,31	0,30
6° 29400	15750	57,87	118	175,87	77,17	0,44

Dans une expérience qui nous est propre, nous avons obtenu les résultats suivants :

Sur un terrain propre à produire 16 hectolitres de blé (1280 kil.), et contenant ainsi une fertilité qui pourrait être estimée à $\frac{1280 \times 2,62}{0,20}$, ci . . . . . 168^k d'azote.
nous avons porté 36000 k. de fumier de ferme, dosant 90
Total. 258
Nous avons recueilli 24000 k. de pommes de terre, dosant avec leurs fanes. 117
L'aliquote de l'engrais pris par les pommes de terre serait donc $\frac{117}{258} = 0,46$.

En voyant ici, comme dans les expériences précédentes, que les moindres doses produisent un effet supérieur, on soupçonnerait que les fortes doses surpassent les facultés d'absorption de la pomme de terre. Il semble que des récoltes de 25000 kilogr. soient les plus fortes qu'on puisse obtenir d'une manière répétée, et qu'il serait inutile d'employer une quan-

tité de fumier qui surpasserait celui qui doit produire cette quantité, en supposant l'aliquote de $0^k,42$ pris par les pommes de terre.

Il faudrait examiner aussi les engrais destinés à cette plante sous le rapport des matières carbonées solubles qu'ils peuvent contenir; on trouverait peut-être dans cette recherche la solution d'une partie de ces anomalies de production.

On se tromperait beaucoup si l'on croyait pouvoir suffire à l'alimentation de cette plante en lui donnant un engrais pulvérulent, riche seulement en principes azotés. Le fumier de ferme répond presque poids pour poids à la consommation de la pomme de terre; mais si on substituait à 100 kilogr. de cet engrais $4^k,7$ de guano, on ne remplacerait pas l'effet du fumier. Mathieu de Dombasle a fait une expérience analogue:

« Dans une pièce de terre consacrée aux pommes de terre, dit-il, j'avais réservé cinq billons d'environ 40 ares pour faire l'essai de divers engrais; l'un avait été amendé avec des touraillons à raison de 50 sacs par hectare; un autre avec de la poudrette à raison de 25 hectolitres par hectare; un troisième avait reçu des tourteaux d'huile à raison de 1000 kilogr.; enfin, les deux derniers avaient été amendés avec des rognures de cuir, l'autre avec des chiffons de laine à raison de 100 kilogr. par hectare. Tous ces engrais ont été répandus à la main dans les raies ouvertes où on disposait les pommes de terre. Le reste de la pièce avait été amendé avec du fumier déposé aussi à la main au fond des lignes.

« Pendant tout l'été, tous ces billons d'expérience parurent avoir un avantage décisif par la vigueur de leur végétation sur les billons qui avaient été amendés avec le fumier. Les tiges étaient plus hautes, plus touffues et d'un vert noir qui tranchait de la manière la plus marquée sur les billons voisins. Cependant, à la récolte, le produit, conservé avec beau-

coup de soin, s'est trouvé de beaucoup inférieur à celui des billons qui avaient reçu le fumier. Je regarde la question comme décidée à l'égard des pommes de terre, et à l'avenir je n'essaierai probablement plus de les amender avec autre chose qu'avec du fumier.»

Les différentes expériences que nous allons rapporter achèveront de mettre hors de doute que la pomme de terre, peu avide d'engrais azotés, exige surtout dans la terre la présence de substances d'une décomposition facile, riche en alcalis, et qui soient une source abondante d'acide carbonique.

Dans la monographie des pommes de terre, Putsh et Bertuch rapportent, ainsi qu'il suit, les essais qu'ils ont faits de différents engrais :

	Produit.	
1. Mélange de cendres et fumier d'écurie . . .	192 kil.	très belles.
2. Fumier d'écurie seul	176	*id.*
3. Sans aucun engrais	75	très petites.
4. Mélange de fumier, chaux et compost	114	médiocres.
5. Mélange de fumier, boue d'étang et mousse.	228	superbes.
6. Débris de savonnerie	215	très belles.
7. Fumier et chaux	206	médiocres.
8. Chaux seule.	104	*id.*
9. Cendres et chaux	107	*id.*
10. Fumier et débris de savonnerie	166	très belles.
11. Suie, terre végétale et cendres	151	*id.*
12. Sel marin et terre végétale	112	
13. Sciure de bois et cendres.	106	petites.
14. Sciure de bois et fumier.	171	très belles.
15. Fumier de volaille et cendres	132	assez belles.
16. Sciure de bois et chaux.	110	très petites.
17. Débris de joncs décomposés et chaux. . . .	116	très belles.
18. Débris de tannerie et chaux.	42	très petites.
19. Débris de tannerie et fumier	81	assez belles.
20. Débris de tannerie seule	19	mauvaises.

Ainsi la réussite a été assurée par les engrais dans l'ordre suivant : 1° mélange de fumier, boue d'étang et mousse; 2° débris de savonnerie; 3° mélange de cendre et fumier d'étable; 4° fumier d'étable seul, etc.; c'est-à-dire par les en-

grais chargés de sels alcalins et de débris végétaux. Le fumier de volailles, beaucoup plus azoté que le fumier d'étable, a moins bien réussi. On doit regretter l'absence du chiffre indiquant le poids de chaque engrais dans ce beau cours d'expériences, mais on ne peut méconnaître la tendance des effets produits.

L'association des principes carbonés aux principes azotés dans les engrais destinés aux pommes de terre est suffisamment indiquée d'ailleurs par les récoltes obtenues sur les débris de gazons, sur les défrichés de prairies artificielles, sur les végétaux enterrés et verts, tels que la vesce qu'on cultive exprès en Écosse, sur la tourbe même enterrée au fond de chaque raie; avec le poussier de foin, avec la balle de blé[1]. Tous ces résultats, comparés à ceux que produisent les engrais seulement azotés dans les terrains qui manquent de terreau, achèvent de confirmer le principe que nous avons énoncé, et prouvent que dans ce genre de terrain le fumier d'étable est encore celui de tous qui convient le mieux à la pomme de terre. Dans le fumier de ferme, l'azote est aux matières carbonées et salines comme 40 : 19,60, ou comme 100 : 49, et dans la pomme de terre l'azote est aux matières carbonées et salines comme 50 : 23,50, ou comme 100 : 47. Les mélanges d'engrais devront toujours se faire de manière à se rapprocher le plus possible de cette composition; mais nous devons faire observer que sur la plupart des terrains les principes carbonés et salins sont en excédant, et c'est alors que les engrais azotés seuls produisent des effets remarquables.

Jusqu'à quelle dose peut-on pousser les fumures? Schwerz dit qu'il n'est pas possible de fumer trop fortement les pommes de terre, et dans l'assolement de Chambéry (1° pomme de terre, 2° blé, 3° trèfle, 4° blé) on donne tout l'engrais de

(1) *Bibliothèque universelle agricole*, t. X, p. 67.

l'assolement à la première année, et on fume très fortement.

Les récoltes *maximum* dont nous ayons connaissance sont celles faites dans la plaine de Chambéry où on obtient 25000 kilogr. de tubercules par hectare; à Contigh dans le Brabant, on arrive à 23200 kilogr.; en Alsace, on a obtenu 29000 kilogr. Si nous admettons que l'aliquote d'engrais pris par cette plante sur le fumier d'étable soit de 0,30, nous trouverons d'abord que l'azote de ces engrais sera :

$$x = \frac{0{,}49 \times 290}{0{,}30} = 477 \text{ kil. d'azote, provenant de } 119250 \text{ kil.}$$

de fumier de ferme.

Nous ne cesserons de recommander aux cultivateurs, comme nous l'avons fait à l'occasion de chaque culture, d'avoir de hautes prétentions. Les travaux sont les mêmes pour une bonne et une mauvaise récolte, et il est honteux de recueillir 6000 kilogr. de racines auprès d'un voisin qui en enferme quatre fois autant dans ses silos.

Section V. — *Choix du terrain.*

Le succès de cette culture, dans des terrains d'égale richesse, est en raison directe de leur fraîcheur et inverse de leur ténacité. Si le terrain est trop humide, les tubercules pourrissent; s'il est trop sec, ils se dessèchent et ne végètent pas. Il faut, pour arriver à un résultat satisfaisant, que la terre, à $0^m,30$ de profondeur, conserve pendant toute la végétation de 15 à 18 centièmes de son poids d'eau. C'est faute de cette condition que les cultures faites dans le midi, dans des saisons peu favorables et sans secours artificiels, donnent de si chétifs résultats. La sécheresse s'emparant du terrain, les tubercules s'organisent intérieurement sans pouvoir grossir ; puis s'il survient une nouvelle alternative d'humidité, de nouveaux et

petits tubercules se forment, sans qu'on obtienne le grossissement des anciens.

Nous connaissons, au contraire, des cultures faites dans des terrains habituellement humides : telles sont celles de l'Irlande. La pomme de terre ne paraît pas s'en mal trouver, pourvu que l'eau ne séjourne jamais à ses racines; car, pour peu que cela arrive, la plante ne tarde pas à souffrir et à chancir.

Quoique la pomme de terre réussisse encore dans les terrains tourbeux et arides, cependant on n'y obtient de bonne récolte qu'en neutralisant l'acidité de ces sols, soit par l'écobuage, soit par le marnage ou le chaulage, ou par l'emploi des cendres.

SECTION VI. — *Préparation du terrain.*

Dans un climat et sur un sol frais, la pomme de terre ne réclame point de culture profonde. La preuve la plus évidente en est la culture des Irlandais, leur *lazy bed*, leur *lit paresseux*, qui consiste à placer les pommes de terre sur le gazon d'un pâturage et à les recouvrir de terre au moyen de tranchées qu'on ouvre à côté et qui divisent le terrain en planches. Cette culture est éminemment convenable dans les terrains trop humides, et n'est pas, quoi qu'on dise, une culture de paresseux. Mais quand on craint les sécheresses printanières, ou même dans les terrains naturellement secs, on ne saurait trop recommander les labours profonds qui entretiennent dans le sol une fraîcheur de laquelle dépend le succès de la récolte.

M. de Chancey ayant fait, à Saint-Didier, au Mont-d'Or, près de Lyon, des expériences pour connaître le labour qui convenait le mieux aux pommes de terre, a trouvé les résultats suivants :

		Effets du fumier.	
Un hectare labouré et fumé a produit.	7252k	Différence	739k
— labouré sans être fumé. . .	6513		
— bêché et fumé.	8689	. . . . .	1551
— bêché sans être fumé . . .	7135		
— défoncé et fumé	10905	. . . . .	1739
— défoncé sans être fumé. . .	9166		

Dans cette expérience, la différence de récolte entre les pièces fumées et non fumées, traitées de la même manière, montre l'accroissement de vigueur de la végétation à mesure que les travaux sont plus profonds; alimentée alors par une humidité plus constante, elle ne souffre aucune interruption et peut profiter plus longtemps de la présence des engrais. Si nous prenons ensuite les chiffres qui peuvent nous montrer les effets du travail indépendamment de l'engrais, nous trouverons :

Terrain labouré. . . .	6513		
— bêché.	7135	Différence	622
— défoncé. . . .	9166	—	2031

	Kil. de blé.
Le labour avec la charrue du pays pénètre à 0m,10. Prix du travail d'un hectare	64k
La bêche pénètre à 0m,20. Prix du travail d'un hectare.	400
Le défoncement à. . 0m,45	1545

Ainsi, par le labour sans fumier, on a obtenu 100 kil. de pommes de terre pour $\frac{64}{65,13} = 0^k,98$ de froment; par la bêche pour $\frac{400}{71,35} = 5^k,6$ de froment, et par le défoncement pour $\frac{1545}{91,60} = 16^k,85$

100 kil. de pommes de terre obtenus par l'engrais contiennent 0k,49 d'azote, multiplié par son prix qui est de 6k,7 de froment par kil. d'azote, ou pour 0,49 d'azote 3,28 de froment.

Ainsi dans le labour non fumé nous avons, pour le prix de 100 kil. de pommes de terre 0k98

Dans le labour fumé nous avons $\frac{65,13 \times 0,98 + 7.39 \times 3,28}{72,52} =$	1,21
Dans le bêchage non fumé	5,60
Dans le bêchage fumé. . $\frac{71,35 \times 5,60 + 15,54 \times 3,28}{86,89} =$	5,18
Dans le défoncement non fumé.	16,85
Dans le défoncement fumé $\frac{91,66 \times 16,85 + 17,39 \times 3,28}{109,05} =$	14,69

On voit, par ces résultats, que les travaux à bras sont beaucoup trop chers pour pouvoir être consacrés à la pomme de terre; en supposant même que le défoncement dût profiter pour une grande part aux résultats des années subséquentes de l'assolement, il en resterait encore une trop grande part affectée à cette récolte. Mais il en est autrement quand le défoncement se fait à la charrue. Nous avons vu qu'on peut obtenir un approfondissement de $0^m,45$ à $0^m,50$ pour 200 kil. de blé par hectare, au moyen de la charrue Bonnet; or, en supposant que ce défoncement dût profiter aussi aux récoltes suivantes et que la pomme de terre n'en dût supporter que la moitié, nous aurions pour près de 100 kil. de pommes de terre obtenus par ce travail :

$$\frac{100}{91,66} = 1^k,09.$$

Nous nous rapprochons tellement ici de ce que coûte le simple labour, qu'il n'y a pas à hésiter à employer ce procédé. D'ailleurs, dans les climats moins humides que celui de Lyon, on n'obtiendrait pas de récolte d'un labour trop superficiel. Ainsi la préparation de la terre consistera dans le défoncement à la charrue à $0^m,45$ ou $0^m,50$ de profondeur, fait autant que possible avant l'hiver si l'on doit semer au printemps.

Section VII. — *Modes de propagation.*

On reproduit les pommes de terre au moyen des tubercules, des boutures et des semences. Il faut examiner en détail ces trois méthodes et commencer par celle de ces méthodes qui est le plus généralement en usage : la plantation des tubercules.

Nous avons dit plus haut que ces tubercules n'étaient pas autre chose que des tiges souterraines fortement pourvues de

fécule et ayant un grand nombre de bourgeons (yeux). La grande difficulté de ce mode de propagation est une difficulté économique résultant de la cherté des tubercules propagateurs, dont il faut réserver un assez grand nombre qui, à l'époque de l'année où on les sème, ont acquis une valeur plus considérable. Aussi a-t-on cherché à atténuer autant que possible cette dépense, soit en choisissant de préférence les petits tubercules, en les coupant en morceaux, ou même en se servant des yeux enlevés avec une petite portion de chair suffisante pour les nourrir. De nombreuses expériences ont été tentées pour établir la convenance relative de ces différentes méthodes.

Celles d'Anderson sont déjà anciennes (1776), et cependant on est encore heureux d'y recourir à cause de leur spécialité et de l'exactitude connue de leur auteur, membre de la Société royale de Londres [1]. Il choisit un pré qu'il fit défricher pour en enterrer le gazon. Ce pré était de si mauvaise qualité qu'on avait peine à le faucher. Il n'y mit pas de fumier. Le 5 mai il y planta huit lignes de pommes de terre à la distance de $0^{m},26$ en tous sens.

Ces lignes étaient composées comme il suit :

1re ligne.	Petites pommes de terre entières pesant ensemble	$0^{k}155$
2e —	Petites pommes de terre partagées en deux	0,109
3e —	Petits quartiers enlevés à l'extrémité la plus étroite des pommes de terre avec un œil chacun	0,042
4e —	*Id.* enlevés à l'extrémité la plus grosse de la pomme de terre	0,042
5e —	Tranches coupées à la partie la plus épaisse de la pomme de terre pourvues d'un œil chacune . . .	0,733
6e —	Grosses pommes de terre dont on avait enlevé tous les yeux excepté un, près du centre	3,417
7e —	Grosses pommes de terre auxquelles on n'avait laissé qu'un œil à la partie la plus étroite	3,474
8e —	Grosses pommes de terre plantées entières	3,501

(1) *Bibliothèque britannique agricole*, t. I, p. 207.

Voici le tableau de l'expérience :

Numéros des lignes.	Nombre des semences qui germent.	Leur poids.	Nombre de tubercules produits.	Poids du produit de la ligne.	Poids de chaque tubercule.	Produit net en retranchant le poids des semences.
1. . .	19,5	$0^{k},155$	123	$3^{k},318$	$0^{k},027$	$3^{k}163$
2. . .	17,5	0,109	119,0	2,700	0,022	2,591
3. . .	16,0	0,042	58,0	0,963	0,016	0,921
4. . .	17,0	0,042	71,0	1,176	0,016	1,134
5. . .	19,5	0,732	191,0	5,463	0,028	4,731
6. . .	19,5	3,417	286	8,135	0,028	4,718
7. . .	20,0	3,474	374	8,387	0,023	4,913
8. . .	23,0	3,501	400	9,343	0,023	5,842

Nous voyons ici, 1° que les pommes de terre les plus nombreuses sont produites par les grosses pommes de terre entières; 2° que le maximum du poids de chaque tubercule est obtenu (nos 1, 5 et 6) par les pommes de terre auxquelles on n'avait laissé qu'un œil et par les petites pommes de terre entières; 3° que les plus petits poids des tubercules récoltés (nos 3 et 4) sont donnés par les quartiers ne renfermant qu'un œil; 4° que le poids total de la récolte est d'autant plus grand que le poids des tubercules plantés est plus grand.

M. Bergier, de Rennes, fit de semblables expériences en 1797[1]. Il planta sans engrais, le 8 avril, douze lignes de pommes de terre jaunes au nombre de seize plants par ligne.

	Poids des tubercules moyens.	Poids total des tubercules plantés.	Produit brut.	Produit net distraction faite de la semence.
1. Trois lignes des plus grosses.	$0^{k}195$	9,390	105,572	96,182
2. Trois lignes des moyennes.	0,087	4,190	82,520	78,330
3. Trois lignes des petites . . .	0,048	2,320	78,840	76,520
4. Trois lignes de morceaux ayant de 2 à 3 yeux. . . .	0,023	1,100	65,640	64,540
5. Le 1er juin suivant, il fit planter 3 lignes de moyennes.	0,074	3,570	54,140	50,570

Ainsi plus le plant est gros et plus le produit net est considérable.

(1) *Bibliothèque britannique agricole*, t. VII, p. 60.

Il nous reste maintenant à exposer les expériences plus récentes de M. Félix Villeroy. En voici le tableau :

	Poids des tubercul. plantés.	Poids moyen des tubercul. récoltés.	Poids total de la récolte.	Poids net de la récolte.
1. Trente grosses pommes de terre entières.	1k296	0k,0430	7k,072	5k,776
2. Trente moitiés de grosses pommes de terre	0,648	0,0216	6,080	5,432
3. Trente pommes de terre moyennes	0,576	0,0192	5,812	5,236
4. Trente moitiés de pommes de terre.	0,288	0,0096	5,004	4,716
5. Trente petites entières . . .	0,272	0,0091	5,244	4,972
6. Trente quarts de moyennes.	0,144	0,0048	5,336	5,192
7. Trente très petites entières.	0,128	0,0042	3,696	3,568
8. Trente germes (yeux) . . .	0,072	0,0024	3,660	3,588
9. Vingt petits morceaux ayant chacun plusieurs yeux. . .	0,048	0,0024	2,944	2,896
10. Vingt pelures de pommes de terre moyennes.	0,096	0,0048	2,632	2,536
11. Germes, environ 6 dans 10 trous	»	»	1,462	
12. Dix morceaux comme le n° 4, mais dont on a enlevé tous les yeux.	»	»	1,600	
13. Dix moitiés de pommes de terre moyennes et une poignée de chaux éteinte dans chaque trou.	0,096	0,0096	2,120	2,024
14. Dix moitiés *id.* avec du fumier dans chaque trou . .	0,096	0,0096	3,156	3,060
15. Dix moitiés *id.* plantées à la superficie du sol.	0,096	0,0096	2,112	2,016

Ici encore les grosses pommes de terre entières ont présenté les résultats les plus avantageux ; mais la différence avec les résultats obtenus de la plantation des moitiés de tubercules n'a pas été assez grande pour qu'elle ne puisse être compensée par celle qui existe entre les prix lors de la récolte et lors de la plantation.

Le semis des germes isolés est condamné par toutes les expériences ; cependant on y revient souvent dans les années de

disette et quelquefois avec succès. On a remarqué que les germes donnent un petit nombre de grosses pommes de terre difformes et peu de petites. On a objecté à ces expériences négatives qu'on n'avait pas choisi les germes les plus vigoureux, que ceux-ci étaient situés au petit bout de chaque tubercule. M. Campbell affirme que le produit de ces germes est plus grand que celui des quartiers de tubercules. Voici le résultat de ses expériences, qui malheureusement ne donnent que le produit net en livres sterling, sans donner aucun détail sur le produit brut. Il employait les germes fraîchement détachés des plantes, mais il avait éprouvé que ceux qui avaient été détachés depuis trois mois et conservés réussissaient également. La plantation était faite dans un sol saturé de fumier ; les plantes étaient placées le long de lignes espacées de 0m,76 et séparées l'une de l'autre de 0m,36.

			Produit net par acre.		
1re	ligne.	Bouts supérieurs faisant un peu moins du tiers de la pomme de terre.	33l	9s	6d
2e	—	Pommes de terre entières de gross. médiocre.	31	19	8
3e	—	Germes vigoureux	30	5	2
4e	—	Quartiers de pomme de terre	29	9	11
5e	—	Germes faibles.	25	19	8

Les tubercules ayant été plantés aux mêmes distances dans le terrain qui avait produit des turneps fumés, mais non conservés sur place :

6e	—	Bouts inférieurs des tubercules faisant à peu près les 2/3 des grosses pommes de terre.	24	7	6
7e	—	Bouts supérieurs faisant moins d'un tiers des grosses pommes de terre	25	1	4
8e	—	Pommes de terre médiocres entières	24	15	12
9e	—	Petites pommes de terre entières.	21	2	4
10e	—	Germes entiers et plantés deux à deux. . . .	19	2	0
11e	—	Germes plantés seuls.	17	11	6

L'année suivante sur fumier :

12e	—	Bouts supérieurs des grosses pommes de terre.	28	4	0
13e	—	Petites entières	23	14	10
14e	—	Médiocres entières.	23	13	9

		Produit net par acre.		
15e ligne.	Quartiers de grosseur moyenne de grosses pommes de terre	23	1	1
16e —	Quartiers pris au hasard.	19	14	4
17e —	Germes choisis.	19	11	2
18e —	Bouts inférieurs de grosses pommes de terre.	19	5	2
19e —	Germes inférieurs	18	2	2

Ces expériences nous montrent que les germes détachés sont inférieurs en produit net de $\frac{1}{3}$ à $\frac{1}{4}$ aux grosses pommes de terre. Mais on pourrait se demander s'il n'aurait pas fallu faire varier les distances, et puisque les germes donnent de grosses pommes de terre, mais peu nombreuses, si, en les rapprochant plus que les tubercules entiers, on n'obtiendrait pas, avec de moindres frais de semence, un produit plus grand sur le même espace de terrain. Nous voyons, en effet, dans les nos 10 et 11 la différence de produit entre les germes placés seuls et deux à deux. Ce qui nous fait croire à ce résultat, c'est ce qui est arrivé dans la plantation des boutures dont nous allons parler.

Quand la température devient plus chaude au printemps, les pommes de terre conservées dans les greniers, les caves ou les silos poussent de longues tiges blanchâtres et étiolées. Si l'on plante ces pousses, elles ne tardent pas à former chacune une tige qui donne des pommes de terre très grosses, difformes et peu nombreuses, comme cela arrive aux germes. On peut obtenir ainsi successivement un grand nombre de sujets d'un petit nombre de tubercules. Si on les place, au moyen du plantoir, à $0^m,25$ les uns des autres, on obtient une récolte de tubercules assez considérable; mais cette méthode, utile dans les années de disette où les tubercules sont rares et chers au moment de la plantation, ne peut pas être employée bien en grand, parce qu'il faudrait trop d'espace à l'abri pour obtenir les pousses nécessaires pour garnir une étendue de terrain considérable.

Il en est autrement des tiges déjà consistantes et développées de la pomme de terre. Si l'on sème de bonne heure dans

un terrain bien fumé des tubercules très rapprochés, chacun d'eux ne tardera pas à produire de sept à huit tiges. Dès qu'elles auront acquis $0^m,08$ à $0^m,10$ de longueur, on les coupe ras du sol et on peut planter aussitôt un espace beaucoup plus grand. Nous recommandons encore ici de laisser peu de distance entre les planches, attendu qu'elles ne produisent qu'un petit nombre de grosses pommes de terre. Quelques semaines plus tard, on obtient du premier semis une seconde récolte de plantes plus nombreuse que la première fois.

Cette pratique est importante; nous la suivrons avec attention. Elle nous paraît utile dans un grand nombre de cas où les tubercules deviennent rares et chers au moment de la plantation, car le prix des tubercules plantés entre alors pour une part très notable dans les frais de cette culture.

Examinons le côté économique de cette méthode. Nous parvenons à garnir un hectare de plant au moyen des boutures, retirées de 1000 kilogr. de pommes de terre moyennes, plantées à $0^m,16$ les unes des autres; ainsi, 1 mètre carré contient 39 plants, et pour fournir les 14000 tubercules nécessaires à la plantation de l'hectare, on occupera environ 360 mètres carrés de pépinière.

Ce terrain est fumé avec 3600 kilogr. de fumier de litière. La séparation des boutures de la même tige se fait avec rapidité. Treize journées et demie de femmes ont suffi pour préparer ce qui était nécessaire pour planter un hectare. Nous avons donc pour prix de revient de 90000 boutures nécessaires pour cette étendue de terrain :

	Blé
Loyer du terrain.	11^k77
Préparation de 360^{mq} de terrain à la houe, enterrement du fumier et placement des tubercules.	8
1000 kil. de tubercules.	83
3600 kil. de fumier ($14^k,4$ d'azote à $6^k,7$ de blé le kil.) . .	96,48
Préparation des plants.	40,50
	239,75

Si l'on plantait des fragments de tubercule de 22 grammes au lieu de boutures, on aurait 90000 tubercules pesant 1980 kilogr. et coûtant 165 kilogr. de blé, en supposant qu'on obtînt 100 kilogr. de tubercules pour 12 kilogr. de blé. Le choix des méthodes dépend donc, comme on le voit, de la valeur des pommes de terre au moment de la plantation, et cette valeur est quelquefois si forte que les occasions ne manqueront pas de se prévaloir de la facilité de planter des boutures.

On a souvent proposé de multiplier les pommes de terre au moyen de la semence, surtout depuis l'apparition en Europe de la maladie qui attaque cette plante; on se flattait que la plante, ainsi renouvelée, serait à l'abri de ses ravages. Cet espoir a été déçu, mais de nombreuses expériences ont donné les moyens d'apprécier la valeur de cette méthode. Il n'est pas douteux qu'on obtient ainsi une récolte dès la première année, mais les tubercules obtenus sont beaucoup plus petits que ceux qui proviennent de la plantation des boutures souterraines et aériennes; on aurait, dès la première année, une récolte ordinaire si l'on semait la graine sous couche en hiver, et si l'on plantait au printemps les tubercules qui en proviendraient. Cet essai a été couronné de succès. Le semis paraît, dans les cas ordinaires, devoir rester une opération horticole, expérimentale, propre à créer de nouvelles variétés plutôt qu'à devenir une pratique habituelle de grande culture.

Section VIII. — *Plantation, espacement des plants.*

L'espacement à donner aux pommes de terre est une question importante et qui décide souvent du succès de la récolte. Quand on les écarte beaucoup, on a plus de facilité pour les travaux de jachère, mais aussi le produit diminue très sensiblement, quelle que soit la fertilité de la terre. En les serrant au

point que les tiges et les feuilles couvrent le terrain quand elles ont pris leur développement, on fait de cette culture une culture étouffante, on conserve l'humidité au pied des plantes, et les récoltes augmentent beaucoup de valeur. Cette dernière pratique est celle de tous les pays où la culture des pommes de terre est le plus avancée, l'Irlande et la Savoie. Dans l'une et l'autre de ces contrées, on n'éloigne pas les plantes entre elles de plus de $0^m,30$ à $0^m,33$ en tous sens. C'est aussi cette distance qui nous a donné les plus forts produits dépassant de beaucoup l'économie qu'on pourrait faire par l'emploi de machines tirées par les chevaux dans une culture plus espacée.

Les travaux d'ameublissement et de nettoiement du sol ne pouvant alors se donner qu'à bras, il faut adopter forcément de plus grands intervalles quand on ne peut pas se procurer à volonté les ouvriers nécessaires pendant le printemps. Dans ce cas, nous avons éprouvé que l'espacement le plus convenable est celui de $0^m,65$ entre les lignes, et de $0^m,30$ d'une plante à l'autre dans les lignes.

Mathieu de Dombasle ayant planté des pommes de terre à trois distances différentes dans les lignes, celles-ci étaient espacées de $0^m,73$. Il a obtenu les résultats suivants :

Distance des plants dans les lignes.	Nombre de plants par hectare.	Poids des tubercules plantés.	Produit.		Produit net.	
			Variété dite Madeleine.	Variété dite Rovilienne.	Madeleine.	Rovilienne.
$0^m,22$	62266	4757^k	19254	16069	14497	11312
0,41	33077	2580	17091	16290	14511	13710
0,64	21404	1669	15962	11984	14293	10315

Cet auteur conclut qu'il faut planter les roviliennes à $0^m,41$ et les madeleines à $0^m,32$; mais il est surtout préoccupé des frais plus considérables de culture et d'arrachage dans les cultures faites à de plus petites distances.

Robertson ayant fait des expériences analogues, les allées étant espacées à $0^m,76$, il a trouvé que les distances dans les lignes étant :

La récolte a été sur des espaces égaux :		La récolte a été sur des espaces égaux :	
0m,23. . . .	1127	0m,41. . . .	1127
0,30. . . .	1123	0,46. . . .	1684

Antoine, jeune professeur de Roville, que la science a perdu trop tôt, dit avoir reconnu, par des expériences exactes, que les allées étant espacées de 0m,60, les produits sur ce même espace de terrain seront comme il suit, selon l'écartement des plantes dans les lignes :

à 0m,26. . . .	100	à 0m,49. . . .	57
0,32. . . .	64	0,65. . . .	48 [1]

Ainsi, d'après ces expériences conformes aux nôtres, planter les pommes de terre à 0m,65 en quinconce pour parvenir à faire passer le cheval en tous sens, et tout cultiver à l'aide de l'extirpateur, c'est admettre que les travaux de sarclage à la main coûtent la moitié de la récolte, ce qui n'est pas vrai ; mais pour les pays méridionaux c'est pis encore, car les sécheresses du printemps y sont fréquentes et funestes aux pommes de terre écartées, et on n'y peut obtenir de bonnes récoltes qu'au moyen de l'abri que les tiges procurent au sol dont elles empêchent l'évaporation.

A quelque distance qu'on place les plantes, on peut toujours se servir de la charrue pour planter ; c'est la meilleure méthode et la plus expéditive ; elle est également applicable à la plantation du tubercule et à celle des boutures. On ouvre une raie de charrue de 0m,10 de profondeur ; les tubercules et les boutures sont disposés au fond de cette raie, à la distance voulue les uns des autres ; on les recouvre par la tranche renversée en creusant le sillon suivant ; on ouvre ensuite deux, trois, quatre, cinq sillons qu'on ne garnit pas de semences, selon l'intervalle qui doit exister entre les allées.

Le semis en quinconce ne se fait bien qu'à la herse à la main. Après avoir aplani le terrain, on l'enraye par do

(1) *Maison rustique du XIXe siècle*, t. I, p. 434.

légers traits d'araire croisés à la distance convenue, et on ouvre des poquets à l'intersection des traits de l'araire.

La méthode de planter les pommes de terre sur des billons étroits est la plus convenable dans les pays ou dans les terrains humides. On pose les tubercules sur le terrain préparé par la culture, ou tout à fait inculte, comme on le fait en Irlande, et on les recouvre au moyen de la terre enlevée à deux fossés latéraux qu'on ouvre et qui forment le billon.

SECTION IX. — *Culture pendant la végétation.*

Quand les pousses de pommes de terre commencent à se montrer, on donne le premier sarclage. Il peut être fait bien et économiquement au moyen de la herse qu'on passe deux fois à travers le champ. Ces deux passages croisés renversent les mauvaises herbes et ameublissent le terrain. Nous avons reconnu que de forts hersages suffisent parfaitement jusqu'au moment du buttage, si toutefois on croit cette dernière opération indispensable.

Nous avons traité en détail du buttage appliqué aux pommes de terre dans notre troisième volume (pag. 561 et suiv.); nous ne reviendrons donc pas sur ce sujet. Il faut seulement se garder de faire ce travail, de même que les binages, pendant que la terre est humide. La pomme de terre peut devenir une très mauvaise culture dans les terres de paysans qui travaillent à journée une partie de l'année, parce qu'ils ne consacrent à leurs propres travaux que le temps où l'état des terres et des saisons les laisse sans occupation salariée. On pratique alors ces *fausses cultures* qui multiplient les mauvaises herbes, remplissent le terrain de mottes dures et nuisent à son ameublissement au lieu de le favoriser.

On a proposé de recueillir les fanes de pommes de terre pour en nourrir les bestiaux ; outre que c'est une très mau-

vaise nourriture, Anderson a constaté que les feuilles enlevées en Angleterre diminuaient la récolte :

Le 2 août, de . . .	0,77	Le 22 août, de . . .	0,325
10 *id.*	0,60	29 *id.*	0,245
17 *id.*	0,55	5 septembre . .	0,110

la récolte ayant été faite le 28 octobre.

D'après M. Mollerat, les feuilles étant enlevées à la floraison, la récolte étant de 4300
Elle est, si l'enlèvement se fait après la floraison, de . . . 16330
Un mois plus tard, de. 30700
Un peu avant la récolte, de. 41700

Il ne paraît pas que l'écimage ait eu des effets proportionnés à la dépense qu'il occasionne; aussi est-il presque généralement abandonné.

SECTION X. — *Récolte.*

Nous avons indiqué plus haut ce que nous entendions par la maturité de la pomme de terre. Dès que le tubercule est complétement homogène dans son intérieur, ce qui annonce que l'organisation de la fécule est achevée, il commence à perdre de son poids, même en étant en terre, par la disparition d'une partie de son humidité. Ainsi M. Bergier de Renens ayant constaté que la maturité de ses pommes de terre avait été atteinte le 16 septembre,

Elles pesaient alors	132 kil.
Le même volume ne pesait plus, le 2 octobre, que.	127
17 octobre, que.	118

Cette diminution est assez lente pour qu'il n'y ait pas de nécessité de se presser. On peut donc choisir le moment le plus convenable pour ce travail, celui où l'état du sol et le prix des salaires donnent le plus d'avantages au cultivateur, sans perdre de vue cependant que l'arrachement précoce permet de mettre de bonne heure le terrain en état de recevoir les façons nécessaires pour la récolte suivante.

On arrache les pommes de terre : 1° à la fourche, la bêche ou la herse. On enlève d'un seul coup toute la plante et les tubercules qui y sont attachés ; on la saisit par la tige et on la secoue pour en détacher la terre, puis on la laisse sur le terrain. Après quelques heures d'exposition à l'air pour leur donner le temps de se ressuyer, des femmes les ramassent, séparent les tubercules des tiges et les chargent sur les charrettes qui les rentrent à la ferme. Schwerz compte dix-huit journées d'hommes et huit de femmes, ou onze hommes et vingt-deux femmes, pour récolter 360 hectolitres de tubercules, qui étaient pour lui le produit d'un hectare (23140 kil.). Thaër, qui écartait beaucoup ses plantes, comptait quatre hommes et trente femmes pour récolter 192 hectolitres (12288 kil.) que lui produisait le même espace de terrain.

2° Quand les pommes de terre sont plantées en allées, on se sert du buttoir pour les arracher. Cet instrument, attelé de deux chevaux qui marchent chacun dans une allée différente, passe lui-même sur la direction des plantes et renverse les tiges à droite et à gauche. On compte pour cette opération sur deux chevaux, un conducteur et soixante-douze personnes, femmes ou enfants, par hectare. Nous devons remarquer cependant que la plus grande dépense est celle de ramasser les tiges et trier les tubercules. L'emploi de la charrue pour ouvrir la terre ne constitue pas une grande économie.

Section XI. — *Conservation.*

Les pommes de terre peuvent être altérées de deux manières: par les gelées et par leur exposition à la lumière. Dans les celliers, comme dans les silos où on les conserve, les pommes de terre sont exposées fréquemment à des froids qui les pénètrent plus ou moins, sans qu'elles éprouvent pour cela de la désorganisation. Si quelques degrés au-dessous de zéro et la

congélation d'une couche plus ou moins profonde des tubercules devaient amener leur destruction, bien peu de cultivateurs pourraient en conserver pour le printemps suivant. Ce qui est surtout funeste à ce produit, c'est le dégel subit qui désorganise les cellules, les fait éclater et amène la fermentation putride des tubercules. Cela est si vrai que, pour qu'ils échappent au danger, il suffit qu'ils soient recouverts d'une couche de paille, ce qui ne prévient pas cependant la congélation, mais assure un dégel gradué. Aussi, dans les pays où l'on cultive les pommes de terres en grand, a-t-on adopté généralement pour mode de conservation des silos creusés de $0^m,30$ au plus dans le terrain le plus sec qu'il soit possible de trouver; on couvre de paille le fond et les bords de ces silos, on y entasse les pommes de terre en forme de cône ou de prisme allongé, et on les recouvre d'un lit de paille et puis d'un lit de terre de $0^m,30$ d'épaisseur. Les pommes de terre se conservent très bien par cette méthode, qui est usitée en Allemagne et dans une grande partie de la France.

Cet abri les préserve aussi d'un autre mode d'altération qui provient de l'action de la lumière qui, en frappant sur les pommes de terre, les verdit, leur fait contracter une saveur forte, et les rend impropres à l'alimentation des hommes et des animaux.

Les caves d'une température uniforme, où la température ne descend jamais au-dessous du degré de congélation, sont d'ailleurs les lieux les plus appropriés à la conservation des pommes de terre; mais rarement on en possède d'assez grandes pour y loger une récolte considérable.

Section XII. — *Plantations d'été.*

Dans les climats qui, après la moisson des céréales, promettent encore une somme de chaleur suffisante pour permettre

aux pommes de terre de mûrir avant les ensemencements ou les cultures d'automne, et quand on possède des terrains assez frais naturellement ou artificiellement pour favoriser le développement des tubercules dans cette saison chaude, on plante des pommes de terre à la fin de juin, et elles donnent en général des récoltes beaucoup plus abondantes et plus sûres que celles du printemps, trop souvent privées de pluie.

Pour faire ces plantations, si on dispose de l'irrigation, on inonde le champ après l'avoir moissonné, puis après l'avoir laissé dessécher au point convenable pour y pratiquer un bon labour, on ouvre la terre et on plante les tubercules.

Les pommes de terre récoltées de l'année ne peuvent servir à cette plantation qu'autant qu'on a eu soin de les faire verdir à la lumière, selon le conseil donné par M. Pâquet, à qui l'on doit la découverte de ce procédé. Les germes de tubercules récoltés à l'état frais semblent n'avoir pas atteint le degré nécessaire d'organisation et avoir encore besoin d'un travail latent assez long pour être capables de germination. L'action de la lumière accélère ce mouvement organisateur. Avant de connaître cette propriété de la lumière, on était obligé de conserver les tubercules de l'année précédente pour faire les plantations d'été.

Dans les semis de printemps, les plantes ne reçoivent que progressivement l'impression de la chaleur croissante, mais à mesure que leur végétation se développe, l'humidité qui leur serait de plus en plus nécessaire décroît, et c'est ce qui rend la récolte si incertaine dans les terres sèches du midi de la France. Au contraire, dans les semis d'été faits dans les terres fraîches, les plantes jouissent à la fois de la chaleur et de l'humidité qui vont croissant à mesure que la végétation fait des progrès.

SECTION XIII. — *Plantations d'automne.*

La propriété qu'ont les pommes de terre de végéter à des températures assez basses et même de végéter sans tiges aériennes, comme cela arrive normalement à la variété Kidney jaune hâtive dite Marjolin, introduite en France par M. Vilmorin, et qui produit sans montrer de pousses extérieures ou n'en montre que des rudiments, comme cela arrive à toutes les variétés quand la température extérieure étant froide, celle de l'intérieur de la terre reste suffisante pour la végétation, cette propriété, disons-nous, a donné l'idée des plantations d'automne, pour les soustraire au fléau de la nouvelle maladie, qui ne s'est pas montrée jusqu'ici dans les premiers mois de l'année.

Le résultat horticole est indubitable. Nous avions en janvier des pommes de terre semées en août à Paris; on a obtenu en avril des pommes de terre semées en novembre. La question agricole n'est pas résolue encore. Quelle sera l'abondance du produit? Méritera-t-il qu'on lui consacre les travaux qu'exige la pomme de terre? L'expérience en décidera bientôt, car nous croyons que les essais en cours d'exécution sont très nombreux.

SECTION XIV. — *Maladies.*

La pomme de terre est sujette à plusieurs maladies d'autant plus graves qu'elles s'étendent à des contrées entières et qu'elles privent ainsi de leur subsistance des nations qui avaient fondé une grande partie de leur alimentation sur cette plante. Cependant plusieurs de ces maladies n'avaient pas un caractère de généralité assez alarmant pour arrêter l'expansion de cette culture· mais dans ces dernières années une

cause plus grave de destruction s'est répandue en Europe. Aucun moyen n'a encore été trouvé pour la combattre, et elle va nécessairement apporter de grands changements dans la situation économique des populations, si elle ne s'affaiblit pas et ne disparaît pas d'elle-même. Il n'y a pas un moment à perdre pour apporter des modifications dans le régime alimentaire des classes pauvres si l'on veut que ces modifications puissent s'effectuer progressivement, sans de trop grandes souffrances, et avant qu'une nouvelle disette de blé coïncide avec la destruction complète de la récolte de pommes de terre, ce qui pourrait causer une famine véritable. La disette de 1847 est un avertissement salutaire si l'on sait en profiter.

Que l'on considère, en effet, qu'un hectare de pommes de terre, qui rapporte en moyenne 17000 kilogr. de tubercules, produit une masse de nourriture contenant $61^{k},20$ d'azote équivalant à la nourriture qu'on pourrait tirer de 3040 kilogr. ou 40 hectolitres de blé, c'est-à-dire un produit moyen de plus de 3 hectares de céréales en France. Si la pomme de terre était restée un produit certain, la population n'aurait pas tardé à se niveler avec la possibilité de subsister que lui aurait fournie cette nourriture, c'est-à-dire qu'elle serait devenue trois fois plus considérable que ne l'aurait pu être une population entièrement nourrie de blé. Dans cette situation, qui est celle de l'Irlande, supposons l'apparition subite du fléau destructeur qui menace la sécurité de la production des pommes de terre. Qui ne voit à travers quelles souffrances, quelle détresse la population redescendrait à son ancien niveau de population, après avoir vu périr violemment ou lentement, par la famine ou par les privations prolongées, les deux tiers de ceux qui la composaient? Espérons que, rendus plus sages, nous comprendrons que de même que la variété des aliments compose la bonne alimentation, de même elle est le plus sûr garant de l'humanité contre ces accidents qui compromettent

trop souvent un produit unique. Nous allons passer maintenant à l'énumération des maladies qui affectent la pomme de terre.

1° La *gale* des pommes de terre se manifeste par une couche de petits grains rassemblés en nids qui, en se rompant, laissent échapper une poussière brune. Elle est due à l'apparition d'un cryptogame à la surface des tubercules, selon les observations de Martins; elle arrête le développement du tubercule, qui d'ailleurs manque de saveur ; sa contagion ne paraît pas s'étendre au loin.

2° La *frisolée* s'est montrée principalement dans les Iles-Britanniques et plus rarement sur le continent. Les tiges sont marquées de taches de rouille, le limbe des feuilles est ridé, crépu, et comme frisé. La plante jaunit et meurt au moment où sa végétation devrait être la plus vigoureuse. Elle ne produit qu'un petit nombre de tubercules d'un goût âcre. Certaines variétés sont surtout sujettes à cette maladie. On croit avoir remarqué qu'elle se reproduit lorsqu'on plante des tubercules infectés, qui se reconnaissent à une induration particulière. On a attribué cette affection à la présence d'un insecte dans la moelle des tiges, et on a indiqué comme préservatif l'emploi des cendres et du sel dans les poquets où les tubercules sont déposés. Campbell conseille de semer dans chaque poquet trois quartiers de tubercules munis chacun d'un œil; il croit que les plantes non attaquées étouffent les autres et prennent leur place. Il recommande de choisir pour la plantation de grosses pommes de terre qui ne puissent provenir des plantes qui ont déjà été attaquées.

3° La *rouille des feuilles* a pour cause une petite mucédinée qui s'attache à leur surface et qui paraît se développer sous l'influence des brouillards de l'été ; elle diminue beaucoup la récolte des plants qu'elle attaque. On l'a confondue avec la maladie des tubercules dont nous allons parler, parce que dans

celle-ci les feuilles commencent par noircir. Mais soit qu'on examine à la loupe la nature des taches, soit qu'on remarque que dans la rouille les tubercules ne sont pas attaqués, il est impossible de confondre ces deux affections. Quelque fâcheuse qu'elle soit, la rouillo n'est jamais aussi générale et ne présente pas le caractère de gravité de la maladie dont nous allons parler.

4° *Pénétration brune des tubercules*, la *maladie proprement dite des pommes de terre*. M. d'Orbigny nous a appris que cette maladie était connue dans les Andes, le pays natal de la pomme de terre, et qu'elle y était fréquente. Il y a une quinzaine d'années qu'elle a fait invasion en Allemagne, d'où elle est passée en France par la Hollande, et a fini par arriver jusque dans nos provinces méridionales.

Cette maladie s'est développée dans des conditions très diverses et à des époques différentes, durant trois mois, du milieu d'août en novembre, dans les lieux qu'elle a successivement envahis. Le caractère des saisons paraît lui être indifférent ; elle a sévi pendant l'année sèche de 1846 comme dans l'année humide de 1845. Les variétés recueillies par semis ont été atteintes comme les tubercules plantés suivant la méthode usuelle ; on ne saurait donc expliquer cette maladie par une dégénérescence des variétés de la pomme de terre ; l'altération de la tige a généralement précédé celle des tubercules ; on reconnaît cette maladie aux caractèrcs suivants :

1° En coupant en deux un tubercule attaqué, on aperçoit distinctement des taches rousses partant en général de la périphérie dans les parties rapprochées des tiges, s'avançant sous l'épiderme, puis dans toute l'épaisseur de la couche corticale qui est la partie la plus féculente des pommes de terre ; ces taches pénètrent même graduellement dans le corps et parfois jusqu'au centre des tubercules ;

2° Des tranches très minces laissent voir la diminution notable ou la décomposition de la fécule dans une zone plus ou moins étendue, entre des taches, c'est-à-dire autour des tissus envahis par la substance de couleur rousse, diminution facile à constater au moyen de la teinture d'iode qui colore la fécule en bleu;

3° Après une cuisson de deux ou trois heures dans l'eau bouillante, toutes les parties de tissus que les taches ont atteintes deviennent plus dures que les parties saines;

4° On constate facilement une résistance à la putréfaction plus grande dans les tissus consolidés par la substance rousse que dans tout le reste de la masse des tubercules; cette affection offre des caractères contraires à ceux de la pourriture ordinaire;

5° L'analyse chimique montre que les parties tachées contiennent moins de fécule, mais sont plus riches en matières azotées que les parties semblables des tissus non envahis d'un même tubercule;

6° L'affection se transmet au contact entre les tubercules, sans qu'il y ait encore de putréfaction;

7° Les tubercules atteints ont donné moins de fécule blanche, plus de fécule fauve, et en somme moins de produit total que les pommes de terre à l'état normal.

L'extraction immédiate de la fécule avant les progrès ultérieurs de la maladie dans l'intérieur des tubercules est sans doute le meilleur moyen de tirer parti des pommes de terre atteintes ou de celles qui ont été au contact de celles-ci. On est parvenu à conserver les récoltes en silos en isolant les pommes de terre les unes des autres au moyen de sable, de manière à ce que les tubercules infectés ne pussent toucher les tubercules sains[1].

(1) Rapport de la commission agricole nommée par le ministre de l'agriculture. M. Payen, rapporteur.

Tous ces caractères concourent à nous faire penser que cette maladie doit être attribuée à la présence d'un cryptogame qui germe et croît sur les tiges et les racines. Tous les moyens de préservation indiqués jusqu'ici ont été infructueux. Mais si l'époque de l'invasion du mal ne change pas, il est facile de voir que les récoltes et les variétés hâtives sont le seul moyen d'y échapper et de ne pas laisser perdre cette importante culture.

On a proposé le retranchement des tiges aussitôt qu'elles paraissent attaquées. Ce moyen n'a paru réussir que quand la maladie des tiges n'était en réalité que la rouille que nous avons décrite plus haut; mais quand il s'agit de la pénétration brune, la rapidité de sa marche est telle que les tubercules sont affectés presque en même temps que les tiges. La contagion continue à se propager des tubercules malades aux tubercules sains dans les silos et les magasins. La consommation de ces pommes de terre attaquées n'a pas paru entraîner des inconvénients si elle n'est pas prolongée; mais au bout de quelques jours on a cru s'apercevoir qu'elle produisait des désordres intestinaux. D'ailleurs les progrès de la matière noire, la disparition rapide de la fécule rendent bientôt cette nourriture désagréable aux animaux. On ne peut donc en tirer parti qu'en en extrayant le plus tôt possible, et avant sa disparition plus ou moins complète, la matière amylacée que les tubercules contiennent encore, ou en les faisant fermenter pour en tirer une eau-de-vie qui paraît d'ailleurs avoir un goût peu agréable.

Section XV. — *Valeur.*

Si l'on ne considère dans la pomme de terre que sa portion alimentaire sanguinifiable, sa valeur à l'état frais, comparée à celle du froment, est de 18,4 à 100 poids pour poids; mais il semble qu'il faudrait tenir compte aussi de sa portion carbonée qui est un supplément nécessaire de l'alimentation. C'est sous

ce rapport que Pictet[1] estimait sa valeur relative comme 47 : 100, en considérant qu'il en faisait du pain agréable à ses ouvriers. Mais s'ils avaient dû ne vivre que de ce pain, ils n'auraient pas tardé à s'apercevoir de l'erreur de cette évaluation. Les expériences faites sur les animaux ont prouvé que cette valeur n'était pas en effet de plus de $\frac{17}{100}$ de celle du froment, et qu'ainsi la partie féculente par sa surabondance annule, pour ainsi dire, ici sa valeur propre. Le froment étant à 22 fr. les 100 kilogr., le même poids de pommes de terre vaudrait donc 3 fr. 74 c. (le prix moyen des marchés est de 2 fr. 67 c. aux environs de Paris). Ainsi ce prix vénal n'est à celui du blé que dans le rapport de 12 à 100, et par conséquent est au-dessous de sa valeur réelle. Il semble que l'homme déduise de cette valeur la fatigue qu'éprouve son estomac pour dégager l'aliment azoté au milieu des autres éléments dans lesquels il se trouve engagé.

Comparativement au foin, M. Boussingault avait trouvé qu'il fallait 280 de pommes de terre pour faire l'équivalent de 100 de foin[2]. Ainsi 100 kil. de foin ayant sur le marché une valeur moyenne de $16^k,72$ de froment, la pomme de terre donnée aux animaux vaudrait $5^k,97$; mais nous avons vu que son prix vénal était de $\frac{17}{100}$ du froment ou de 12 kilogr. de blé pour 100 kilogr. de pommes de terre ; la concurrence de l'homme relève donc sa valeur vénale comparativement au foin. Mathieu de Dombasle admettait 224 kilogr. de pommes de terre pour équivalent de 100 kilogr. de foin dans la nourriture des animaux, ou $7^k,50$ de blé, valeur encore inférieure au prix des marchés. Ainsi dans toutes les situations où l'on trouve à échanger 100 kilogr. de pommes de terre contre 12 kil. de blé, il ne convient pas de les faire consommer par le bétail. Dès lors la pomme de terre est presque toujours une récolte

(1) *Bibliothèque britannique*, t. XVII, p, 451.
(2) *Economie rurale*, t. II, p. 426.

exportée de la ferme et cesse d'être une récolte améliorante du sol, à moins que l'engrais ayant une valeur relative moindre, on rétablisse l'équilibre par une importation d'engrais.

Après avoir considéré la valeur d'échange de la pomme de terre, il nous reste à examiner sa valeur réelle, c'est-à-dire celle qui résulte de ses frais de production.

Voici d'abord le compte produit par Mathieu de Dombasle[1] :

DOIT.		*AVOIR.*	
Loyer de la terre.	40f »	299 hectolitres de pommes de terre à 1 f. 50.	374f51
Frais généraux.	62 91	Perte	14 11
Labour.	28 84		388 62
Engrais.	79 57		
Tubercules pour la plantat.	57 08		
Plantation	22 66		
Binages.	8 39		
Récoltes	89 17		
	388 62		

Nous remarquerons d'abord dans ce compte la forte proportion des frais généraux ; ensuite 299 hectolitres de pommes de terre, pesant 19100 kilogrammes, consomment $93^{k},59$ d'azote ; or il ne paraît pas qu'on leur ait fourni plus de 50^{k}, il y a donc eu consommation du vieil engrais de la terre qu'il aurait fallu compter ; enfin les pommes de terre ont un prix peu élevé. Pour toutes ces raisons le compte est en perte.

Voici un compte résultant d'un essai fait de la méthode irlandaise sur un sable argileux, peu tenace, légèrement humide et contenant un peu d'humus ; les planches avaient 4 mètres de largeur, les tranchées 1 mètre de largeur et $0^{m},54$ de profondeur ; l'étendue du champ était de 2377 mètres ; nous réduisons tout à la mesure de l'hectare :

(1) *Annales de Roville,* t. VI, p. 49.

DOIT.			*AVOIR.*	
Labour à la charrue	76f	»	339 sacs de pommes de terre pesant 21696k à 4 fr. 68	1017fr. »
Fumier à 8 f. le chariot. Prix de 200k d'azote par hectare	294	»		
Tubercules pour semence.	76	»		
Journées de femmes pour épandre le fumier et planter les pommes de terre. . . .	25	33		
Hommes pour couvrir les semences	91	71		
1er binage	42	50		
2e binage	38	»		
3e binage	38	»		
Arrachage	62	»		
Femmes et enfants pour trier les pommes de terre. . . .	8	88		
Charriage des tubercules. .	21	»		
Une année de rente.	42	50	Bénéfice. . .	201 08
	815	92		

Les résultats varient, comme l'on voit, selon le prix qu'on attribue aux produits. Mais ici l'auteur aurait pu compter en bénéfice au moins la moitié de son engrais qui n'avait pu être consommé par les pommes de terre, ce qui réduisait leur prix à 870 francs ou à 4 francs, prix encore excessif [1].

Voyons maintenant notre prix de revient d'après les procédés de culture et de plantation que nous avons indiqués.

Rente de la terre.	327 k. de blé.
Labour préparatoire avant l'hiver	84
Hersages après l'hiver.	24
Plantation sous raie.	62
Plants ou tubercules.	240
Fumier pour obtenir un produit de 29000 kil. de pommes de terre, ci 142 k. d'azote, à 6k,7 de blé	951
Récolte : 18 journées d'hommes et 8 de femmes.	131,28
Transport et arrangement dans les silos. . . .	43,76
Deux binages	180
Total.	2043,04

La récolte moyenne se réduisant à 25000 kilogrammes de tubercules, nous voyons qu'ils nous reviendraient à 8k,17 de

(1) *Bibliothèque universelle*, t. II, p. 88.

blé les 100 kilogrammes; c'est plus que leur valeur dans la nutrition des animaux, mais c'est moins que leur valeur vénale qui offrirait un bénéfice de 3^k,85 de blé pour 100 kilogrammes, et par conséquent de 937^k,5, ou de 210 fr. 65 c. par hectare.

CHAPITRE II.

Patate (Ipomœa batatas).

La patate est un des principaux aliments des habitants des contrées tropicales : elle y remplit l'office que la pomme de terre a conquis dans une si grande partie de l'Europe. Depuis longtemps transportée en Espagne, elle est cultivée dans sa partie méridionale et entre dans les approvisionnements de ses marchés. Des difficultés de plusieurs genres ont arrêté son expansion dans les régions centrales de notre continent. D'abord, nous sommes tellement accoutumés aux aliments salés que nous nous habituons difficilement à ceux qui ont un goût sucré. Chez nous, on a trouvé la patate trop sucrée pour un aliment et pas assez pour une friandise. Cette répulsion tient tellement aux habitudes, que les enfants recherchent cette nourriture, en sont très avides, et que son apprêt au sel ou avec addition de sucre la rend agréable à tous ceux auxquels elle répugne dans son état naturel. Nous ne mettons pas en doute qu'avec le temps on parviendra à surmonter partout cette difficulté, comme on a surmonté la répugnance pour les pommes de terre, qui était si générale et si forte qu'elle semblait invincible : ce sera en commençant à cultiver la patate pour les animaux et en s'en fiant aux nécessités qu'on parviendra à en faire un aliment usuel pour tout le midi de l'Europe.

La seconde difficulté consiste dans la nécessité de préparer le plant au moyen de procédés horticoles, avant de le déposer en pleine terre ; mais cette préparation est devenue facile, peu dispendieuse ; elle est usitée pour plusieurs autres cultures, pour le tabac, pour le colza, pour la betterave, et ne saurait plus, dans l'état de l'art, former un obstacle digne de quelque considération.

La dernière difficulté c'est la conservation en hiver de tubercules qui s'altèrent quand ils éprouvent une température de 4° à 5° au-dessus de zéro. Mais on est aussi parvenu à la surmonter.

Ainsi, la culture de la patate est devenue possible dans tous les pays qui présentent une succession de températures suffisantes pour le développement de la plante, sans recourir aux cloches et aux abris artificiels, entre le moment de la plantation et celui où l'abaissement de la chaleur oblige à la récolter. MM. Poiteau et Vilmorin pensent que la grande culture de la patate ne pourra pas s'étendre dans les plaines de la France au delà du 46^{e} degré de latitude.

Nous attachons d'autant plus d'intérêt à l'introduction de cette culture que dans le midi de l'Europe on trouve rarement des terrains assez frais pour promettre des récoltes assurées de pommes de terre, tandis que la patate y réussit admirablement. Le désir de procurer à ces contrées un tubercule qui remplaçât la pomme de terre dans leur assolement nous a fait proposer, en 1838, à la Société d'agriculture, et lui a fait adopter le programme d'un concours[1] dirigé dans ce but ; et ce but a été atteint par les travaux qu'il a provoqués. M. Vallet de Villeneuve avait étudié longtemps cette plante, et provoqué l'extension de sa culture ; il avait posé presque toutes les questions dans un très bon mémoire, et en avait résolu une grande partie ; c'est à MM. Regnier, Robert, Ridolfi et

(1) *Mémoires de la Société centrale*, 1838, p. 161 et suiv.

Auguste de Gasparin qu'on doit leur solution complète. Désormais la culture de la patate est aussi facile, pour nos cultivateurs du midi, que la plupart des cultures qui leur sont familières.

On avait pu espérer aussi qu'exempte de la terrible maladie qui attaque les pommes de terre, la patate remplacerait naturellement cette plante partout où sa culture pourrait s'étendre ; mais notre récolte de 1846, qui en septembre ne présentait aucune trace du mal, ayant été laissée en terre jusqu'en octobre pour donner aux tubercules plus de temps pour grossir, a été sérieusement compromise par l'invasion de la maladie; et les expéditions de ces tubercules que M. Auguste de Gasparin a faites en plusieurs lieux en ont été complétement infestées à leur arrivée à destination. Une récolte plus précoce nous mettra-t-elle à l'abri de ce danger, ou faut-il se résigner à subir les fâcheuses influences qui menacent les pommes de terre? C'est ce que l'avenir nous apprendra.

Dans un mémoire manuscrit, dont nous devons la communication à la bienveillance de notre confrère M. Huzard, Proust, après s'être occupé de l'analyse de la pomme de terre, ajoutait ce qui suit sur la patate : « La patate de Malaga, examinée à Madrid, nous a donné 28 centièmes de produit sec; voici quels en étaient les composants :

Amidon.	9,5
Parenchyme amidoné.	14,5
Partie soluble.	4
Eau de végétation	72
	100

« Son extrait contient beaucoup de sel marin et de sucre de l'espèce de celui de canne : il est un peu coloré, agréable au goût, et ces deux produits cristallisent chacun séparément. Le sucre donne des sections longitudinales du prisme qui le caractérise. Dans cette même racine, le parenchyme surpasse

de beaucoup l'amidon, ce qui est le contraire dans la pomme de terre, même en Espagne. J'ai aussi examiné en 1802 les patates de la province de Galice et de la Manche, qu'on apporte à Madrid. L'année n'avait pas été favorable, elles ne donnèrent que 0,20 de produit sec. »

M. Payen, ayant analysé les tubercules de la patate, a trouvé qu'ils contenaient les principes immédiats suivants :

Eau.	71,00
Amidon.	9,42
Ligneux.	2,54
Acide pectique.	1,30
Sucre de canne	1,45
Sucre incristallisable	1,04
Albumine.	1,10
Matières grasses, fluides et consistantes. . .	0,89
Acide mucique	0,21
Huile essentielle, substance colorante. . . .	*traces.*
Malate de potasse et d'ammoniaque.	7,00
Chlorure de potasse.	1,00
Oxalate de chaux	0,57
Sulfate de potasse.	0,43
Silice	0,09
Oxyde de fer, magnésie, etc.	1,96
	100,00

Il a analysé des patates blanches, jaunes et rouges provenant des cultures de Neuilly, et il a trouvé qu'elles contenaient 2,60 2,80 et 3,20 de sucre entièrement cristallisable. La variété rouge, plus riche en sucre, contenait 17 p. 100 de fécule amylacée.

D'après l'analyse faite par M. Payen sur la variété dite patate igname, qui est celle que nous avons surtout cultivée, on a obtenu les résultats suivants : le poids des tubercules est à peu près égal à celui des tiges ; l'un et l'autre desséchés ont donné :

100 kilogr. de tubercules.	0,71 d'azote.
100 kilogr. de tiges.	3,13
Total.	3,84

Mais à l'état frais :

100 kilogr. de tubercules.	0,199
100 kilogr. de tiges.	0,759
Total.	0,958

Ainsi les tubercules de la patate sont moins nourrissants que ceux de la pomme de terre dans le rapport de 20 à 36, c'est-à-dire qu'ils ne représentent comme aliment que les 0,55 de la valeur nutritive de la pomme de terre; ils ne doivent donc être considérés que comme aliment complémentaire à plus juste raison encore que la pomme de terre. Mais la patate se digère beaucoup plus facilement que la pomme de terre; c'est un aliment féculent par excellence et qui porte avec lui son assaisonnement. Ses tiges ont une grande valeur nutritive reconnue par tous ceux qui les ont employées; à l'état sec, elles équivalent au triple de leur poids en foin ordinaire. Cette qualité, qui sera de plus en plus appréciée, et l'abondance du produit qu'on peut en obtenir, déterminera peut-être à cultiver la patate surtout comme plante fourragère. On pourrait s'en promettre alors de plus grandes récoltes encore, puisque la fane repousse avec abondance et rapidité pendant tout le temps des chaleurs et qu'on pourrait en multiplier les coupes. Si l'on avait déterminé avec plus de soin la quantité de sucre que renferment certaines variétés, il serait possible peut-être de trouver de l'avantage à l'extraire, comme on extrait le sucre de betterave.

La composition de la patate fait comprendre pourquoi elle exige peu d'engrais azotés et se contente d'un terreau consommé et abondant; pourvu que les racines fibreuses puissent s'étendre dans un sol pareil, les racines tubéreuses qu'elles nourrissent peuvent croître et grossir énormément dans le sable le plus dépourvu de principes végétaux. C'est ce que constate une expérience de M. Vallet de Villeneuve qui, ayant planté une bouture dans une caisse remplie de terre fertile et

enfoncée dans une autre caisse pleine de sable siliceux pur et épuisé, a vu les racines tubéreuses se former dans ce dernier sable et parvenir à des dimensions considérables [1].

Les plus belles récoltes ont été obtenues sur des terres pourvues de terreau plutôt que d'engrais azotés. M. Vallet ne préparait le sol qu'avec des plantes enfouies ; M. Ridolfi obtenait 625600 kilogr. de patates sur une fumure de 11000 kilogr. de fumier[2]; M. Regnier, 2862 kilogr. sur 17 ares sans engrais; les cultures de M. Aug. de Gasparin ont toujours eu lieu sans engrais direct et par le seul bénéfice de l'état antérieur des terres. M. Regnier a même vu dans un terrain à sous-sol frais la patate donner de bons produits dans un sol qui paraissait épuisé par des récoltes de garance. Nous verrons, en traitant de cette plante, que cet épuisement n'est jamais complet.

La patate entre en végétation quand elle reçoit 12°,5 de température, mais il ne faut l'y exposer que quand on ne craint plus les retours de froid, ce qui retarde la plantation en pleine terre jusqu'à ce que la saison soit bien établie. Depuis ce moment jusqu'à celui où les tubercules sont suffisamment aoûtés, elle doit recevoir une chaleur totale de 3645° (nous entendons par chaleur totale celle exprimée par la demi-somme de la température *minimum* et de la température *maximum* observée sur un thermomètre exposé au soleil en plein midi). Dans le département de Vaucluse, cette période s'étend en moyenne du 11 mai au 20 septembre ; la température suffisante se prolonge même dans ce pays jusqu'au 10 octobre, et les tubercules continuent à grossir ; mais il y a quelque imprudence à attendre ce terme extrême, parce que les tubercules se dessèchent difficilement et que, trop char-

(1) *Manuel de la culture des ipomées patates*, 1837, p. 28.

(2) *Final rendiconto di Meleto*, lib. III. (Il ne s'agit pas ici de la récolte d'un hectare, mais de toute l'exploitation).

gés alors de parties aqueuses à cause de l'abondance des pluies, leur conservation est plus difficile. C'est dans le milieu d'octobre que notre récolte de 1846 a été atteinte de la maladie.

Le nombre de variétés de patates cultivées dans les pays tropicaux est très considérable, et il doit s'en former incessamment de nouvelles par les semis spontanés. MM. Robert, Sageret et Vallet de Villeneuve en ont obtenu plusieurs qui paraissent avoir des qualités très distinguées. Dans les cultures jardinières du nord, on ne connaissait que la rouge et la jaune longue; depuis qu'on a commencé à cultiver la patate dans le midi, on y a introduit la rose de Malaga, la blanche de l'Ile-de-France, la violette de la Nouvelle-Orléans, qui est une de celles qui se conservent le mieux, et enfin la patate igname dont les tubercules sont incontestablement les plus gros, mais n'ont certainement pas la douceur de ceux des autres patates. Ce qui décide surtout du succès de cette variété dans le midi, c'est la régularité de sa forme et sa blancheur qui la rendent plus propre à être confite; les confiseurs prétendent que quand on glace des tubercules colorés, ils manquent de transparence, et que ceux qui sont irréguliers sont d'une préparation plus difficile[1]. Or, c'est cette industrie qui a donné le premier débouché à nos patates. Le temps n'est pas éloigné où l'extension de cette culture permettra de juger du mérite des différentes variétés et d'arrêter définitivement un choix.

La question principale pour l'introduction de cette culture en grand consiste dans les moyens de conserver pendant l'hiver les tubercules qu'on destine à la consommation ou à la reproduction. Plusieurs moyens ont été proposés, mais ils se résument tous à mettre la patate dans un lieu sec dont la température ne descende pas au-dessous de + 9 à 10°. M. Re-

(1) Mémoire de M. Regnier, p. 43.

gnier avait fait disposer derrière la cheminée de sa cuisine une chambre échauffée par la plaque du foyer, et pouvant contenir 50000^{k} de tubercules. M. Audibert les place sur une couche de fumier recouverte de paille ; M. Ridolfi conservait ses patates recouvertes de sable ou de paille dans une grotte ou cave assez profonde pour que la température ne s'y abaissât jamais. La réussite de semblables moyens suggère nécessairement l'idée que des silos creusés à une profondeur où la température se maintient au point indiqué (à un mètre de profondeur à Orange) auraient toute l'efficacité désirable. Dans ces lieux de conservation, les patates sont stratifiées dans du sable sec, ou mieux dans de la sciure de bois ou du tan épuisé et sec.

Dans les pays où la saison végétative de la patate est assez longue pour permettre sa culture en pleine terre, on fera la plantation des tubercules un mois environ avant l'époque de la plantation qui est celle où l'on se considère comme entièrement à l'abri du retour des gelées et des abaissements considérables de température. Dans ceux dont la saison végétative à l'air libre serait trop courte, on ne peut espérer de rendre la culture de la patate une culture agreste, et l'on peut devancer l'époque indiquée tant pour la mise en terre que pour la plantation des boutures; mais alors on plante les tubercules sur couche et on a soin d'abriter les plants par des cloches quand le temps peut faire craindre des nuits froides. La patate n'est alors plus qu'une culture jardinière. Nous n'avons à traiter ici que de la culture agreste, dont nous devons presque tous les perfectionnements à M. Regnier.

Quand la température moyenne des jours a atteint + 12° (vers le 15 avril, à Orange), on dispose au pied d'un mur exposé au midi un lit de terreau de $0^{m},20$ d'épaisseur ; on y place les tubercules de patates, à une distance de $0^{m},05$ à $0^{m},08$ les uns des autres et en les recouvrant de $0^{m},05$ de terreau. On les arrose ; on recouvre la plantation d'un châssis

incliné recouvert de calicot huilé avec de l'huile grasse (huile de lin). On tient ce châssis fermé pendant quarante-huit heures après la plantation, en le recouvrant de paillassons. Au bout de ce temps il est fermé la nuit et ouvert le jour, excepté pendant les jours froids ; on arrose au besoin avec de l'eau chauffée au soleil. Bientôt les stolons et les drageons poussent de toutes parts; on pince les premières pousses qui paraissent, de manière à amener la bifurcation de nouvelles pousses, et on obtient bientôt un grand nombre de tiges propres à devenir des boutures. On peut compter au moins sur 150 boutures pour chaque tubercule de moyenne grosseur.

Cependant on a préparé le terrain destiné à recevoir la plantation. On a longtemps commis la faute de donner un labour profond, et on n'a obtenu souvent que des racines fibreuses au lieu de tubercules. M. Escudier, du Var, ne fait qu'un labour léger ; il voudrait, dit-il, que le fond de sa terre fût pavé, pour assurer sa réussite. M. Poiteau avait communiqué l'expérience qu'il avait faite d'un plant de patates placé dans une caisse, et qui avait produit un tubercule énorme qui avait grossi d'autant plus qu'il avait paru plus gêné dans sa prison. Cette expérience, répétée en grand par M. Aug. de Gasparin en 1846, a confirmé cette opinion que la patate ne demandait que l'espace nécessaire pour grossir, que celui qu'on lui accordait au delà ne servait qu'à favoriser le développement de ses racines fibreuses et de ses tiges. Agissant d'après cette pensée, il s'était borné à creuser dans un champ durci, qui avait porté une récolte de seigle, des fosses de $0^m,35$ de côté sur $0^m,20$ de profondeur, et c'est là qu'il avait planté ses boutures, à $0^m,60$ de distance l'une de l'autre. Une abondante récolte a prouvé la bonté de cette méthode.

M. Regnier plantait ses boutures assez fortes, les étendait de toute la largeur de la fosse, ne laissant dépasser que les der-

nières feuilles; nous les plantons beaucoup plus petites et au moyen de la cheville; on les arrose après la plantation. Il est rare qu'elles manquent à la reprise.

On pratique un léger binage une dizaine de jours après la plantation, pour débarrasser la plante des mauvaises herbes; on butte en même temps les jeunes tiges. Un mois après on donne un binage complet, mais bientôt la tige et les feuilles de la plante couvrent le terrain, et on leur laisse le soin d'étouffer les plantes adventives. Cet ombrage entretient la fraîcheur du terrain. On n'arrose, si la terre est trop sèche, qu'entre le premier et le second binage. L'irrigation tasse la terre, fait sortir beaucoup d'herbes et nécessite des binages répétés; pratiquée plus tard, elle nuit à la production et à la qualité des tubercules.

Quand le temps de la récolte est venu, après avoir coupé et enlevé les tiges, qu'on donne aux bestiaux ou qu'on fait sécher pour les employer comme fourrage sec, on enlève les tubercules à l'aide d'une bêche, on les secoue pour en détacher la terre, et on les laisse sur place se ressuyer un jour au soleil, puis on les transporte dans les magasins ou les silos.

Nous allons donner trois comptes diffférents de cette culture, qui nous serviront à apprécier la valeur réelle de la patate.

Le premier est de M. Regnier, qui compare de la manière suivante les résultats de cette culture et ceux de la culture des pommes de terre, sur 1708 mètres carrés.

POMMES DE TERRE.

Fin février, culture, 15 journées à 2 fr.	30f »
7 et 8 mars, préparation du sol et plantation, 8 journées à 2 fr.	16 »
27 mai, buttage et binage, 3 jours à 2 fr. 25. .	6 75
15 juin et 10 juillet, binages, 17 j. 2/3. *id.* . .	39 75
20 septembre, récolte, 4 journées . . . *id.* . .	9 »
Pesage et transport	3 »
Prix de ferme	48 »
	152 50

Récolte, 2863 kilogr. qui reviennent à 5 fr. 27 c. les 100 kilogr.

PATATES.

Fin février, culture, 15 journées à 2 fr.		30fr. »
7 mars, préparation du sol, 3 journées à 2 fr. 25.		6 75
8 mai, plantation, 3 journées.	*id.* .	6 75
28 mai, buttage, 2 journées.	*id.* .	4 50
1er juillet, culture, 4 journées.	*id.* .	9 »
25 août, soulèvement des tiges, 1 journée	*id.* .	2 25
Octobre, récolte, 30 journées.	*id.* .	75 »
Transport		15 26
Prix de ferme		48 »
Prix de 1708 plantes, à 1 fr. 20 le 100.		20 50
		219 »

Récolte, 3232 kilogr. qui reviennent à 6 fr. 78 les 100 kilogr.

Voici le compte du même auteur, pour la préparation des plants :

Fin février, remaniement des tubercules dans le conservatoire et plantation en terrines et corbeilles.	1fr50
Mi-avril, préparation des coffres, transport du terreau et plantation, 1 journée de jardinier et 1/2 journée de directeur	5 25
15 avril, inspections diverses du directeur et soins du jardinier.	20 »
Entretien de 4 coffres dans lesquels se fait la plantation.	3 75
Altération du terreau	10 »
80 kilogr. de tubercules à 60 c. le kilogr.. . . .	48 »
	88 50

On obtient 6000 à 7500 plantes, soit 7000 qui reviennent à 1 f. 26 le 100.

Nous nous bornerons à remarquer, à l'égard de ces comptes, 1° que le loyer du terrain est fort cher; il faisait partie de la pépinière départementale; 2° que les frais d'inspection, qui sont très considérables pour une très petite expérience, deviennent presque nuls pour une culture en grand.

Voici maintenant le compte de M. Ridolfi, réduit à la contenance d'un hectare :

Fumier, 1088 kilogr. à 68 c. les 100 kilogr. . . .	74fr30
Travail à bras.	196 35
Labour avec des bœufs	28 05
Dépenses diverses.	128 35
	427 05

Produit.	18700 kilogr. de tubercules, ci	18700k
	18700 kilogr. de tiges valent, selon M. Ridolfi, le 6e des tubercules. . .	3117
	Total des tubercules recueillis	21817

Les 100 kilogr. de tubercules lui revenaient donc à 1 fr. 96 c.; il les vendait, à Florence, à raison de 16 fr. 62 c. (5 fr. 65 c. le quintal de 34 kilogr.)

Ce compte ne présente pas assez de détails pour que nous puissions en faire la critique détaillée. Nous devons cependant faire observer que l'auteur n'apprécie pas les tiges à leur juste valeur comme fourrage.

Voici maintenant nos résultats :

Compte de la valeur des plants pour un hectare de terrain devant contenir 27777 plants.

186 patates de 1 kil., ci 186 kil. à prix double du prix de revient pour payer leur conservation d'hiver.	37 fr.	20
Terreau pour la couche de 23 mètres de long sur 0m,45 de large et 0m,20 d'épaisseur, ci la valeur de 200 kil. de fumier qu'on fait bien consommer et qu'on mélange de terre fine.	3	30
Intérêt de la valeur des châssis, à 10 p. 100	2	»
Plantation, irrigation, inspection et enlèvement des plants .	20	»
	62	50

Chaque centaine de plants revient à 0f,225.

Compte de la culture d'un hectare de patates.

Rente de la terre.	88fr30
Pour maintenir pendant l'hiver le terrain net de mauvaises herbes au moyen de légers coups du scarificateur et de l'extirpateur, 2 œuvres	5 »
A reporter	93 30

Report. . . .	93fr	30
Formation de 27777 fosses à 0m,60 de distance l'une de l'autre, ayant 0m,35 de côté sur 0m,20 de profondeur; un homme en fait 300 dans sa journée, par conséquent la totalité des fosses coûte 92 journées à 1 fr. 75.	161	»
Valeur des boutures	61	10
Plantation, 6 journées de femme	6	»
Valeur de l'engrais consommé, en supposant une récolte de 30000 kil. de tubercules. Cet engrais est représenté par la valeur de 282 kil. d'azote, soit qu'il soit obtenu de l'état antérieur du sol, soit que l'on fasse dans les terres pauvres un mélange de fumier consumé et de terre pour remplir les fosses. Aux prix du midi : 2 fr. le kil. d'azote.	564	»
Binage et buttage, 2 fois	69	60
Récolte.	130	»
Transport à 1 kilom.	15	»
Préparation des silos et mise en silos.	100	»
	1200	»

La récolte était de 30000 kilogr. de tubercules et de 30000 kilogr. de tiges; celles-ci, au prix du foin, valant 4 fr. les 100 kilogr., ont une valeur, à l'état frais, de 2 fr. 24 c. les 100 kilogr., ou en totalité de 672 fr. qu'il faut retrancher de la dépense; il reste donc 528 fr. pour représenter la valeur des tubercules, qui reviennent ainsi à 1 fr. 76 c. les 100 kilogr. Nous avons vu que les pommes de terre coûtaient 1 franc 64 c. — La valeur réelle de ces deux tubercules serait donc à peu près la même, quoique la pomme de terre possède une valeur nutritive plus élevée.

Cette culture présente donc les avantages suivants dans le midi : la patate donne des résultats plus assurés dans des terres très sèches, où les produits de la pomme de terre seraient très inférieurs et incertains ; le nombre de ces terres, comparé à celles qui conviennent à la pomme de terre, est considérable, et enfin nous avons supposé un produit moyen très faible en comparaison de ce qu'on obtiendra par la méthode que nous avons décrite; lorsque leur produit s'élève à 60000 kilogr., elles ne reviennent qu'à 88 c. les 100 kilogr., et leur

prix se nivelle ainsi avec celui des pommes de terre cultivées dans la situation la plus favorable.

Comme aucun prix de marché n'est encore établi pour la patate et qu'on la paie ici 1 fr. 50 c., tandis qu'ailleurs elle n'a aucune valeur commerciale, il n'est pas inutile de montrer quelle serait sa valeur équivalente théorique avec les différents articles qui se trouvent sur les marchés.

On obtiendra le prix équivalent de la patate en multipliant:

Le prix du même poids de blé par. . . .	0,10
Celui de la pomme de terre par	0,58
Celui du foin sec par	0,31
Celui des betteraves par.	1,00

Et considérée comme plante fourragère seulement, le prix équivalent de la tige fraîche en multipliant:

Le prix du foin sec par.	0,65
Celui de la pomme de terre par.	2,09
Celui des betteraves par.	3,75

Ce dernier énoncé montre combien on est loin de comprendre encore le rôle important que, relativement à ses tiges, la patate peut jouer dans notre agriculture.

CHAPITRE III.

Topinambour.

Le topinambour, introduit en Europe longtemps avant la pomme de terre, n'a pas eu la même fortune que celle-ci. L'huile essentielle qu'il renferme lui donne un goût prononcé qui, la première fois qu'on en mange, le fait ressembler à l'artichaut, mais qui ne tarde pas à inspirer de la répugnance. Il n'a pas été admis dans la régime de l'homme; mais il possède d'ailleurs de si grands avantages qu'on ne peut s'étonner assez qu'il ne fasse pas plus ordinairement partie des cultures destinées

aux animaux. En effet, il donne des produits abondants et dans des sols médiocres; il n'épuise pas la terre; il se perpétue pendant un grand nombre d'années sur le même sol en exigeant peu de culture; il ne craint pas la gelée, et on peut ainsi laisser les tubercules en terre et ne les arracher qu'à mesure des besoins; il n'est attaqué par aucun insecte, n'est sujet à aucune maladie; enfin c'est une nourriture à peu près aussi riche que la pomme de terre. Avec de si grands avantages qui lui constituent un prix de revient peu élevé, quels sont les inconvénients qui ont pu nuire à son extension?

Le premier et le principal est, selon nous, la répugnance de nos cultivateurs à consacrer leurs terrains à des plantes qui ne servent qu'à la nourriture des animaux; il leur semble que tout espace qui ne produit pas du blé ou des végétaux de commerce est perdu pour eux; c'est ainsi que s'explique, au reste, la réduction des pâturages et des prairies qu'ils ne conservent que sous l'empire d'une absolue nécessité. Cette funeste tendance, qui ne provient que de faux calculs dans un grand nombre de cas, et dans d'autres, d'arrangements surannés entre les métayers et les propriétaires, cèdera, nous l'espérons, aux enseignements de la science et à l'évidence de l'intérêt bien entendu.

Un autre inconvénient est la difficulté qu'on a trouvée à extirper complétement le topinambour d'un champ dont il était en possession. On conçoit que si la culture du topinambour était une culture alterne, et que cette difficulté se représentât tous les deux ou trois ans, elle pourrait être prise en considération; mais si, comme l'exigent les propriétés de cette plante, elle doit former une sole permanente, à long terme, l'embarras diminue beaucoup; et quand on sait qu'il suffit de le remplacer par une récolte fourragère et qu'il ne résiste pas à deux fauchages de sa tige dans l'année, on est complétement rassuré sur cette perpétuité redoutable.

On a regardé aussi comme un désavantage du topinam-

bour le ramollissement rapide du tubercule lorsqu'on le laisse exposé à l'air ; mais on ne compte pas que la possibilité d'en faire chaque jour la récolte, à mesure des besoins, sans s'embarrasser de magasins et de silos, est une large compensation, et que d'ailleurs, dans les caves et les silos, il se conserve parfaitement sans se ramollir, et qu'on peut ainsi y garder la provision d'un mois ou deux quand on prévoit des gelées ou des mauvais temps qui s'opposeraient à la récolte journalière.

Enfin, quoique le topinambour soit mangé avec avidité par les bêtes à cornes et les chevaux, on a objecté qu'il était refusé par les porcs. En effet, ces animaux le dédaignent d'abord. Dans l'Allier, M. Dujonchay les y a habitués en les prenant par la famine; mais comme ils mangent très bien les tubercules lorsqu'ils en trouvent en fouillant un champ, et qu'il suffit qu'on les y ait menés quelquefois pour que cette nourriture ne leur répugne plus, cet obstacle est facile à surmonter.

Nous croyons donc que le topinambour tiendra une place considérable dans les distributions de culture raisonnée, et que les efforts de Kods, de Schwerz, les enseignements de M. Boussingault et le bon exemple de M. de Tracy ne seront pas perdus pour l'avenir.

Le tubercule du topinambour, au moment où on le sort de terre, retient 792 parties d'eau sur 1000, et se réduit ainsi à 208 parties sèches. La tige et la feuille renferment, à l'état frais, 864 d'eau pour 1000. Voici leur composition d'après M. Boussingault :

	10000 de tuberc. secs.	10000 tiges.		10000 de tuberc. secs.
Carbone	4302	4566	Chlore	9
Hydrogène	591	543	Chaux	14
Oxygène	4356	4572	Magnésie.	11
Azote.	157	43	Potasse.	264
Acide carbonique. .	65	»	Soude.	*traces.*
— sulfurique . .	13	»	Silice.	77
— phosphorique.	64	»	Fer et alumine. . .	31

Les feuilles et tiges fraîches du topinambour sont aux tubercules frais. . . . . :: 96 : 100
Les tiges fraîches seules . . . . . :: 54 : 100
La proportion des tiges des feuilles sèches aux tubercules frais . . . . . :: 14 : 100

Ainsi 100 de tubercules frais contiennent. . 0,326 azote.
54 de tiges (à 0,063 p. 100). 0,034
42 de feuilles (à 0,80 p. 100) 0,336
100 de tubercules exigent l'emploi de 0,696 d'azote de la terre.

Mais si l'on n'enlève que les tubercules et qu'on laisse sur le champ les tiges et les feuilles, on ne l'appauvrit que de 0^k,326 d'azote pour 100.

M. Boussingault a montré[1] qu'en récoltant sur un champ 52880 kilogr. de tubercules dosant 176 kilogr. d'azote, et 28200 kilogr. de tiges ligneuses dosant 98^k,2, en totalité 274^k,2 d'azote, il n'avait cependant donné que 188^k,2 d'azote du fumier, et que par conséquent le topinambour avait absorbé 86 kilogr. de gaz azote de l'atmosphère. Les feuilles étaient apparemment restées sur le champ. Il en résulterait donc que le topinambour prend les 0,313 de son azote dans les vapeurs ammoniacales de l'air. On obtiendra donc 100 kilogr. de topinambours, en abandonnant les feuilles, au moyen de 0,227 d'azote ou de 50 kilogr. à peu près de fumier d'étable.

L'abandon des tiges nous semble d'autant plus convenable que Schwerz[2] n'assimile la faculté nutritive de 100 kilogr. de tiges desséchées, telles qu'on les trouve en hiver, qu'à 12^k,5 de foin.

La difficulté de la culture du topinambour dans les assolements alternes consiste dans l'impossibilité de recueillir tous ses tubercules, car il y en a de toute grosseur, et le plus petit, de la dimension d'une noisette, pousse plus tard une nou-

(1) *Economie rurale*, t. II, p. 305.
(2) *Plantes fourragères*, p. 362.

velle plante. Ces repousses persistantes finissent par devenir une mauvaise herbe pour les cultures qui lui succèdent. Ce n'est qu'après avoir retranché deux ou trois fois ses tiges en pleine végétation qu'on parvient à détruire les racines. Aussi les agronomes les plus distingués conseillent-ils de lui faire succéder une luzerne, un sainfoin ou une vesce mélangée de trèfle. La vesce est coupée au printemps avec les tiges renaissantes du topinambour ; ces tiges retranchées encore en automne avec la première coupe de trèfle, puis le printemps suivant, finissent par disparaître complétement.

En Alsace on leur fait succéder des pommes de terre dont les binages détruisent les plantes de topinambours, jamais cependant avec la certitude qu'il n'en repoussera pas l'année suivante.

Mais la culture rationnelle de ce tubercule exige qu'elle occupe un clos séparé, dans lequel on prolongera sa durée autant que possible. Nous avons vu des cultures de topinambour durer plus de vingt ans, et leur existence se serait prolongée plus longtemps encore si on n'avait eu des raisons pour les extirper. Avec des soins qu'on lui a refusés jusqu'ici et des fumiers proportionnés à sa conservation, on obtiendra sa perpétuité.

Cette plante, quand on lui accorde des engrais, croît dans les plus mauvais sols, sur les terres légères comme sur les terres fortes. Kand récoltait 4300 kilogr. par hectare sur les mauvaises terres, 20400 kilogr. sur les meilleures, et en moyenne 17100 kilogr. En Alsace, M. Boussingault porte la récolte moyenne à 26000 kilogr.; dans les terres fortes et riches, on a eu des produits de 38400 kilogr., et enfin dans les alluvions du Rhône on obtient jusqu'à 60000 kilogr. Or, d'après les belles expériences de M. Boussingault [1], 14 kilogr. de tubercules remplacent 5 kilogr. de foin. Ainsi l'on aurait ob-

(1) *Economie rurale*, t. II, p. 425.

tenu sur les terres ordinaires l'équivalent de 9000 kilogr., de 13700 kilogr. de foin, et enfin dans les riches terres d'alluvion, l'équivalent de 21400 kilogr. de foin, c'est-à-dire le même équivalent qu'on aurait obtenu en foin sec de ces mêmes terrains semés à grands frais en fourrage artificiel.

L'étendue que doit occuper le topinambour dans les cultures est limitée, comme celle des racines, par la place qu'il doit tenir dans l'alimentation. Dans une note manuscrite qu'il a bien voulu me remettre, M. Boussingault pense que 100 kilogr. de foin sont remplacés dans le régime par 248 kilogr. de topinambours; mais comme ce n'est pas une nourriture complète et qu'elle est trop aqueuse pour être consommée seule, il faut la donner avec une nourriture sèche; il propose donc la combinaison suivante pour la ration d'une vache :

Foin.	7k5
Topinambour	19,0
Paille hachée	?
	26,5

Ainsi pendant six mois, de novembre à mars, la moitié de la nourriture de la vache peut provenir du topinambour. Le topinambour peut donc entrer dans la combinaison des cultures pour le quart de la nourriture des animaux. Et en supposant ce produit de 33400 kilogr. par hectare, la consommation d'une vache, pendant six mois, étant de 3420 kilogr., on voit que la sole de cette plante devra être de 10 ares et quart à peu près par tête de vache entretenue dans le domaine. Les prairies naturelles ou artificielles ne pourraient donner un tel résultat, et les autres récoltes racines ne le donneraient qu'avec des frais de culture beaucoup plus onéreux. Nous allons achever de nous en convaincre.

Les topinambours se plantent à la charrue, sous raie, vers la fin de l'hiver; il faut employer dans la plantation des tu-

bercules entiers, petits ou gros; on les expose à pourrir quand on les divise : l'espacement est de $0^m,35$ à $0^m,40$, en tous sens. Si le terrain est pauvre, on le fumera à raison de 0,70 d'azote d'un engrais complet par chaque 100 kilogrammes de tubercules qu'on voudra obtenir; on aura soin de réitérer ensuite tous les ans la fumure, en donnant au champ 0,23 d'azote pour chaque 100 kilogrammes de la récolte. Quand les plantes paraissent et garnissent le champ, on leur donne un fort hersage pour ameublir et nettoyer le terrain. Chaque année un labour suivi d'un hersage double est donné pour égaliser le terrain bouleversé en hiver par la croissance des tubercules. En Alsace, où l'on fait entrer le topinambour dans les assolements, on les espace d'un mètre entre les lignes, pour pouvoir les biner et entretenir le terrain dans la netteté convenable; mais quand le topinambour est placé dans une sole séparée et plantée à perpétuité, il se défend très bien lui-même, et n'a pas besoin de cultures intermédiaires.

Avant de faire ce labour annuel, on a eu soin de faire passer sur le champ des hommes qui, avec une bêche, divisent les tiges renversées par les arrachements, de manière que leurs morceaux ne puissent pas entraver la charrue. On distribue le fumier avant l'opération du labour.

Comme nous l'avons dit, la récolte est successive et journalière, on la confie à ceux qui ont soin du bétail. Cependant elle finit par compter dans le travail journalier, et nous l'assimilons à celle de la pomme de terre dans notre comptabilité. Supposons un hectare de topinambours de vingt ans de durée; nous aurons pour ses frais :

Labour préparatoire	84 kil. de blé.
Semis sous raie	42
Valeur des tubercules.	?
	126

DÉPENSES ANNUELLES.

Un labour	84[k]
Hersage	6,14
Engrais, 76[k],82 d'azote pour une récolte do 33400 kil.	472,70
Récolte	131,28
Division des tiges	24,00
Rente de la terre.	327,00
	1045,12

La récolte étant de 33400[k], chaque 100 kilogr. coûte 3[k],13, ou 0[f],68[c].

Sa valeur nutritive comparée au foin étant :: 33 : 115, nous trouvons que le foin étant à 4 fr., le topinambour vaudrait 1[f],15[c]. Il n'est guère possible d'obtenir une nourriture à meilleur marché.

CHAPITRE IV.

Betterave.

Malgré les écrits de Commerel, la betterave n'avait eu qu'un faible succès auprès des agriculteurs quand la découverte de ses propriétés saccharines et les rigueurs du système continental attirèrent sur elle tous les regards, provoquèrent de nouvelles recherches sur ses qualités nutritives comme sur sa culture, et lui firent enfin prendre le rang qu'elle méritait.

On s'étonne beaucoup que, sous le rapport de la production du sucre, la betterave puisse lutter à armes égales contre la canne à sucre; mais dans l'état actuel de la culture et de la fabrication, ce fait n'a rien d'étrange. L'hectare de canne à sucre produit à Bourbon 76000 kilogr. de cannes, qui rendent 9200 kilogr. de sucre, et qui coûtent de main-d'œuvre 2500 fr.; un hectare de betteraves produit 40000 kilogr. de

racines, qui rendent 2400 kilogr. de sucre et dont la culture coûte 354 fr.[1]; nous avons donc sur le prix de revient de la production agricole

Pour le sucre de canne. . $\frac{2500}{9200} = 27$ cent.

Pour le sucre de betterave $\frac{354}{2400} = 14$ cent.

Il faudrait donc que les frais de fabrication fussent bien moins élevés aux colonies pour pouvoir contrebalancer ce premier avantage. C'est ce qui n'est pas en ce moment; mais si l'on considère que la canne contient de 18 à 23 p. 100 de sucre, et qu'on n'en retire que 12 par les procédés actuels, que la betterave en contient 12 p. 100 et qu'on n'en retire que 6, on verra que de part et d'autre il y a des perfectionnements à obtenir, et que la lutte peut continuer sans cesser d'être peu avantageuse au sucre de canne, tant qu'il sera cultivé comme à présent par l'intermédiaire coûteux des bras esclaves. Nous croyons donc à l'avenir du sucre de betteraves quand la culture et la fabrication en seront dirigées avec autant de soins et de talents qu'elle l'est en ce moment dans les départements du Nord et du Pas-de-Calais.

Il ne faut pas s'étonner si cette industrie fait une halte et semble s'être cantonnée dans un district assez étroit. Quand l'exemption de droits donnait une large prime à la fabrication du sucre, on pouvait cultiver et fabriquer avec une extrême négligence. Aujourd'hui cela n'est plus permis; pour réussir, il faut obtenir de pleines récoltes et fabriquer avec toutes les nouvelles ressources de l'art. Or, les pleines récoltes ne s'ob-

(1) Selon M. Peligot, la betterave dose en moyenne 12 p. 100 de sucre; on en retire 6 p. 100; la canne dose 18 p. 100, on en retire 7 1/2. Les frais de culture de la betterave sont, d'après Mathieu de Dombasle, de 354 fr. par hectare; un hectare de cannes, qui produit 9200 k. de sucre à Bourbon, et seulement 2000 à la Guyane, exige le travail de 12 noirs, coûtant chacun 250 fr. de dépense annuelle, selon M. de Jabrun. (*Commission d'enquête*, séance du 12 juillet 1840, p. 193.)

tiennent en toutes choses qu'avec une culture perfectionnée, avec des ouvriers formés et intelligents. La betterave sera un véhicule pour amener ce perfectionnement, mais ce sera aussi un obstacle.

Au reste, la betterave est peut-être plus indifférente que les autres plantes de cette classe à la nature du terrain où on la cultive, pourvu qu'il ait de la profondeur et point d'humidité stagnante, et si les soins et les engrais sont les mêmes, les récoltes ne varient pas autant qu'on pourrait le penser. Mieux que toutes les autres racines, elle réussit sous des climats différents, pourvu que pendant sa végétation elle n'éprouve pas de gelée ; ses semis et ses récoltes peuvent être avancés ou retardés, selon le mode de culture qu'on adopte ; elle peut donc se prêter avec une grande facilité aux arrangements des travaux de l'exploitation. Il est vrai que quand on ne la destine pas à la fabrication du sucre, ses produits doivent être consommés dans la ferme, et qu'elle offre peu de ressources pour l'alimentation de l'homme, quoiqu'on ait souvent essayé de la faire entrer dans la fabrication du pain[1]. Il en est autrement quand on la cultive dans le voisinage des fabriques et qu'elle offre un produit immédiatement réalisable.

Notre ancien et regrettable collègue M. Morel de Vindé a bien fait ressortir toute l'importance des récoltes jachères qui peuvent se réaliser en argent, comparées à celles qui doivent être consommées[2]. Nous aurons plus tard l'occasion de revenir sur ce sujet, en traitant du système de culture ; la betterave se trouve dans l'une ou dans l'autre de ces catégories, selon la position topographique et industrielle où l'on est placé. Dans les contrées où sont établies des fabriques de sucre, les récoltes seront recherchées et payées au comptant ; elles prendront toute l'extension dont elles sont susceptibles ; la culture

(1) *Journal d'agriculture pratique*, 2e série, t. IV, p. 164.
(2) *Mémoires de la Société centrale d'agric.*, 1822, t. I, p. 391.

devant fournir des produits irréprochables, acquerra une grande perfection. Cultivée dans une contrée éloignée des fabriques, la betterave n'occupera plus que quelques petits clos, dans le but d'offrir un supplément de nourriture fraîche aux vaches et aux cochons, et elle ne couvrira des champs un peu vastes que chez des agriculteurs avancés et riches, où cependant elle sera bornée par les proportions où elle doit rester avec les autres cultures fourragères dont elle n'est jamais qu'un auxiliaire.

Dans le premier cas, elle deviendra le pivot et le stimulant le plus précieux pour l'amélioration de la culture générale; elle introduira dans le pays les méthodes de culture les plus parfaites et les plus économiques qui s'étendent de la betterave aux autres plantes. Malheureusement cet encouragement ne pourra jamais être bien étendu. On a dit que la consommation totale de la France pourrait être fournie par 35000 hectares de terrain : c'est la surface d'un arrondissement. Avec les perfectionnements dont la culture est susceptible, un espace encore moindre suffirait; ce n'est donc que comme cas d'exception qu'on peut espérer de participer aux avantages agricoles que donne l'association de l'industrie manufacturière, et, dans l'hypothèse générale, la betterave sera un fourrage frais devant venir en aide à l'alimentation du bétail.

Pour ce dernier emploi, la betterave a des qualités spéciales et très précieuses. Elle exige des travaux moins coûteux que la carotte; les risques que lui font courir les insectes sont bien moindres que ceux auxquels est exposé le navet; elle peut se consommer crue sans inconvénient, et se conserve facilement et longtemps en magasin; il n'en est pas de même de la pomme de terre, qui entre de bonne heure en végétation à une époque où la betterave peut encore offrir pendant deux mois de la nourriture fraîche aux ani-

maux. La betterave doit donc entrer dans un bon assortiment de nourriture d'hiver. Son véritable usage doit être de servir d'approvisionnement quand les autres racines viennent à manquer. Ainsi pendant la gelée, quand on ne peut ouvrir facilement la terre pour en tirer le topinambour, on doit y suppléer par la betterave, dont on arrête la consommation quand les circonstances viennent à changer, et qu'on reprend de nouveau quand la pomme de terre et le topinambour commencent à germer; elle vient alors clore le cercle de l'année, qui recommence avec la pousse des herbes. C'est par de semblables combinaisons que la nourriture au vert peut ne pas être suspendue un moment dans la ferme, au grand avantage de la santé et de la production des animaux.

Section Ire. — *Variétés.*

1° La betterave champêtre ou disette, chair variée de blanc et de rose, peau rouge. C'est celle qu'on cultive le plus généralement pour la nourriture des animaux. Une de ses variétés sort presque entièrement de terre, à laquelle elle ne tient que par les radicules inférieures. C'est celle qui est généralement préférée à cause de la facilité de sa récolte. Elle contient beaucoup d'eau et de fibres ligneuses. Mathieu de Dombasle la croit inférieure à la blanche de Silésie, dans le rapport de 3 à 5 à poids égal;

2° La jaune longue ordinaire, à chair jaune, racine allongée, peau d'un jaune clair. Elle pousse aussi hors de terre; elle est très estimée des nourrisseurs;

3° La jaune d'Allemagne, à racine presque sphérique, peau jaune foncé; chair jaune. Elle croît en terre et paraît être préférée par beaucoup de cultivateurs. M. Vilmorin nous apprend[1] que, d'après des essais comparatifs, M. Bailly, qui la

(1) *Le Bon Jardinier* pour 1817, art. Betterave champêtre, p. 562.

cultive en grand, l'a trouvée supérieure aux autres variétés;

4° La blanche de Silésie, racine peu allongée, très grosse, peau et chair blanche. Il y a une sous-variété à collet verdâtre. C'est la variété employée presque exclusivement pour la sucrerie. Elle devient très volumineuse, mais elle croît en terre. Dans les expériences de M. Girardin, cette betterave s'est toujours montrée la plus productive de toutes.

Section II. — *Composition.*

La variété de betterave qui a été soumise à l'analyse complète par M. Boussingault est la betterave champêtre. La racine contient 0,83 à 0,88 d'eau, plus ou moins, selon les terrains et les saisons. La betterave d'Alsace contenait en 1838 la quantité de 0,122 de matières sèches; la feuille se réduisait à 0,111 par la dessiccation complète. La proportion des feuilles aux racines était de 78 à 100 dans une mauvaise récolte, mais d'après les expériences de M. Girardin le poids des feuilles est à peu près égal à celui des racines.

Voici la composition élémentaire des unes et des autres :

	10000 de racin. sèch.	10000 de feuilles.		10000 de racines sèches.
Carbone	4275	3811	Chlore	32
Hydrogène	577	510	Chaux	44
Oxygène	4358	3080	Magnésie	27
Azote	166	450	Potasse	243
Acide carbonique . .	100	»	Soude	37
— sulfurique . .	10	»	Silice	50
— phosphorique .	37	»	Oxyde de fer et alumine .	16

La blanche de Silésie, beaucoup plus riche en sucre, contient moins d'azote. M. Boussingault, ayant analysé ces deux variétés de la récolte de 1838, a trouvé que la betterave champêtre ayant 1,70 p. 100 d'azote à l'état sec, la blanche n'avait que 1,43, et à l'état normal la première 0,21, et la seconde 0,18. La betterave champêtre serait donc plus avanta-

geuse pour la nourriture du bétail, et l'autre pour la sucrerie.

Un engrais complet appliqué à la betterave devra donc avoir pour indice la quantité d'azote suivante :

100 kil. de racines	0,21
100 kil. de feuilles	0,45
	0,66

L'engrais devra être riche en potasse.

M. Payen, ayant observé attentivement les débris que laisse la plante sur le sol, a trouvé que sur un hectare en bonne culture produisant 4000 kilogr. de betteraves, il était resté au profit du terrain [1] :

	kil.		kil.
Feuilles décomposées pendant le cours de la végétation.	3850	dont en azote	19,25
Pivots et radicelles engagés dans le sol.	460	—	11,04
			30,29

Mais ces débris ne peuvent pas être comptés en défalcation de l'engrais absorbé par la récolte, puisqu'ils ne l'ont pas été dans l'absorption qui lui a été imposée.

SECTION III. — *Végétation.*

La betterave atteinte par une température au-dessous de la congélation entre en décomposition. Sa graine germe et sa végétation commence lorsque la température s'élève à + 7.

On sait par les travaux de M. Decaisne que ce que nous appelons racine de la betterave porte à son milieu le prolongement d'une moelle en forme de cône renversé, ce qui caractérise une tige renflée par une masse celluleuse, et où la partie radicellaire est englobée et masquée par ce renflement. Dans la plupart des cas, la partie de la betterave qui s'élève hors de

(1) *Comptes rendus*, t. XXIII, p. 997.

terre comprend la tigelle, et la partie souterraine la vraie racine. La masse s'augmente graduellement par la superposition de zones concentriques qui, chacune, sont composées de matériaux parfaitement identiques dans l'ensemble des zones, de sorte que, selon les observations de M. Peligot, la quantité de sucre est, à tout âge de la plante, proportionnelle au volume de la racine et de la tige radiciforme[1].

Pendant la première année de la vie de la betterave, la tige s'allonge en continuant à être renflée et charnue; chaque étage de feuilles tend, par l'expansion de ses fibres, à augmenter le nombre des zones concentriques; ce n'est que la seconde année que la tige herbacée ou ligneuse s'allonge enfin et se termine par les fleurs et les semences.

Ce n'est que sous l'influence de la chaleur et de l'humidité que l'allongement et le grossissement de la tige radiciforme a lieu. Nous avons observé avec soin les rapports de la chaleur et les progrès de la betterave. Depuis avril, époque de la plantation, jusqu'au 20 septembre 1845, la betterave n'avait acquis qu'un poids moyen de $0^k,75$. Mais aussi la chaleur avait été grande et la sécheresse presque complète. Le 20 septembre la pluie commença, et le 25 octobre les racines avaient acquis le poids moyen de $1^k,25$. La chaleur totale de ce mois avait été de 732°. Dans ce terrain que sa position rendait frais toute l'année, les betteraves pesaient le 25 octobre $3^k,5$; la température totale du 15 avril au 25 octobre avait été de 5017°. (Ne perdons pas de vue que nous entendons par température totale la moitié de la somme du minimum et du maximum observé au soleil.) Si nous comparons ces deux données, nous trouverons que, pour grossir de 1 kilogr., les premières betteraves avaient exigé la chaleur exprimée par

$$\frac{732}{0,50} = 1464°,$$

(1) *Comptes rendus*, t. VIII, p. 46.

et que les autres avaient acquis la même augmentation avec

$$\frac{5017}{3,5} = 1433^{o}.$$

Ces deux nombres se rapprochent trop pour ne pas exprimer la vérité.

Il est bien entendu que le chiffre du poids obtenu est en rapport avec les éléments de fertilité mis à la portée de la plante, et dans des terrains également fumés leur abondance relative dépend beaucoup de l'espacement des plants. Ainsi, dans une de nos cultures, la récolte totale dans le terrain frais avait été de 105000 kilogr. de racines, les plantes étaient au nombre de 52500; chaque racine pesait donc en moyenne 2 kilogr. Ce n'est pas 1 kilogr. que chaque racine avait acquis pour 1433° de chaleur totale, mais 52500 kilogr. que l'hectare de racines avait acquis par cette somme de chaleur; et si on n'avait eu que 35000 pieds de betterave, chacune d'elles aurait acquis probablement le poids de 3 kilogr. Nous éclaircirons ce point dans ce qui va suivre.

Jusqu'à la production des graines il n'y a pas de véritable maturité. On peut récolter les betteraves à toutes les époques de leur végétation et obtenir un produit proportionné à leur grosseur. Mais le véritable moment à saisir pour opérer l'arrachage est celui où l'abaissement de la température ne permet plus d'espérer de nouveaux développements, à la fin de la première année de végétation. On retarde généralement cette époque le plus qu'il est possible, et presque toujours jusqu'à ce que la température moyenne du jour descende à + 9°.

Au nord de la région du maïs, ce retard rejette bien loin vers l'hiver les préparations à donner à la terre pour les semailles du blé d'automne. Aussi regarde-t-on la betterave comme un mauvais précédent pour cette culture. Il y a lieu de calculer s'il ne serait pas préférable de renoncer à une partie du grossissement de la betterave pour assurer la réussite des

céréales. Dans la région du maïs et surtout dans celle des oliviers, cet inconvénient n'existe pas, et l'on a encore le temps de préparer la terre pour les céréales d'hiver.

Le grossissement de la tige tient à deux circonstances : la somme des matières nutritives dont la plante peut disposer et la durée de la végétation qui s'arrête quand la terre devient trop sèche. Ainsi dès le mois de juillet la betterave ne grossit plus que lentement dans la région du midi; elle vit aux dépens de l'humidité accumulée dans ses racines, mais sa croissance est arrêtée ; dès les premières pluies d'automne la croissance devient rapide. Ainsi nous avons vu qu'en 1845 nos betteraves avaient presque doublé de grosseur du 20 septembre au 25 octobre. Dans ces climats, cette plante a donc le précieux avantage de supporter la sécheresse du sol et de l'atmosphère, et de reprendre sa végétation au moment où elle retrouve l'humidité qui lui convient. Néanmoins il n'est pas sans inconvénient de chercher à l'obtenir par le moyen de l'irrigation qui durcit le sol, fait pousser une multitude de mauvaises herbes et oblige à des binages réitérés et coûteux.

Section IV. — *Terrain convenable ; engrais.*

La betterave réussit dans tous les terrains, excepté dans ceux qui ne sont composés que de sable siliceux ou calcaire sans ténacité, terrains prompts à se dessécher et où la plante éprouve des arrêts trop fréquents de végétation. M. Girardin a cultivé la betterave dans des terrains de sable d'alluvion, de sable humifère ou tourbeux, argileux et calcaire; les produits de la betterave blanche y ont été dans les rapports de 59, 46, 48 et 34. En général, cette plante préfère les terrains de consistance moyenne, plutôt tenaces que légers, frais et enrichis par les engrais.

Schwerz croit la betterave moins épuisante que la pomme

de terre. Une récolte d'orge venue sur un champ qui avait succédé à la betterave fut plus belle que celle qui avait succédé à la pomme de terre. Crud attribue à 100 kilogr. de fumier un produit de 250 kilogr. de pommes de terre et de 200 de betteraves. Les cultivateurs du nord récoltent 40000 kilogr. de betteraves sur des champs qui, dans l'état de fertilité où on les met, rapportent 30 hectolitres de froment, et qui par conséquent possèdent en azote

$$\frac{64{,}5 \times 100}{28} = 219^{k},6$$ capables de nourrir 33000 kil. de betteraves;

non seulement on récolte 40000 kilogr., mais encore le terrain reste en bon état et capable de donner sans engrais une récolte de 20 hectol. de blé, qui supposent en terre $146^{k},4$ d'azote. Ainsi 40000 kilogr. de betteraves n'auraient consommé que 73 kilogr. d'azote, ou 0,18 p. 100. Mais en supposant qu'on laisse pourrir les feuilles sur place, c'est exactement le dosage de la betterave blanche de Silésie. Il semble donc évident que la betterave emprunte peu à l'atmosphère et qu'elle puise tous ses principes nutritifs dans la terre. Elle n'y puise qu'un aliquote de 0,33 de la quantité d'engrais que possède la terre

$$\left(\frac{73 \times 100}{219} = 0{,}33\right).$$

Mathieu de Dombasle dit que d'après ses expériences un terrain d'où l'on tire communément 15 hectol. de blé peut produire 20000 kilogr. de betteraves, et que celui qui produirait 22 hectol. de blé en donnerait 50000 kilogr. Nous n'avons pas le détail de ces essais et ne pouvons savoir si les deux situations étaient identiques; mais d'après nos données le premier devrait produire 20200 kilogr., et le second seulement 30700 kilogr.

Ainsi pour évaluer l'engrais dont il faut disposer pour la betterave, connaissant le poids de la récolte moyenne qu'on

veut et qu'on peut obtenir dans le climat où l'on cultive, on multipliera le centième de ce poids par 0,61 et on le divisera par 0,33 [1], et on aura l'azote total que doit renfermer l'engrais dont on devra disposer. Pour obtenir une récolte de 40000 kilogr., il faudra que la terre possède un engrais renfermant 739 kilogr. d'azote, et en abandonnant les feuilles pour engrais, la récolte n'en enlèvera que 84 kilogr. Mais il n'est pas indifférent que cet engrais possède ou non beaucoup de matières ligneuses. Ainsi le fumier d'étable doit être préféré, et quand on emploie des engrais riches, il faut revenir souvent à ceux de litière, si l'on veut obtenir une succession de récoltes complètes.

On le voit donc, la betterave exige une forte avance d'engrais dont elle n'emprunte qu'une faible quantité, ou, en d'autres termes, elle veut être cultivée sur des terres en très bon état qu'elle épuise très peu, surtout si on abandonne les feuilles comme engrais vert pour le sol. Ainsi, dans le cas précédent, sur une terre possédant 739 kilogr. d'azote, on pouvait obtenir une seconde récolte de 35737 kilogr. de betteraves, sans addition de nouvel engrais, et une récolte de 40000 kilogr. comme la précédente, si l'on rendait à la terre les 84 kilogr. d'azote consommés.

Quand on veut faire une récolte complète de betteraves, si la terre n'est pas déjà très enrichie par les engrais précédents,

(1) Nous devons donner ici un exemple de ces calculs pour les faciliter à nos lecteurs. Le blé prend sur les engrais une aliquote de 0,28. L'hectolitre de blé avec sa paille enlève $2^{k},05$ d'azote à l'engrais. Ainsi un terrain pouvant produire 15 hectol. de blé renferme d'engrais

$$\frac{2^{k},05 \times 15}{0,28} = 110 \text{ kilogr.}$$

La betterave prélève 0,33 de l'engrais; elle enlève 0,18 par 200 kil. Nous avons donc

$$\frac{110 \times 0,33}{0,18} = 402 \text{ qm. de betteraves.}$$

il faut employer une telle masse d'engrais, qu'il serait dangereux de se borner à des fumiers qui, étant très pailleux, tiendraient le terrain trop soulevé. Ainsi, pour obtenir 100000 kilogr. de racines qui absorbent le tiers de 1830 kilogr. d'azote, il faudrait porter sur la terre 4575 quintaux métriques de fumier, trois fois la fumure maximum usitée. Il est évident que cela serait impossible. Mais si la terre est déjà mise dans un état à pouvoir produire 20 hectol. de froment, et possède ainsi 182 kilogr. d'azote, on pourra fumer, et c'est le procédé qu'on emploie pour d'autres racines (la garance), de la manière suivante :

	Azote.
Fertilisation de la terre	182
1600 qm de fumier (fumure complète du Brabant) . .	640
206 qm de tourteau de colza dosant 4,92 pour 100. . .	1013
	1835

ou toute autre combinaison analogue.

Section V. — *Culture, semis.*

On ouvrira la terre avant l'hiver pour la préparer à la culture de la betterave. Autant qu'il sera possible, le labour devra être profond, car la racine pénètre beaucoup en terre. M. Payen cite des racines qui avaient atteint 2 mètres de longueur dans une terre compacte et argileuse [1]. Au printemps on passe le scarificateur, suivi de l'extirpateur ; on répand le fumier et on l'enterre par un coup de charrue à $0^m,10$ ou $0^m,12$ de profondeur.

La terre étant prête pour le semis, on le pratique à l'aide du semoir ou du planteur. Le semis à la volée doit être abandonné comme exigeant trop de frais pour éclaircir les plants. Mathieu de Dombasle fait observer que les semis de la betterave au semoir sont plus réguliers que ceux des autres graines

(1) *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. XXIII, p. 996.

à cause de la forme bosselée et irrégulière de celles-ci. Si l'on sème au plantoir, on commence par enrayer le terrain avec le sillon qui trace la direction des allées.

La distance à laquelle doivent être placées les betteraves a été l'objet d'assez longues discussions. Dans le département du Nord, le pays classique de cette culture, la distance des plants est de $0^{m},48$ entre les allées et de $0^{m},40$ dans les lignes; ce qui donne $0^{mq},192$ par plant et 52604 plants par hectare ; ou de $0^{m},54$ entre les allées et $0^{m},24$ dans les lignes, ou $0^{mq},130$ par plant et 77000 plants par hectare ; d'autres plantent en carré à $0^{m},40$ de distance ; les plants occupent alors $0^{mq},160$, et il y en a 980 00 par hectare. Dans les deux cas, on obtient des récoltes d'environ 40000 kilogr. par hectare; ce qui donne des betteraves du poids de $0^{k},77$, de $0^{k},52$, de $0^{k},10$ pour chacune de ces cultures.

Mathieu de Dombasle mettait $0^{m},65$ entre les allées et $0^{m},21$ ou $0^{m},27$ entre les plants dans les lignes; elles occupaient donc ou $0^{mq},136$ ou $0^{mq},176$, et il en plantait ou 73000 ou 57000 par hectare ; et comme sa récolte moyenne était seulement de 20000 kilogr., ses betteraves devaient avoir le poids moyen de $0^{k},27$ et de $0^{k},35$. Pour n'obtenir que de tels résultats, nous sommes bien convaincu qu'il aurait été avantageux de resserrer la plantation.

Pour ses récoltes considérables, M. Kœchlin espaçait à 1 mètre entre les allées et à $0^{m},50$ dans les rangs ; ce qui ne donnait que 20000 betteraves par hectare ; mais elles acquéraient le poids de 15 à 17 kilogr. Nous croyons que ces betteraves monstres présentent peu d'avantages ; que, pour peu qu'il y ait de lacunes, on perd un terrain précieux en cherchant à les obtenir ; qu'il est préférable de calculer de manière à avoir des racines qui ne dépassent pas en moyenne le poids de 2 kilogr. Alors la distance sera indiquée par la récolte qu'on peut espérer obtenir. Si nous prenons pour exemple la récolte

obtenue en 1845 dans un terrain frais, 105000^{k} par hectare, nous aurons, à 2^{k} par tubercule, 52500 plants occupant chacun 0^{mq},187 et espacés de 0^{m},60 dans les allées et de 0^{m},31 dans les lignes.

Quand la sécheresse du climat fait baisser le chiffre de la récolte, parce que le sommeil estival réduit la durée de la végétation, comme la racine ne pourrait profiter de l'accroissement de l'espace qui lui serait donné pour se développer, il faut calculer sur la réduction du poids de chaque racine plutôt que d'en réduire le nombre. Ainsi, dans un sol qui ne devrait rapporter que 20000 kilogr. de tubercules, nous n'hésiterions pas à rechercher des betteraves pesant au plus 0^{k},30, à les espacer à 0^{m},50 entre les allées et à 0^{m},30 dans les lignes; nous aurions 66000 plants à l'hectare, et cette récolte, mise ainsi à l'abri des lacunes du semis, serait aussi assurée que possible.

Selon nous, l'espacement est donc une chose variable, proportionnée, dans les terrains frais, à l'engrais dont on dispose; dans les terrains secs, à cet engrais, mais aussi à la durée de la sécheresse et à celle de la végétation qu'on peut prévoir surtout par les récoltes moyennes de luzerne qu'on retire des mêmes terrains. En comparant les récoltes de betteraves et de luzerne au nord et au midi, nous trouvons qu'avec un engrais complet on peut compter sur un poids de 6,6 de betteraves pour 1 de luzerne sèche qu'on récolte sur le même terrain. Ainsi, par exemple, si dans la terre de M. Dailly, à Trappes, qui produit 9600 kilogr. de luzerne sèche, nous trouvons qu'en fumant convenablement on peut obtenir 63360 kilogr. de betteraves, si nous voulons avoir des racines du poids de 2 kilogr., il nous faudra 31680 plants qui occuperont chacune 0^{mq},305, et qu'on pourra espacer de la manière suivante : 0^{m},60 entre les allées et 0^{m},50 dans les lignes.

L'époque de la semaille doit être celle où l'on ne craint plus

les gelées blanches qui détruisent le plant à sa sortie. On donne un premier binage aussitôt que les feuilles ont acquis la longueur de $0^m,20$ à $0^m,30$. C'est un travail qui ne peut être retardé, et la récolte se ressent fortement de la négligence qu'on y apporterait. Si l'on sarcle au moyen de l'extirpateur, on a soin de travailler à la main l'intervalle des plants dans les lignes et d'éclaircir le plant qui sera toujours très épais, parce que ce qu'on nomme *graine de betteraves* est une agglomération de trois ou quatre semences. Les plantes croissent toujours en touffes à la place où on les a semées : il est donc bien important de ne laisser que celle de ces plantes qui paraît la plus vigoureuse. On doit éclaircir de nouveau lors du second binage.

Cette façon se donne une quinzaine de jours plus tard, et on la répète aussi souvent que les herbes reparaissent, jusqu'au moment où le développement des plantes ne permet plus de passer l'instrument entre les lignes.

Section VI. — *Culture par la transplantation.*

Les semis destinés aux transplantations se font quand la température moyenne a atteint + 9°, moment auquel le germe peut se développer, c'est-à-dire au milieu de mars dans le midi de la France, et vers le commencement d'avril dans le nord. Ce n'est guère avant le commencement de mai dans le premier de ces climats, et avant le 15 dans le second, et quelquefois plus tard qu'on peut espérer d'avoir du plant ayant 15 millim. de diamètre, grosseur convenable pour que la plantation ait une réussite assurée. On est ainsi exposé à atteindre une époque de sécheresse qui nuit à la reprise dans les terrains secs, et qui oblige au moins à arroser le plant au moment de la transplantation. Cet inconvénient, si grave dans les contrées méridionales, y a fait condamner sans appel ce procédé de culture. Dans les pays du nord, on l'a sévèrement jugé sur le mauvais succès de

transplantations partielles faites pour regarnir les lacunes des semis. Mathieu de Dombasle a raison de refuser toute espèce de confiance à une pareille comparaison. Ces repiquages partiels se faisant dans une terre déjà tassée, il en résulte pour la reprise des difficultés que n'éprouvent pas ceux qui sont faits à propos. Mais dans le nord même, le repiquage ne réussit pas toujours dans les terres sèches. Ce n'est donc que dans les terres naturellement fraîches, qui sont celles dont les betteraves ont décidément pris possession, que le repiquage a été adopté et qu'il fait chaque jour de nouveaux progrès dans l'esprit des agriculteurs éclairés.

En effet, dans ce mode de culture, on a plus de temps pour préparer la terre. La dépense de repiquage, plus grande que celle du semis au semoir, ne l'est pas beaucoup plus que celle au plantoir ; les premiers binages se donnent dans la pépinière où les plants sont resserrés sur un espace dix fois moindre. Le binage à la main le long des lignes, pour éclaircir le plant, n'est pas nécessaire. Enfin, les binages entre les lignes sont moins nombreux et moins difficiles.

Le sol des pépinières doit être bien ameubli, bien fumé ; on y sème les graines au plantoir à la distance de $0^m,12$ en tous sens, comme limite nécessaire pour obtenir de beaux plants, c'est-à-dire qu'on aura 69 plants par mètre carré. On sème sur des planches, avec des allées intermédiaires pour pouvoir y circuler sans endommager le plant. La pépinière sera entretenue en bon état, et bien sarclée ou ameublie pendant toute la végétation du plant.

Quand le plant est arrivé à la grosseur convenable, on l'enlève par mottes, on le dégage de la terre et on le distribue aux planteurs, après avoir coupé les feuilles à $0^m,10$ au-dessus du collet, pour diminuer l'évaporation de la plante pendant sa reprise ; on coupe aussi l'extrémité chevelue de la racine qui s'arrangerait mal en terre. On dispose ensuite le terrain

à planter ; on fait un trou au plantoir aux distances voulues, on y insinue le plant jusqu'à la naissance des feuilles, et on l'y consolide en tassant la terre autour de lui avec le bout du plantoir.

SECTION VII. — *Méthode de la transplantation hâtive. Méthode Kœchlin.*

Nous avons dit que pendant sa première année la betterave grossissait en proportion du temps pendant lequel elle jouissait à la fois de la chaleur et de l'humidité nécessaires. Les semis en place faits en mars et en avril, outre qu'ils sont sujets à être détruits par la gelée, ne donnent à la plante que six mois de végétation, et dans les pays méridionaux il faut retrancher de cette durée environ deux mois d'été et de sécheresse. La transplantation l'abrége encore par le retard apporté par la reprise à la vie active de la plante. Mais si l'on pouvait gagner un mois et demi ou deux mois au commencement du printemps, non-seulement on doterait la plante de ce prolongement de vie, mais encore on la ferait vivre à l'époque où la terre, suffisamment humide, favorise beaucoup plus le développement de la plante que dans les mois d'été. Ces considérations ont conduit M. Kœchlin à faire ses semis sur couche dès le mois de janvier pour pouvoir repiquer en Alsace vers le 15 avril. C'est ainsi qu'il a obtenu, dans des terres parfaitement préparées, des récoltes de 17 kilogr. par betterave, et de 340000 kilogr. par hectare.

La couche, si peu dispendieuse si l'on considère l'accroissement du produit qui résulte, doit prendre place désormais dans toute bonne agriculture. Nous avons vu ses effets à propos de la patate ; elle met le cultivateur en état de maîtriser la température comme il maîtrise l'humidité par l'irrigation, elle complète sa domination sur la nature [1].

(1) Voir t. III, p. 508.

Aidé de ces moyens artificiels, le semis fait dans un terrain riche et bien préparé pousse avec vigueur et peut être beaucoup plus serré que les semis faits en plein champ. M. Kœchlin emploie 40 mètres carrés de couche pour obtenir 20000 plants qui, chez lui, occupent l'hectare (1 mètre de distance entre les lignes ; 0^{m},50 dans les allées).

Cette méthode est trop bien adaptée à notre climat du midi et à ses sécheresses du printemps pour que nous ne nous soyons pas empressé de l'adopter. M. Aug. de Gasparin en avait reçu la confidence de son auteur, alors son collègue à la Chambre des députés, avant qu'il l'eût publiée, et, depuis plusieurs années, il en obtient des succès constants que lui refusait la méthode des semis en place. Les semis sur couche nous donnent aussi 500 plants par mètre carré, espacés de 4 à $5^{millim.}$ l'un de l'autre, quoiqu'on ait espacé de 0^{m},10 les glomérules de graines; mais on sait que chaque agglomération de graines donne naissance à plusieurs plantes. Dans un terrain riche cet espace suffit à leur développement. La plantation se fait au mois d'avril, au moment où les betteraves semées en place ne sont pas encore hors de terre. Les nôtres jouissent donc de tous les bénéfices du mois de mai et de juin, et sont déjà grosses quand arrivent les sécheresses de l'été. La végétation devient faible alors et ne reprend qu'au retour des pluies d'automne (milieu de septembre), qui en peu de temps leur font acquérir la grosseur que nous désirons. Moins bien placé que M. Kœchlin, nous obtenons cependant 110000 kilogr. par hectare là où, par la méthode des semis, nous atteignions à peine le chiffre de 20000.

Section VIII. — *Effeuillage.*

Si nous nous rappelons ce que nous avons dit de la composition de la feuille de betterave qui, à poids égal, a deux fois

plus d'azote que la racine elle-même, et de la quantité que l'on en récolte qui, selon M. Boussingault, est de 0,78 du poids de la racine, et, selon M. Girardin, d'un poids à peu près égal, mais moindre dans le midi que dans le nord, on comprendra quel riche engrais on laisse sur le sol en y abandonnant la feuille. Autrefois, on attachait un si grand prix à la faire consommer par les bestiaux, qu'il y a eu un temps où l'on cultivait la betterave presque uniquement pour en avoir la feuille[1].

Malheureusement on n'a que des assertions très vagues sur les effets de ces feuilles dans l'alimentatiou des animaux, et p'usieurs agronomes ont cherché à rabaisser l'opinion qu'on s'en était faite. Mathieu de Dombasle, qui ne les a pas expérimentées, les condamne péremptoirement comme une mauvaise nourriture[2]; Block, Crud, Pabst pensaient qu'il fallait 600 kilogrammes de ces feuilles pour représenter 100 kilogrammes de foin, quoique, d'après leur dosage en azote, il n'en eût fallu que 250 kilogr. Notre beau-frère, M. Dumas de Nîmes, ayant nourri ses porcs de ses feuilles, ils maigrirent extrêmement, tandis que des génisses, soumises au même régime, engraissaient. Schwerz leur attribuait une vertu purgative[3] qui ne laissait pas l'estomac exercer d'action sur leurs principes très réellement nutritifs. On voit que dans le cas cité cette vertu aurait été sensible chez une espèce d'animaux, et insensible chez d'autres.

Quant à nous, l'emploi des feuilles de betteraves pour l'alimentation des bestiaux, quand les autres fourrages verts manquaient, en n'enlevant que la feuille inférieure de chaque plante, nous a montré que les animaux s'en accommodaient très bien, qu'ils aimaient cette nourriture et ne dépérissaient

(1) *Mémoires de la Société d'agriculture de Paris*, 1789, hiver, p. 126.
(2) *Annales de Roville*, t. V, p. 498.
(3) Fourrages, p. 24.

pas en la consommant. De plus, en opérant avec cette modération, on ne nuit pas au produit des racines et on obtient une masse considérable de nourriture que nous croyons bonne et saine. Des expériences directes peuvent seules constater quel est son équivalent véritable.

Il est certain ensuite qu'à l'époque de l'arrachage on se trouve débordé par la masse énorme de feuilles qu'il faudrait faire consommer en vert et dont il faut sacrifier la plus grande partie, et nous concevons alors qu'on préfère les laisser sur le champ comme engrais au moment où on les sépare de la racine. On m'assure qu'on les conserve très bien dans quelques pays vignobles où l'on dispose de vastes cuves en les y mettant dans de l'eau salée, et que dans cet état elles sont une précieuse provision d'hiver.

Quant aux effeuillaisons complètes, on ne doit jamais les entreprendre. Schwerz rapporte dans son *Agriculture belge* que des betteraves non effeuillées produisaient 925 paniers de racines par hectare; d'autres, effeuillées une fois, 859, et celles effeuillées deux fois, 539; ainsi les trois récoltes avaient été dans les rapports de 100 à 93 et à 58.

Il faut tenir compte aussi du prix de revient des feuilles ainsi obtenues. En ne cueillant qu'une feuille par plante, une femme en récolte 100 kilogr. en cinq heures et demie, et par conséquent 182 kilogr. dans sa journée de dix heures coûtant 3 kilogr. de blé. Ainsi les 100 kilogr. reviennent à 1^{k},65 de blé (36 cent.). S'il en fallait réellement 600 kilogr. pour représenter 100 kilogr. de foin, cela ferait revenir celui-ci à 2 fr. 16 cent.; mais si, selon leur dosage, il suffisait de 250 kilogr., on ne paierait plus l'équivalent de 100 kilogr. de foin que 90 cent.

SECTION IX. — *Récolte.*

Quand la température moyenue s'est abaissée au-dessous de

9 à 10° pendant plusieurs jours, on ne peut plus espérer une forte augmentation du poids de la betterave, et la prudence veut, surtout dans les terrains argileux, qu'on n'attende pas davantage pour arracher, surtout depuis qu'on sait que cette racine peut être attaquée par la maladie connue sous le nom de *pénétration brune*.

L'arrachage se fait avec le trident ou à la charrue si l'on a de vastes plantations. On dirige alors cet instrument le long des lignes, en faisant piquer le soc profondément. On dégage ensuite les racines à la main ; elles sont placées en tas coniques, les feuilles en dehors. Si l'on abandonne les feuilles pour l'engrais du champ, on les retranche immédiatement avec un instrument tranchant sans en laisser vestige, après les avoir secouées pour en détacher la terre.

On conserve les betteraves dans des silos, tels que nous les avons décrits pour les pommes de terre. Si on les met dans des bâtiments ou des caves, elles doivent toujours y être à l'abri des gelées, et dans le cas où l'on supposerait que la température puisse s'y abaisser au-dessous de ce point, il faudrait les couvrir d'une forte couche de paille.

SECTION X. — *Valeur de la betterave.*

La valeur vénale des betteraves est réglée, dans les lieux où se trouvent des fabriques de sucre, par la concurrence des cultivateurs. Le prix moyen payé depuis quelques années est de 1 fr. 85 c. les 100 kilogr.

Consommée comme fourrage, il faut, selon M. Boussingault, 4 de betterave champêtre pour représenter 1 de foin ; nous croyons être plus près de la vérité, d'après nos observations, en fixant leur rapport de 5 à 1. Ainsi 100 kilogr. de foin ayant une valeur de $14^k,50$ de blé, 100 kilogr. de betteraves vaudront $2^k,90$ de blé ou 64 c.

La pulpe de la betterave ayant la même valeur nutritive

que la betterave elle-même, on voit que les cultivateurs ont un grand avantage à la racheter des fabriques au prix de 40 c. les 100 kilogr.

Le prix de revient de la betterave résulte des frais de culture qui sont les suivants :

Méthode de semis.

	Blé.
Labour en automne, de $0^m,25$ de profondeur	144^k
2e labour pour préparer la terre et enterrer l'engrais. .	84,0
Hersage	7,0
Enrayage	7,0
5 kilogr. de graines	2,7
Semaille, 5 journées de femmes	15,0
1 binage avec éclaircissement de plant	114,0
2 binages ordinaires.	100,0
Rente de la terre.	327,0
	800,7

Les frais fixes pour toutes les quantités de betteraves à récolter étant de $800^k,7$ de blé, faisons varier maintenant les produits.

Récolte de 20000 *kilogr.*

	Blé.
Engrais $200 \times 0,21 = 42$ kilogr. d'azote	281^k4
Récolte, une journée d'ouvrier pour 30 quintaux de racines, à $6^i,6$.	39,3
Transport et arrangement.	54,0
Plus, ci-dessus	800,7
Intérêt d'un an de 370 kilogr. d'azote déposés en plus sur le champ.	123,9
	1299,3

100 kilogr. de betteraves coûtent $\frac{1299}{200} = 6^k,49$ de blé ($1^f,43$).

Récolte de 40000 *kilogr.*

	Blé.
Engrais $400 \times 0,21 = 84$ kilogr. d'azote.	$562^k,8$
Récolte	78,7
Transport et arrangement.	108,0
Plus, ci-dessus.	800,7
Intérêt de 655 kil. d'azote déposés en plus sur le champ.	438,8
	1989,0

100 kilogr. de betteraves coûtent $\frac{1989}{400} = 4^k,95$ de blé ($1^f,09$).

Ainsi, dans le premier cas, 100 kilogr. de betteraves nous donnent le foin au prix de $32^k,45$ de blé, au lieu de $14^k,54$ qui est son prix réel ; dans le second cas, au prix de $24^k,75$. La betterave cultivée de la sorte nous donne toujours un fourrage très cher ; elle ne peut être consommée par le bétail, mais elle doit être vendue aux sucreries. On a :

Dans le premier cas.

Prix de revient.	1f43	Prix de vente	1f85
Bénéfice du cultivateur . .	0 66	Bénéfice sur le rachat de la pulpe	0 24
	2 09		2 09

Les bénéfices par hectare sont de $0^f66 \times 200 = 132$ fr.

Dans le second cas.

Prix de revient	1fr09	Prix de vente	1fr85
Bénéfice du cultivateur . .	1 00	Bénéfice sur la pulpe. . . .	0 24
	2 09		2 09

Les bénéfices par hectare sont $1^{fr} \times 400 = 400$ fr.

La méthode des semis ajoute à ces frais ceux de la pépinière pour obtenir le plant, qui ne dépassent pas de beaucoup le prix du premier binage avec éclaircissement.

Voyons maintenant ce que coûteront les betteraves cultivées avec des moyens suffisants pour obtenir le résultat possible de 100000 kilogr. à l'hectare. M. Lazot a obtenu, en 1845, dans un terrain très riche, une récolte de 88229 kilogr.[1] Ces récoltes ont été dépassées dans une proportion considérable par M. Kœchlin.

	Blé.
Les frais de culture sont toujours de.	800^k7
Engrais, 210 kilogr. d'azote.	1407,0
Intérêt de 1620 kilogr. d'azote, excédant déposé sur le champ.	542,7
Récolte, 33 journées d'ouvrier.	196,7
Transport et arrangement.	270,0
	3217,1

100 kil. de betteraves coûteront $\frac{3217^k}{1000} = 3^k,22$ de blé (71 c.),

(1) *Annales de la Société de l'Allier*, 1846, p. 103.

ce qui établit l'équivalent de 100 kilogr. de foin au prix de $16^{k},10$ de blé ; un peu plus cher encore que la valeur réelle du foin telle que nous l'établirons en parlant des prairies, mais à une valeur inférieure au prix ordinaire d'achat. C'est donc seulement dans le but de varier la nourriture et de s'en procurer de la fraîche en hiver qu'on peut avoir recours à cette racine, et non pour la substituer complétement au foin.

Mais s'il s'agit de vendre le produit à la sucrerie, le bénéfice peut être considérable, comme on le voit ci-dessous :

Prix de revient.	0f 71	Prix de vente	1f 85
Bénéfice du cultivateur . .	1 38	Bénéfice sur la pulpe. . . .	0 24
	2 09		2 09

Ou sur un hectare $1^{fr}.38 \times 100 = 138$ fr.

CHAPITRE V.

Chicorée.

La betterave est venue faire concurrence au sucre de canne dans la consommation, et voici la chicorée qui prétend à remplacer le café. Sa prétention a déjà eu un commencement de réussite fort remarquable et n'a pas atteint le terme de ses progrès, si l'on en juge par ceux qu'elle a faits jusqu'à présent. Quoique la racine de chicorée ne soit qu'une succédanée fort imparfaite du café, qu'elle ne possède aucune des propriétés nourrissantes et excitantes de la graine d'Arabie, qu'elle n'ait de commun avec lui que de teindre en noir l'eau dans laquelle on la fait infuser et de lui communiquer un peu d'amertume, la population peu aisée de la Suisse, de l'Allemagne et de l'Angleterre l'ont adoptée pour remplacer le café dans l'apprêt de leur déjeuner favori, le café au lait. Ici, en effet, elle n'est qu'une partie secondaire de la préparation dont on peut dire

que le lait est la véritable base. Le département du Nord seul exporte en Angleterre 4 ou 5 mille kilogr. de poudre de chicorée.

C'est en 1800 que M. Giraud introduisit cette culture et la préparation de la chicorée-café dans la commune d'Onnaing, près de Valenciennes; elle y fut longtemps bornée à une petite étendue; en 1804, M. Bottin la portait, dans la *Statistique du Nord*, à 10 hectares, produisant en totalité $45^{k},7$ de poudre. Aujourd'hui, elle a acquis une grande extension et continue à en prendre; les cantons voisins de la Belgique l'ont adoptée, et les résultats en ont été si avantageux dans les polders des environs d'Anvers, qu'on l'y substitue au colza. On ne pouvait donc s'abstenir de parler ici de la chicorée, qui devient chaque jour un objet plus considérable de culture et de consommation.

La variété de chicorée qu'on cultive pour en fabriquer le *café* est, selon M. Poiteau, moins amère que la chicorée sauvage ordinaire; sa racine est plus grosse, ses tiges et ses feuilles inférieures sont velues, plus grandes, plus épaisses que dans la variété commune; elles manquent de découpures; en un mot, c'est une plante évidemment améliorée par la culture.

A défaut d'analyse de la plante, quelques faits de pratique, recueillis, auprès de Valenciennes, des cultivateurs les plus expérimentés et les plus éclairés qui cultivent la chicorée, vont nous manifester ses besoins en engrais.

PREMIER FAIT. Si l'on cultive la chicorée après l'orge sur fumier, on peut immédiatement après semer en froment sans nouvelle fumure. Réduisons ce fait en calcul.

Les récoltes d'orge sont de 44 hectolitres, empruntant au sol 61 kilogr. d'azote sur une richesse de 175 kilogr., puisque cette céréale ne prend qu'une aliquote de 0,35 de l'engrais total. La récolte de froment est au moins de 21 hecto-

BIBLIOTHÈQUE PUBLIQUE

litres, qui puisent 43 kilogr. d'azote dans le sol, qui doit alors être riche de 71 kilogr. d'azote, puisque l'aliquote du fumier est de 0,27. Nous avons donc :

		Azote.
Richesse du sol avant l'orge		175 k.
Consommation de l'orge	61 k.	
Consommation du blé.	43	
Reste après la récolte de blé 175 — 61 — 43 =	71	
	175	
La récolte de la chicorée a donc ajouté au sol une richesse de	44	
	219	

Il en résulte que les débris de feuilles et de tiges laissés sur le champ de chicorée font plus que compenser ce que cette plante enlève au sol. On peut donc la considérer comme améliorante, absorbant les gaz fertilisants de l'atmosphère, à peu près au même degré que le topinambour, plante de la même famille qui, d'après M. Boussingault, enrichit la terre de 42 kilogr. d'azote, tandis que la chicorée l'enrichit de 44 kilogr.

Cette donnée confirme tout le bien que Cretté Palluel avait dit de la chicorée cultivée comme fourrage, et celui qu'en pensait Yvart qui la regardait comme amèliorante; selon lui, elle n'exigeait des engrais que si on la cultivait sur des terres médiocres et épuisées, pour favoriser sa première végétation ; mais elle rendait les engrais inutiles pour les récoltes suivantes, si la récolte de fourrage était consommée et les résidus rapportés sur le sol. Cela devient évident, puisque l'amélioration est encore sensible après l'extraction et l'enlèvement des racines.

Deuxième fait. Si l'on sème la chicorée sur une terre qui a déjà produit deux moissons de céréales après une seule fumure, il faut, avant de semer, faire une fumure légère ou tout au moins amender avec la chaux. Ce fait se rapporte encore au conseil que donnait Yvart qui voulait une fumure légère sur les terres épuisées; pour faciliter la sortie et le premier déve-

loppement de la plante, jusqu'au moment où elle attire et s'assimile les gaz atmosphériques.

Troisième fait. Quand, selon l'usage, on récolte de la chicorée après orge sur fumier, il est toujours bon de mettre de la chaux sur la terre avant de semer la céréale qui doit suivre. Ici se manifeste encore la grande consommation que fait la chicorée de l'élément calcaire qu'il faut lui fournir, s'il n'existe pas d'ailleurs abondamment dans le sol.

Comment se fait-il donc que les cultivateurs regardent la chicorée comme une plante épuisante? L'unique cause en est dans la culture profonde qu'on donne à cette plante. Dans les cultures ordinaires l'engrais est placé et réparti seulement dans les couches les plus superficielles; mais quand on défonce le terrain à $0^m,40$ ou $0^m,45$ de profondeur, ces couches sont retournées, placées au fond de la tranchée et recouvertes par les couches moins fertiles du fond. Il en résulte que, bien que le sol possède encore tous ses principes fécondants, ils y sont contenus dans un état latent, parce que les racines fibreuses des céréales qui succèdent ne vont que difficilement les chercher à cette profondeur. On voit cependant par les résultats qu'elles n'en sont pas tout à fait incapables. Mais viennent ensuite des cultures qui pénètrent plus avant, celle de la betterave blanche ou de la luzerne, par exemple, et on s'aperçoit bientôt de toute l'amélioration que le sol a reçue de la culture de la chicorée. Beaucoup de cultivateurs repoussent la culture de la chicorée par la difficulté qu'il y a de l'extirper complétement quand elle a occupé un terrain.

D'ailleurs on compare l'épuisement occasionné par la chicorée à celui produit par la betterave; or, dans le département du Nord, on n'enlève pas les feuilles de cette plante, elles restent au profit du champ; et alors cet épuisement est de 0,20 d'azote seulement pour 100 k. de racine, et on conçoit que l'effet produit par l'enfouissement de l'engrais puisse se com-

parer, pour un observateur peu attentif, à celui de la betterave.

Le fumier frais donne-t-il un mauvais goût au produit, ou bien développe-t-il trop la plante et la rend-il plus aqueuse? C'est sans doute une raison de ce genre qui engage le cultivateur à ne pas lui donner des engrais immédiats et à se borner à choisir pour elle une terre en bon état et qui, venant de porter une bonne récolte de blé, indique qu'il lui reste encore une forte dose de fertilité.

La terre qu'on destine à la chicorée doit être profondément travaillée, car ses racines atteignent jusqu'à $0^m,40$ de longueur ; il faut qu'elle soit meuble, dans un état moyen de fécondité. On la sème après une récolte de blé, d'orge ou d'avoine qui, ne puisant qu'une aliquote de l'engrais, laisse dans le sol un excédant ordinairement suffisant pour la chicorée.

On défonce le terrain avant l'hiver autant qu'il est possible; cette opération se fait à la bêche ou avec deux charrues qui se suivent. Il sera avantageux d'employer à cet effet la charrue Bonnet. Au printemps, le scarificateur et les herses pulvérisent la terre. Le semis doit se faire quand la température moyenne est parvenue à 12°. On emploie par hectare 5 kilogr. de graines, qu'on sème à la volée et qu'on recouvre à la herse, en passant ensuite le rouleau pour plomber le terrain.

La levée des graines a lieu une quinzaine de jours après le semis; dès qu'on distingue suffisamment les plantes, on les bine légèrement avec de petites houes de $0^m,10$, à manches courts (rasette dans le département du Nord) : on ameublit ainsi la terre et on détruit les plantes adventives. On éclaircit aussi en laissant $0^m,15$ à $0^m,20$ de distance entre les plantes.

Un mois après on donne un second binage plus profond; on éclaircit encore en laissant un intervalle de $0^m,30$ entre les plantes; si on les espaçait moins, elles donneraient des racines faibles et courtes. Enfin, quand les plantes couvrent

un espace de 0^m,06 à 0^m,10 de diamètre, on donne le troisième binage, qui achève le nettoiement du sol, et on les laisse croître sans y toucher davantage.

Quand l'abaissement de la température ne permet plus d'espérer de grossissement de la racine, du 1er octobre au 30 novembre, on arrache les racines de chicorée à la bèche, après les avoir fauchées pour en donner les tiges et les feuilles aux bestiaux, ou bien on les fait pâturer sur place.

Les racines arrachées sont transportées dans un lieu couvert; là des femmes les coupent au collet, puis les fendent en long, en deux ou quatre morceaux, selon leur grosseur; au moyen d'un hache-paille, un homme les divise ensuite en morceaux carrés qui prennent le nom de *cossettes*. Celles-ci sont desséchées dans des tourailles chauffées par du charbon maigre qui ne projette pas de flamme; cette opération dure 24 heures.

On obtient ainsi définitivement 4 à 5000 kilogr. de cossettes sèches sur un hectare, leur prix est de 8 à 22 fr. les 100 kilogr. En terme moyen on estime à 1000 fr. le revenu brut de l'hectare, et on croit que la dépense est de moitié en payant 100 fr. pour la rente de la terre.

Les queues, les débris de feuilles restant au collet et la terre grattée sur les racines, mêlées aux cendres de la touraille et à de la chaux, produisent un bon engrais.

Les cossettes ainsi préparées se brûlent dans de grands tambours en tôle, comme le café, et se réduisent en poudre avec des meules mises en mouvement par des chevaux ou des machines à vapeur. On place la poudre dans des caves pour lui faire reprendre de l'humidité, puis on la met en paquets pour la livrer à la consommation.

La tige et les feuilles vertes ont à peu près le même poids que les racines. Leur valeur nutritive ne paraît pas différer de celle de l'herbe des prairies; nous l'estimons le quart de la valeur des foins, ou 3^k,64 de blé les 100 kilogr.

Voici maintenant le prix de revient de cette culture :

Labour à 45 c.	190 k. de blé.
Scarification et hersage.	13
Semis à la volée et hersage.	13
Rouleau	1,50
Cinq kilogr. de graine (à 4 fr. le kil.) . . .	91
Trois binages et éclaircissement	342
Arrachage	200
Transport, nettoyage et préparation	200
Rente de la ferme et frais généraux.	327
	1377,50
On obtient d'abord 12120 kilog. de tiges ou feuilles, valant.	440,40
Reste pour valeur des cossettes.	937,10

On a 4 à 5000 kilogr. de cossettes, en moyenne 4500, qui coûtent 20^{k},82 les 100 kilogr. ou 4 fr. 80 c. Ainsi la récolte qui produirait 1000 fr. de produit brut coûterait seulement 302 fr. 95 c. de frais, et non 500 fr., comme on le pense généralement.

CHAPITRE VI.

Carotte.

La carotte était cultivée obscurément de temps immémorial dans les terrains sablonneux du comté de Suffolk, quand, en 1761, un mémoire de Billing, adressé à la Société d'agriculture de Londres et reproduit dans tous les recueils du temps[1], donna à cette plante une célébrité tardive et la rendit l'objet des expériences d'un grand nombre de cultivateurs de ce temps. Arthur Young, qui l'avait vue cultiver dans ses voyages, lui donna une grande attention et en fut le prôneur enthousiaste.

(1) Voir sa traduction dans les *Mémoires de la Société économique de Berne*, 1767, 2^{e} partie, p. 83.

Mais déjà Billing lui-même l'avait abandonnée. Young allant voir ce cultivateur et lui demandant le motif de cet abandon après le succès qu'il avait obtenu, celui-ci lui répondit que la dépense était si lourde qu'il n'y pouvait suffire, que des turneps venaient sans qu'on se donnât tant de mal, et que les frais étaient moins considérables [1]. Cette raison de Billing est aussi celle qui a arrêté partout les progrès de la carotte, même chez ceux qui en reconnaissaient le mérite.

Cette plante est en effet très lente à sortir ; elle reste quelquefois 30 à 40 jours en terre avant de se montrer, et le terrain se couvre d'un épais fourré de mauvaises herbes avant qu'on puisse tenter de le nettoyer. Quand elle a poussé hors de terre, elle reste longtemps fort petite, à peine discernable, et c'est avec précaution qu'il faut procéder à son nettoiement ; elle ne souffre pas la transplantation, on ne peut donc la traiter comme la betterave en supprimant les premiers binages. Sa nature pivotante exige qu'on prépare la terre par des labours profonds; elle est très avide d'engrais qu'elle emprunte entièrement au sol. Comme la betterave, elle est bisanuelle, brave la sécheresse, mais profite peu pendant sa durée ; elle ne rentre sérieusement en végétation dans les terrains secs qu'aux premières pluies de l'automne et grossit alors rapidement. On ne peut jamais en obtenir un poids de racine égal à celui de la betterave, et par sa longueur verticale elle est bien plus difficile à récolter que celle-ci. Elle donne en abondance une fane qui est un excellent fourrage ; mais il est si rare de pouvoir le bien dessécher dans cette saison avancée, que la plus grande partie doit en être abandonnée comme engrais, son abondance même empêchera de pouvoir le consommer entièrement en vert si la culture est un peu étendue.

Le véritable mérite de la carotte est d'être très agréable au goût des animaux, ce qui en fait un assortiment utile dans les

(1) Arthur Young, *Voyage à l'Est*, t. I, p. 315.

nourritures d'hiver qu'il faut varier pour les animaux comme pour l'homme si l'on veut composer un régime favorable.

La carotte occupant peu de place dans sa jeunesse et croissant principalement dans la profondeur, il conviendrait de la semer au printemps avec une autre plante qui se récolte de bonne heure, comme le pavot, le lin. Quand ces plantes sont enlevées, elle croît à la faveur des pluies d'automne; on la laisse grossir le plus possible, car elle continue à végéter avec 8° de température moyenne. Nous n'avons jamais trouvé qu'elle réussit d'une manière satisfaisante lorsqu'on la semait avec les céréales du printemps. Elle croît très bien dans les terrains sablonneux, frais et profonds.

On peut les lui consacrer spécialement, car elle se succède à elle-même avec avantage, grâces au labour profond qu'exige son extraction.

La racine renferme 87,6 pour 100 d'eau. Le suc qu'on en retire se coagule à une chaleur inférieure à l'eau bouillante, et après la dessiccation son poids est de 0,629 du poids primitif.

Le *coagulum* est ainsi composé :

Albumine végétale.	0,435
Huile grasse.	0,100
Carottine, principe colorant cristallisable . .	0,034
Phosphate terreux.	0,006

M. Boussingault a trouvé que la racine de carotte sèche contenait 2,40 d'azote pour 100, à l'état normal 0,30.

La feuille de la carotte contient 70,9 pour 100 d'eau, 2,94 d'azote à l'état sec, 0,85 à l'état frais.

Dans les carottes bien réussies, la proportion des racines à la fane verte est de 34 à 12 selon M. Boussingault.

Les variétés cultivées sont la rouge, la jaune longue et surtout la blanche à collet vert, qui par son volume et la longueur de ses racines l'emporte sur toutes les autres et les bannit toutes des cultures où elle a été une fois essayée.

	Racines.
Dans les expériences d'Arthur Young [1], un hectare fumé avec 525 quint. métr. de fumier produit.	30700 k.
L'hectare non fumé	16700
Différence.	14000

L'hectare non fumé possédait donc la fertilité suffisante pour produire:

Pour 16700 kil. de racines		50 k. d'azote.
Pour 5900 de feuilles		50
		100
Le terrain fumé avait prod. 30700^{k} de racines, dosant		92
10900 k. de feuilles		92
		184
Le terrain contenait 52500^{k} de fumier, dosant		210
qui ont produit un excéd. de 14000 k. racines / 4900 k. feuilles	dosant	84

La carotte avait pris à l'engrais $\frac{84}{210} = 0{,}40$.

Mais le terrain non fumé contenait alors une fertilité acquise de $\frac{100^{k}}{0{,}40} = 250^{k}$ d'azote.

Le terrain fumé, $250 + 210 = 460$.

Après la récolte il lui restait $460 - 184 = 276$.

Ainsi en laissant en terre la fane, dosant 92 kilogr. d'azote, il avait suffi d'ajouter au terrain 92 kilogr. d'azote résultant de 230 quintaux de fumier pour continuer indéfiniment la culture avec un produit de 30700 kilogr. de racines.

Les récoltes *maxima* obtenues sont de 490 quintaux par hectare à l'est de l'Angleterre; Schwerz a récolté 287 quintaux; on regarde 182 quintaux comme une récolte moyenne. Dans le même terrain et avec le même traitement avec lequel nous avons obtenu 1000 quintaux de betteraves par la méthode de transplantation hâtive, nous n'aurions eu que 225 quintaux de carotte blanche.

Par la masse de carbone que la carotte extrait du sol, on peut juger qu'elle tend à l'effriter et qu'il faut lui donner des

(1) Tome XII, p. 313.

engrais pailleux. L'avance d'engrais qu'elle exige est moins considérable que celle qui a lieu pour la betterave, dont les racines moins étendues n'occupent pas si bien le terrain. Pour connaître la fertilité qui doit exister dans le sol pour cette culture, on multipliera le nombre de quintaux à obtenir par 0,60, quantité d'azote qu'elle doit absorber, et on divisera le produit par son aliquote 0,40. Ainsi, pour 500 quintaux nous avons

$$\frac{500 \times 0{,}60}{0{,}40} = 750 \text{ k. d'azote.}$$

Aucune plante n'exige plus de soin de culture que la carotte. Selon les traitements qu'elle reçoit, Schwerz admet les rapports suivants dans les produits :

Seulement sarclée	100
Fumée et non binée	133
Fumée et binée	156

On prépare le sol par une culture profonde avant ou pendant l'hiver, on herse la terre au printemps, et on lui donne deux scarifications. Le fumier, étendu sur le terrain, est enterré par un labour moyen qui met la terre à plat ; on herse, on roule, on enraye de petits sillons à $0^m,50$ les uns des autres, on sème à la main ou au semoir à roulette le long de ces sillons, de manière à répandre une graine tous les $0^m,04$. On recouvre par un coup de herse en travers. On bine à la main dès que les plants de carotte peuvent se discerner, et on arrache toutes les plantes adventives qui se sont développées le long des lignes. Dès que les herbes reparaissent, on donne un second binage avec le petit extirpateur (houe à cheval), on sarcle encore les lignes à la main et on éclaircit le plant là où il est trop épais, de manière à laisser $0^m,15$ d'intervalle d'une carotte à l'autre. On donne un troisième binage avant que les fanes de carotte soient assez étendues pour couvrir le terrain.

On peut aussi semer à la volée en employant 5 kilogr. de graines par hectare et en enterrant les graines à la herse. Quand

les plantes sont sorties, on trace les allées au moyen de l'extirpateur garni de ses pieds espacés convenablement, de manière à laisser entre eux un intervalle intact de $0^{m},15$ de largeur. Il faut ensuite sarcler à la main cette bande pour n'y laisser que le nombre de plantes nécessaire.

La carotte est semée en récolte dérobée sur les céréales de printemps au moyen d'un fort hersage et d'un roulage, sur les fèves, le lin, le pavot, etc., après le premier binage, qui a ameubli le terrain, et qu'on fait suivre d'un hersage dans les lignes.

La graine de carotte ne veut être que légèrement recouverte. M. Yvart conseille de la faire tremper pour qu'elle soit mieux disposée à germer au moment du semis. Bien entendu qu'on ne doit alors semer que dans une terre fraîche, car si le germe se desséchait avant d'être sorti on perdrait toute la semaille.

On sème la carotte quand la température moyenne est parvenue à 9° depuis quelques jours, et pas avant cette époque, pour que la graine ne reste pas trop longtemps à lever.

La récolte est retardée autant que cela peut se faire sans contrarier les autres arrangements de la culture générale, mais toujours avant que la température moyenne se soit abaissée au-dessous de 9°. Il faut surtout éviter l'arrivée des gelées qui pourraient pénétrer en terre. Quelques jours avant la récolte, on fait faucher les fanes quand on veut les utiliser pour la nourriture des animaux de la ferme.

L'arrachage de la carotte se fait à la fourche de fer ou à la bêche. Cet ouvrage est coûteux, mais ne l'est pas plus que celui que l'on ferait avec une charrue creusant à la profondeur nécessaire pour ramener au jour ses longues racines sans les couper.

On retranche à la main le collet des racines, on les range ensuite en tas allongés en mettant une couche de paille entre

chaque lit de racines. Le tas doit être isolé et ne pas toucher les murs du hangar où on les dépose. On peut aussi les serrer en silos comme il a été dit pour les pommes de terre.

La carotte doit être consommée de bonne heure et avant que la température moyenne soit remontée à + 9°, car alors les feuilles repoussent et la racine s'altère. Sous ce rapport elle n'offre pas le même avantage que la betterave pour l'alimentation du bétail.

Cette racine n'a de prix vénal que sur le marché aux légumes. Sa valeur alimentaire est donc la seule dont nous devions nous occuper. Les auteurs varient beaucoup à cet égard ; Pétri admet que 266 kilogr. de carottes équivalent à 100 kilogr. de foin. Ce chiffre est exagéré. D'après son équivalent 100 de carottes vaudraient 23 de foin et 100 de feuilles fraîches 65 de foin, et si l'on admet que 100 de foin valent $14^k,54$ de blé, nous aurions pour 100 de carottes $3^k,34$ de blé (0 fr. 73). La fane vaudrait $9^k,45$ de foin (2 fr. 07).

Voici maintenant le prix de revient :

	Blé.	
Labour profond à 45 cent.	190^k	
Hersage double.	12,3	
Semaille	90	
Hersage et roulage pour recouvrir.	12,3	
Biner à la houe et éclaircir	114	
Trois binages à l'extirpateur	90	949,6
Faucher la fane.	10	
Arracher les carottes et les nettoyer	200	
Transport	72	
Arrangement.	32	
Rente de la terre	327	
Engrais pour obtenir 490 q^x de carottes, 294^k d'azote	1969	
Intérêt d'un an de 441^k d'azote déposés en plus sur la terre.	147,7	
	3066,3	
Produit : 490 quintaux de carottes	49000^k	
173 quintaux de fanes, valant.	49000	
	98000	

100 kilogr. de carottes vaudraient $\frac{3066^k}{980} = 3^k,33$ de blé.

Ainsi la carotte dont on sait faire consommer les feuilles revient à peu près au prix du foin.

Si la récolte n'était que de 182 quintaux, ce qu'on considère comme une récolte moyenne, on n'obtiendrait que 1680 kilogr. de feuilles; le produit serait de 182 quintaux de carottes, et 64 quintaux de feuilles fraîches valant 182 quintaux de racines; le prix de revient sera donc :

$$\frac{1680^k}{364} = 4^k,61 \text{ de blé;}$$

c'est-à-dire plus que sa valeur réelle. M. Dailly, dont la comptabilité est si exacte, accuse un produit net de 500 fr. pour un hectare de carottes, mais le prix moyen auquel il les compte est de 2 fr. 23 c., c'est-à-dire trois fois à peu près la valeur nutritive réelle.

Cette culture n'est praticable en culture dérobée que sur des terrains très riches.

CHAPITRE VII.

Panais.

Le panais, cultivé de temps immémorial dans un coin du département du Morbihan et en Belgique, expérimenté à plusieurs reprises par des agriculteurs éclairés; n'a pas gagné beaucoup de partisans, et il faut peut-être en accuser la manière dont il est cultivé, car sa racine est supérieure à la carotte comme aliment, et son feuillage abondant est aussi fort apprécié des animaux.

Sa racine contient 21,6 de parties sèches sur 100, tandis que la carotte n'en contient que 13,9, la betterave 18,1 et les pommes de terre 22; plus sucré et plus aromatique

que la carotte, les Bretons en font un grand cas pour leurs chevaux et lui attribuent la crème abondante du lait de leurs vaches.

Le panais exige un terrain frais et un climat humide pour prospérer, et il faut faire précéder ses semailles par des cultures profondes. Il a la propriété de ne pas craindre la gelée et de pouvoir passer l'hiver en terre, de sorte qu'on peut ne le retirer de terre qu'après les grands froids, en se dispensant des soins de conservation.

Faute de renseignements plus précis, nous nous bornerons à dire qu'on le cultive en Bretagne sur un pelleversage, qu'on pourrait suppléer par une culture profonde à la charrue; que, semé en février dans ce pays, il est récolté en octobre ou novembre, si on ne le laisse pas passer l'hiver en terre; qu'il est associé sur le même champ aux fèves et aux choux, ce qui doit rendre sa culture moins onéreuse. Son produit en racines est, dit-on, égal à celui de la carotte; mais comme il doit prendre encore plus de substance à la terre, si l'on en juge par ses qualités alimentaires, il exigerait encore plus d'engrais. Nous attendons des renseignements plus positifs et des analyses pour juger de ce qu'on doit espérer de cette culture. Nous l'avons essayée sans succès dans le midi de la France; le produit en racines a été très peu considérable, mais il nous semble que même dans ce climat, si on le semait à la fin de l'été, on pourrait obtenir de sa fane, au printemps suivant, un fourrage d'autant plus abondant qu'elle repousse avec facilité. C'est sous ce rapport que nous voudrions l'envisager à l'avenir pour les pays méridionaux. Il doit être espacé au moins à $0^m,15$ à cause de la largeur de ses feuilles; on sème 5 à 6 kilogr. de graines par hectare. M. Royer assure que sa graine perd facilement ses qualités germinatrices, ce qu'il conclut de ce que les semis sont ordinairement clairs dans les potagers.

CHAPITRE VIII.

Navet, Rave (Turneps des Anglais).

Après avoir parcouru le cercle de la plupart des cultures de plantes à racines ou tubercules alimentaires, après avoir trouvé dans la pomme de terre un produit qui, entrant dans le régime alimentaire de l'homme, obtient un prix supérieur à sa valeur réelle; dans la betterave une plante industrielle d'une grande valeur économique et sociale, dans le topinambour une facilité de culture et une faculté d'absorption de gaz atmosphériques qui en rend l'exploitation si avantageuse, comment nous expliquerons-nous la persistance de la culture du navet dans certains pays, quand on verra qu'il n'a aucun de ces avantages?

C'est qu'il est des pays qui lui sont propres, c'est que dans les couches sablonneuses de l'Angleterre et de l'ouest de la France il n'est considéré que comme un moyen de solder une partie des frais d'une jachère complète qu'on donne au commencement de l'assolement; c'est que, pouvant se semer tard (au mois de juillet au plus tôt), il laisse le temps d'accomplir les travaux de cette jachère; c'est qu'il est admirablement servi par ce climat et ce terrain, climat humide, terrain frais, sans être humide, deux conditions indivisibles de réussite constante; c'est que ce climat ayant des hivers très doux, le navet résiste aux gelées peu intenses, et les bestiaux le pâturent sur place, dispensant ainsi des frais de récolte, de transport et d'emmagasinage; c'est enfin que le navet, peu nourrissant d'ailleurs, proportionnellement à sa masse, paraît posséder des propriétés lactifères et engraissantes, et que la graisse qu'il produit est d'une nature qui la fait préférer par les bouchers de

l'Angleterre, pays où l'on est si délicat sur la viande et où l'on en consomme tant. Dans la région céréale du continent, on le traite d'une manière plus rustique. On le sème sur le chaume des céréales, mais ce n'est alors qu'une récolte dérobée, sujette à manquer, et qui ne figure que d'une manière éventuelle dans les produits de la ferme.

Section Ire. — *Variété des navets.*

La variété la plus anciennement cultivée est celle qui a une forme ronde et aplatie, et qu'on désigne dans l'ouest de la France sous le nom de *rabioule* et en Angleterre sous celui de *turneps*. On cultive cependant aussi, surtout en Alsace et en Allemagne, un navet long connu sous le nom de *navet de Berlin* et qui acquiert de grandes dimensions. Voici les principales variétés cultivées :

1° *Navet long, rouge et blanc* (navet rose du Palatinat), partie supérieure violette, partie inférieure blanche, très productive en racine.

2° *Navet à tête verte* (navet d'Alsace), racine très grosse, la partie supérieure verte, l'inférieure blanche. D'après les expériences de M. Girardin, ce navet est celui qui prend le plus de développement dans les terres riches en terreau.

3° *Navet aplati, globuleux, vert* (turneps de Hollande hâtif, de Vilmorin), racine très grosse, collet vert, chair blanche.

4° *Navet aplati, jaune, à tête verte* (jaune de Hollande), de grosseur moyenne.

5° *Navet aplati, globuleux, blanc* (turneps de Norfolk), réussit dans les terrains fermes, argileux et calcaires.

6° *Navet aplati, globuleux, rouge* (rave d'Auvergne à collet rouge), réussit surtout dans les terrains calcaires.

7° *Jaune à tête pourpre*, collet violet, chair jaune ; réussit dans les terrains calcaires.

8° *Jaune d'Écosse*, entièrement jaune ; cette variété résiste très bien au froid.

Les variétés les plus hâtives sont le navet rouge d'Auvergne et celui de Hollande hâtif. Les meilleures pour les semis faits de bonne heure sont le navet de Norfolk et le jaune d'Écosse.

Section II. — *Composition des navets.*

Le navet retient 92,5 d'eau, et, par conséquent, ne possède que 7,5 p. 100 de matière solide. Mais cette matière paraît assez riche, puisqu'elle contient 1,70 p. 100 d'azote, c'est-à-dire autant que la matière solide de la betterave et plus que celle de la pomme de terre. Mais avec son eau 100 parties de navet ne présentent plus que 0,13 d'azote, le tiers seulement de ce que contient un égal volume de pommes de terre.

Les feuilles n'ont pas été dosées, mais elles paraissent riches en substances nutritives autant que celles du chou qui dosent 0,28 p. 100 d'azote à l'état frais.

La proportion moyenne de la fane au tubercule est de 0,40; ainsi 100 kilogr. de navets se composent de :

100 de racines.	0,13
40 de feuilles.	0,11
	0,24

M. Namur indique de la manière suivante l'analyse des feuilles de navet :

On obtient 9,39 p. 100 de cendres. La plante sèche donne :

Silice.	6,144	*Ci-contre*. . .	50,562
Acide sulfurique . . .	4,003	Acide phosphorique .	1,176
Phosphate de fer . . .	1,332	Chlorure de sodium.	3,251
Magnésie.	7,447	Chaux	25,510
Potasse.	29,529	Acide carbonique. . .	19,501
Soude	2,107		100,000
A reporter. . .	50,562		

SECTION III. — *Terrain et climat.*

Le navet exige un terrain qui ne soit pas humide, mais qui soit frais. Dans ces conditions, il végète vigoureusement tant qu'il a une température moyenne au-dessus de + 9°; mais il monte en graine quand il a reçu 2000 à 2500 degrés de chaleur totale. Ainsi il ne pourrait pas, comme la betterave, être semé au printemps pour profiter de l'humidité de l'automne; il formerait sa tige et mûrirait à l'époque de la maturité du blé et du colza. Il faut le semer le plus tôt possible, après les chaleur de l'été, de manière à ce qu'il puisse encore recevoir 1600° de chaleur totale avant les premières gelées.

La réussite du navet est surtout remarquable dans les sols calcaires; dans ceux qui ne le sont pas, la chaux ou la marne contribue beaucoup à son succès, qui serait plus fréquent si la jeune plante n'était souvent dévorée, au moment de sa sortie, par l'altise, la limace et d'autres insectes. En Angleterre, on fait la guerre à l'altise au moyen de troupeaux de dindons ou de canards; à la limace, au moyen de rouleaux qu'on fait passer de grand matin sur les champs.

SECTION IV. — *Engrais.*

Comme toutes les plantes riches en carbone, le navet aime les engrais mixtes, et réussit sur les écobuages, sur les défrichements, sur les terres possédant de vieil engrais.

Dans les expériences d'Arthur Young [1], huit essais, qui avaient reçu 2850 quint. métr. de fumier par hectare, produisirent 913 quint. de racines, et par conséquent 365 quint. de feuilles :

913 quintaux de racines.	119[k] d'azote.
365 — de feuilles	102
	221

(1) Tome XII, p. 271 et précédentes.

Les six essais non engraissés avaient produit :

355 quintaux de racines.	46 kil. d'azote.
142 — de feuilles	40
	86

Les 2850 quint. de fumier, dosant 0,40, ayant produit 114 kilogr. d'azote, et l'excédant de la récolte dosant, savoir :

558 quintaux de racines	72 kil. d'azote.
223 — de feuilles	62
	134

les navets auraient absorbé au delà de toute la quantité de fumier, s'ils n'avaient rien reçu de l'atmosphère. Or, il est certain que le champ où l'on a fait des navets est fort appauvri, et les agriculteurs anglais savent qu'il faut fumer la terre de nouveau quand on lui a enlevé ces fortes récoltes; mais en les faisant manger sur place, on lui restitue tout ce que la plante a puisé dans le sol, et si la terre a été maintenue nette par des sarclages, les céréales qui succèdent réussissent très bien sans nouvel engrais.

D'un autre côté, il est difficile de croire qu'une plante, qui recouvre si complétement le sol par son feuillage abondant, n'emprunte pas une forte partie de sa nourriture à l'atmosphère, surtout si l'on considère qu'elle est cultivée en récolte dérobée sur des terrains assez pauvres, d'où les produits sont enlevés chaque année pour être consommés dans la ferme.

La question du degré d'absorption des sucs du sol par le navet est donc indécise. Pour la décider, il faudrait avoir des notes exactes sur les produits des céréales d'une terre qui aurait porté des navets sans engrais comparés à ceux d'une autre terre qui n'en aurait pas porté et qui aurait reçu le même traitement, des expériences sur le produit en céréales d'une terre engraissée ayant porté des navets et de terres pareilles qui n'en auraient pas porté. En attendant ces renseignements,

nous sommes porté instinctivement à attribuer à cette plante la consommation de la moitié seulement du fumier qui entre dans sa compostion.

SECTION V. — *Culture.*

On peut considérer la culture du navet sous deux rapports : 1° comme récolte jachère ; 2° comme récolte dérobée.

1° *Culture jachère.* La culture jachère du navet, celle dans laquelle il doit passer l'hiver en terre pour y être consommé et qui, laissant la terre libre au printemps, permet de la faire suivre par une récolte de blé de mars, ne peut se faire que dans un pays où l'on soit assuré de la pluie en été, saison où on sème cette plante et où elle commence à croître. A cette condition, on conçoit que le cultivateur ayant tout le printemps et tout l'été pour préparer sa jachère, à cause du retard du semis du navet, la terre sera bien mieux travaillée que si on y cultivait une récolte jachère qui se sèmerait au premier printemps. Les labours d'été les plus essentiels pour mélanger et bonifier la terre peuvent être donnés; car les engrais qui surabondent à cette époque sont appliqués au profit d'une récolte presque immédiate. Enfin si l'on ajoute à ces conditions celle d'un climat dont l'hiver ne soit pas rigoureux et qui permette de faire consommer les navets sur place, sans crainte de les voir se geler; si l'on réfléchit que l'on gagne ainsi à la fois le transport des engrais, ceux de la récolte et les frais qu'entraînent l'extraction et la préparation des racines, on comprendra tout le prix que des cultivateurs placés dans ces circonstances peuvent attacher à cette culture, mais on comprendra aussi que dans des circonstances différentes une telle économie est absolument impossible.

La culture des navets jusqu'à la semaille est donc précisément ce que doit être la culture jachère : labour profond d'au-

tomne, s'il est possible; travail de la herse, du scarificateur et de l'extirpateur au printemps, quand les herbes ont poussé, puis labour pour enterrer le fumier et ensemencement. En Angleterre on enterre le fumier sous la ligne où l'on veut semer le navet. Pour cela on ouvre un sillon au buttoir, on y répand l'engrais et on le recouvre également au moyen du buttoir. Quelquefois on se sert de la charrue [1]. La semaille doit se faire de manière que les navets puissent jouir encore de 1600° de chaleur totale. On la commence d'autant plus tôt que le climat est plus froid et plus nébuleux. D'après le tableau que nous avons donné [2], cette opération doit se faire environ vers la mi-juillet dans les pays où l'arrêt de la végétation (9° de température moyenne) a lieu vers le commencement de novembre; dans un climat comme celui de Peissenberg, le 1er juillet; à Orange, dans la deuxième quinzaine de septembre; si elle était plus hâtive dans ce dernier climat, le navet développerait sa tige, et sa racine se creuserait. Mais alors il faudrait pouvoir faire succéder une céréale de printemps au navet, et dans nos contrées méridionales ces céréales sont si incertaines qu'on ne peut pas les admettre dans un cours régulier de récolte.

On sème généralement le navet dans la trace des sillons qui ont été ouverts par le dernier labour. On prend la graine à pincées, et on la répand le long des sillons et avec beaucoup d'économie, car les navets ne doivent pas être semés épais, et il est difficile de les éclaircir. En Angleterre on sème très épais; on emploie jusqu'à dix fois la quantité de semence nécessaire, parce qu'on se défie de la qualité de la graine et qu'on tient compte de la quantité qui sera détruite par les insectes; mais on éclaircit les plantes, car le binage devient diffi-

(1) Voir les détails de cette opération dans les Mémoires sur les cultures en lignes, de M. Huzard fils.

(2) Tome II, p. 78.

cile, et on n'a pas de beaux navets si on ne leur donne pas un espacement convenable. Young l'a porté à $0^m,50$ entre les allées, ce qui se conçoit dans un pays où ils atteignent un diamètre de $0^m,25$. Quelques cultivateurs soigneux séparent les lignes de $0^m,65$ pour pouvoir cultiver les intervalles avec la houe à cheval. Mais les avantages des binages à la houe sont rachetés par d'autres inconvénients et surtout par une diminution considérable de récoltes dans les pays où les navets n'acquièrent pas une aussi grande dimension. En général on espace les allées à $0^m,25$; pour cela on donne $0^m,12$ de largeur au labour et on sème de deux sillons l'un. Il suffit de 2 kil. à 2 kil. et demi de semence par hectare. Quand la semence est répandue, on fait passer en travers des raies de labour une planche chargée ou une herse renversée. L'opération peut se faire aussi au moyen du semoir qui répand la graine plus également.

On ne saurait entretenir trop soigneusement la netteté du champ pendant toute la végétation des navets. En Belgique, quand ils ont poussé six feuilles, on herse très fortement deux fois à huit jours d'intervalle. Le champ semble dévasté; mais aucune plante ne reprend plus facilement, pourvu qu'elle tienne encore au sol. En Angleterre on se sert généralement de la houe à la main, avec laquelle on débarrasse chaque plante, au point qu'elle semble ne plus tenir que par son pivot. Quand on se sert de la houe à cheval, on passe dans les lignes avec la houe à la main.

La récolte se fait ordinairement en arrachant chaque jour la quantité de navets nécessaire pour la nourriture des moutons et en les laissant sur le champ. Un grand nombre de navets sont entamés sans être mangés, mais ils restent comme engrais sur la terre, et l'économie du transport compense largement la perte.

En Angleterre les produits maxima sont de 100000 kil.,

et dans l'ouest de la France de 64000 kil. seulement; mais les éventualités réduisent la récolte à 50000 kil. dans le premier de ces pays et à 30000 kil. à peine dans l'autre.

2° *Culture dérobée*. Après la moisson on donne un labour et on herse immédiatement pour briser les mottes ; on répand l'engrais, on donne un second labour pour l'enterrer; on sème sur celui-ci. Parfois aussi on répand l'engrais sur le chaume, on fait un seul labour, un hersage, et on sème sur ce labour. Mais comme on ne peut pas lui donner de la profondeur de crainte d'enterrer trop le fumier, on ne peut s'attendre à un très bon résultat. Si le terrain se garnit de mauvaises herbes, on donne deux hersages en travers quand les plantes ont six feuilles. Ce semis se fait autant que possible après la moisson, dès que l'état de fraîcheur de la terre permet les travaux et peut faciliter la levée des graines.

Quand on veut récolter les navets, on commence l'effeuillaison au profit des bestiaux, de manière à ce qu'elle soit à peu près achevée quand on les tire de terre. Les navets effeuillés se conservent très bien dans les caves ou les hangars, à l'abri de l'air extérieur, ou en silos comme les pommes de terre.

Les auteurs, d'après des expériences de consommation, ont donné divers équivalents de la valeur des navets

Selon Thaër, 100 de navets représentent	19,8 de foin.
Selon Pétri	16,6
Selon Black	18,7
Selon Schwerz et Pabst	22,0
Leur dosage en azote assigne aux racines une val. de	11,3
Mais si l'on y joint la fane, l'équivalent relatif est de	21,3

c'est-à-dire à peu près celui que leur assignent Schwerz et Pabst. Ainsi le foin valant 14^{k}, 54 de froment les 100 kil., nous aurions pour la valeur de 100 kil. de navets, avec la quantité de fanes qui les accompagne, 3^{k},12 de froment (0^{f},68 ; le prix du blé étant à 22 fr. les 100 kil.).

Pour établir la valeur réelle des navets, les Anglais en déduisent toute la dépense qui aurait été faite pour la jachère morte, c'est-à-dire tout le labour et tout l'engrais dans le cas où la récolte est consommée sur place, car alors l'engrais est restitué à la terre et probablement avec usure.

Il ne reste plus au compte des navets que les articles suivants :

Semis	$2^{k},88$ de blé.
Trois hersages dont le 1er pour couvrir la semence.	45,00
Arrachage des raves, 160000 par hectare	202,00
Un labour pour préparer la terre pour la céréale de printemps	80
Deux hersages	30
Rente de la terre	327
	686,88

La récolte produit 640 quintaux de navets.

Les navets coûtent $\frac{686^{k}}{640} = 1^{k},07$ de blé le quintal.

La valeur des navets en récolte dérobée est établie ainsi qu'il suit :

Deux labours	228^{k} de blé.
Trois hersages.	45
Semis	2,88
Trois cents quintaux métr. de navets empruntent 72^{k} d'azote, dont moitié 36^{k}, ci	241,20
Transport de 180 quintaux de fumier à une distance de 500 mètres.	26
Effeuillage des navets..	76,48
Arrachement	202,95
Transport de 300 quintaux de navets	42
Demi-rente de la terre.	163,50
	1028,01

On obtient 300 quintaux de navets.

La valeur réelle des navets est de $\frac{1028^{k}}{300} = 3^{k},42$ de blé, plus que leur valeur réelle.

Il n'y aurait donc pas de profit à pratiquer cette culture

dérobée, en supposant la réussite, si l'on ne devait atteindre que le chiffre de 300 quintaux de récolte ; mais ce chiffre même est peut-être bien fort, si l'on considère toutes les éventualités qui menacent les semis, non-seulement par le défaut de pluie, mais encore par les attaques des altises et des limaces.

CHAPITRE IX.

Rutabaga (Brassica campestris).

Le rutabaga, qui botaniquement n'est qu'une variété du colza à racine volumineuse, est la plante par excellence des terrains qui dépassent un peu l'état de fraîcheur pour passer à celui d'humidité, et des climats habituellement pluvieux et brumeux ; tels sont les pays de montagnes et ceux placés près des grandes masses d'eau, traversés par les vents habituels de la contrée. Cette plante végète avec une faible température, peu de degrés au-dessus de la glace, et continue ainsi à grossir pendant une grande partie de l'hiver. Dans les situations qui lui conviennent, elle remplace la betterave dans tous ses rapports économiques, excepté la production du sucre ; elle se transplante comme elle, et, par conséquent, donne comme elle au cultivateur le temps de préparer le terrain et de choisir le moment où il lui convient d'employer son fumier. Aussi dans les circonstances données devient-elle une des bases les plus utiles de la culture. C'est par elle et par le chou que M. Rieffel, à qui nous devons une si bonne monographie de cette plante [1], est parvenu à utiliser avec le plus d'avantage les défrichements de l'Ouest.

La racine du rutabaga retient 0,91 d'eau, et renferme 0,17 p. 100 d'azote à l'état normal, par conséquent 1,83 à l'état

(1) *Agriculture de l'Ouest*, t. I, p. 361.

de dessiccation complète. Elle est donc supérieure au navet comme aliment et peu inférieure à la betterave. Ses feuilles ont 0,28 p. 100 d'azote à l'état frais; leur poids est à celui de la racine :: 68 : 100. Ainsi nous avons :

Par 100 de racines.	$0^{k},17$ d'azote.
68 de feuilles.	0,19
	0,36

Le rutabaga croît dans les argiles, les glaises et n'exige pas impérieusement pour sa réussite la présence du calcaire comme tant d'autres plantes. La pratique de M. Rieffel prouve qu'il réussit dans les terres nouvelles, dans les landes défrichées, à fond compacte, imperméable, et qui n'ont pas encore reçu les bénéfices des engrais atmosphériques.

Dickson obtenait 7 à 800 quintaux de rutabagas par hectare ; Bürger porte de 5 à 600 quintaux un bon produit de rutabagas; M. Rieffel l'estime à environ 480 quintaux. Pour les récoltes maxima de 800 quintaux, nous avons pour le dosage de la récolte :

800 quintaux de racines	136 k. d'azote.
544 de feuilles	152
	288

qui résulteraient de 720 quintaux de fumier de ferme. M. Rieffel applique 400 quintaux de fumier pour obtenir 480 quintaux de racines, l'indice de ses engrais est donc de 160 kilogr. d'azote; mais ses landes sont susceptibles de produire 1460 kilogr. de seigle sans engrais, qui empruntent $34^{k},46$ d'azote dans un sol qui doit en contenir 98 kilogr., l'aliquote prise par le seigle étant de 0,35. Ainsi son terrain était riche de 258 kilogr. d'azote, et les rutabagas en ont pris $480 \times 0,36 = 172^{k},80$; ce qui porterait l'aliquote que le rutabaga puise dans le sol à

$$\frac{173}{258} = 0,67.$$

M. Rieffel pensait que le terrain conservait la moitié de sa

fertilité, mais on voit qu'il n'avait pas évalué la richesse antérieure de son sol. Ainsi pour connaître la quantité d'engrais à consacrer au rutabaga, on multipliera la récolte à obtenir par 0,36, ce qui donnera l'indice de l'engrais en azote, et on divisera le produit par 0,67. On aura alors le chiffre de l'azote que doit contenir le champ ; on en soustraira celui de la fertilité actuelle du champ, et il restera l'azote à transporter avec l'engrais.

On ne doit pas espérer de bonne récolte du semis du rutabaga en place, c'est à la transplantation qu'il faut recourir, il faut donc assurer d'abord le succès des pépinières. On choisit pour l'établir en pépinière un terrain riche et frais qu'on défonce complétement à la bêche avant l'hiver, et qu'on fume abondamment de manière à en faire une véritable couche. Dès que les grands froids sont passés, vers le mois de février, on pulvérise bien la surface, on la divise en planches de 1^{m} de largeur, on sème le rutabaga sur les planches et on l'enterre au râteau. On répand sur le semis de la balle de blé ou de la menue paille de manière à en couvrir le sol. Le choix de la graine n'est pas indifférent, car elle est sujette à dégénérer quand on la prend sur des plantes qui ont monté dès la première année, et c'est trop souvent celle qu'on trouve chez les marchands. Il faut donc recueillir sa graine soi-même, en transplantant chaque année, au mois de décembre et à l'abri dans une terre riche, des racines qui aient eu une végétation régulière.

Le combat acharné du cultivateur contre l'altise commence aussitôt que les cotylédons se montrent, et, si l'on ne parvient à s'en garantir, toute végétation disparaît aussitôt. On a indiqué une foule de remèdes, M. Rieffel n'en a trouvé qu'un d'efficace : « Il faut se servir de cendres non lessivées, dit-il, comme moyen mécanique (peut-être bien plus encore à cause de leur saveur alcaline) pour protéger les jeunes plantes et résister à

la troupe vorace des pucerons. Chaque matin au point du jour, au moment où les cotylédons sont couverts de rosée, il faut saupoudrer toutes ces feuilles de ces cendres. Il ne s'agit pas seulement de les répandre à la volée ; c'est à pas comptés et par pincées que les feuilles doivent les recevoir, de manière que les cendres s'y attachent et couvrent exactement chacune d'elles. De cette manière, elles adhèrent assez fortement aux feuilles pour y demeurer un jour entier, quelquefois deux jours, et pendant tout ce temps il est entièrement impossible aux pucerons d'entamer la moindre parcelle des feuilles ainsi cuirassées. On les voit sauter de tous les côtés sans s'arrêter nulle part, et probablement dans le désespoir de la faim dont je présume qu'ils doivent périr, car ils disparaissent entièrement en peu de tomps. S'il survient de la pluie, le lavage des feuilles n'est pas à craindre; aussi longtemps qu'elle dure, les pucerons ne font aucun mal. »

Quoi qu'il en soit de ces soins minutieux, on obtient de la pépinière des plants qui, par un compte rigoureux, ne reviennent qu'à 1 fr. le millier (0^k,45 de froment).

Le terrain sur lequel doivent se planter les rutabagas doit avoir été préparé pour cette culture profonde au moins de 0^k,25. On donne ensuite la culture et les engrais comme il a été indiqué pour les autres plantes sarclées. On plante quand les jeunes plants ont acquis 0^m,015 de diamètre. Pour cela on rayonne les allées à la distance de 0^m,60, les plants à 0^m,40 de distance dans les allées, ce qui donne 41666 plants par hectare. On plante au plantoir ; bientôt après on donne un coup de scarificateur dans les allées pour ameublir le terrain foulé par les pieds des planteurs. On fait ensuite des binages à mesure de la crue des mauvaises herbes. On ne doit jamais laisser le sol se durcir ; M. Rieffel a observé que la racine ne se développait bien que dans un sol ameubli, et que si elle rencontrait un côté plus dur que l'autre, elle s'aplatissait de

ce côté. Quand les feuilles commencent à couvrir le terrain, on butte avec le buttoir, on peut même butter deux fois avec avantage.

On laisse les rutabagas en place jusqu'en février. La récolte peut être successive comme celle du topinambour, et par ce procédé on utilise beaucoup mieux la fane. Les rutabagas ne souffrent pas le séjour des silos; il faut en faire des tas dont les couches soient séparées par de la paille de manière que l'air circule toujours entre elles. On fait ainsi une provision pour les jours où les gelées ne permettent pas d'aller les arracher dans les champs.

L'étude que nous venons de faire du rutabaga nous persuade que sa culture pourrait se faire avantageusement dans le midi, et qu'on obtiendrait ainsi une récolte d'hiver succédant à une première récolte dérobée. Cette succession, difficile dans les grands domaines, serait bien importante pour multiplier les récoltes fourragères dans les petites propriétés, auxquelles la terre manque plus que le travail. Ainsi, après la récolte de blé, on cultiverait le millet qu'on récolte en octobre. On sèmerait le rutabaga en pépinière à la fin d'août ou au commencement de septembre dans un terrain arrosé, on le repiquerait en octobre et on le récolterait en mai, c'est-à-dire assez tôt pour pouvoir lui faire succéder les betteraves. Les altises ne paraissant pas en été, les semis en seraient préservés, et le rutabaga croîtrait dans la saison où il trouverait les terres du midi dans l'état qu'il préfère, et il ne présenterait pas ainsi les chances défavorables qui en ont jusqu'ici empêché la culture.

Schwerz regarde le rutabaga comme supérieur à la pomme de terre et fixe son équivalent à 100 pour 50 de foin ; tandis que Thaër exige 100 de rutabaga pour représenter 33 de foin, et M. Boussingault a trouvé qu'en assimilant 100 de rutabaga à 25 de foin on les traite trop favorablement. Si nous nous en

rapportions uniquement à l'analyse, elle nous donnerait 100 de racines pour 14,8 de foin, et 100 de feuilles pour 24,3 de foin ; enfin 100 de feuilles et de racines, pesées ensemble et composées de 59,3 de racines et de 40,5, de feuilles, vaudraient 18,3 de foin. Il faut faire entrer en ligne de compte dans l'appréciation favorable des auteurs qui n'ont pas fait des expériences directes, les qualités engraissantes et lactifères du rutabaga; son équivalent d'engraissement nous paraît s'élever beaucoup plus haut que son équivalent nutritif. Mais jusqu'à présent ces deux éléments de spéculation agricole n'ont pas été bien distingués, et leur estimation se ressent des incertitudes de la théorie sur la production de la graisse. Ainsi, comme nourriture des bêtes de travail, nous pensons que 100 kilogr. de rutabaga avec leurs feuilles ne valent pas plus de $18^{k},3$ de foin ; mais il est possible que dans l'engraissement 100 kilogr. de cette racine aient la même vertu engraissante que 30 kilogr. de foin. Quant au prix de revient des rutabagas, nous croyons pouvoir l'établir comme il suit :

Labour profond à $0^{m},25$	144 k. de blé.
Hersage double.	12,3
Labour pour enterrer le fumier.	84
Plantation de 40,000 plants.	76
Scarification.	15
Trois binages et un buttage.	63
Sarclage à l'araire des lignes.	58
Récolte, 26 journées pour arrachage.	155
Transport de 800 quintaux.	39
Engrais pour une récolte de 800 quintaux de racines et feuilles, 288 k. d'azote, dont 144 consommés.	964,8
Transport de l'engrais.	19
Rente de la terre	327
	1957,1

Récolte de 800^{qx} de racines et feuilles, valant $\frac{1957,1}{800}=2^{k},45$ de blé.

Leur valeur en consommation se trouve en multipliant la

valeur du foin, 14k,54 de blé, par l'équivalent du rutabaga en foin 18,3, et en divisant le produit par 100, ce qui nous donne 2k,97 de blé.

M. Rieffel[1] trouve 0f,736 pour prix de 100 kilogr. de rutabaga ; nous trouvons 0f, 54 (le prix du blé étant à 22 fr. les 100 kilogr.)

CHAPITRE X.

Chou (Brassica oleracea).

Le rutabaga nous conduit naturellement à son congénère le chou, quoiqu'on cultive celui-ci pour ses feuilles et non pour ses racines, et qu'ainsi il semble ne pouvoir pas entrer dans cette classe considérée systématiquement. Le chou est une plante excellente par ses qualités lactifères et engraissantes, mais il ne peut jouer qu'un rôle secondaire en agriculture, parce qu'il faut le consommer frais et qu'il ne se conserve pas longtemps sans des préparations dispendieuses. Pour la nourriture du bétail, on ne peut compter sur le chou cavalier que pendant la période bornée où, étant déjà suffisamment développé, on peut enlever ses feuilles, et sur les autres que lorsque leurs pommes sont formées; il faut commencer la consommation des choux pommés de manière à l'achever avant les grands froids. Mais cette plante offre une ressource importante aux populations qui manquent de légumes pendant l'hiver dans sa préparation connue sous le nom de *sauerkraut* (chou aigre, que nous désignons par le nom de choucroute).

Le chou exige une terre fraîche et non humide. Dans les terres sèches du midi on n'en obtient qu'au moyen de l'irrigation. Ces exigences, qui font dépendre sa réussite de cer-

(1) *Agriculture de l'Ouest*, t. I, p. 391.

taines conditions de climat et de sol, se sont opposées à l'extension de sa culture. M. Rieffel l'a trouvé très propre, comme le rutabaga, à paraître sur les défrichements des landes de Bretagne, et il lui destinait les terres où l'humidité n'était pas permanente; car il se pourrit bientôt si l'eau séjourne à son pied.

Le chou présente un grand nombre de variétés ; nous ne traiterons ici que des principales variétés agricoles.

I. — Chou pommé.

1° Le chou d'Allemagne (d'Alsace, chou quintal), feuilles larges, un peu festonnées. Cette variété et sa sous-variété rouge sont cultivées pour le bétail et aussi pour la confection du *sauer-kraut*.

II. — Choux verts non pommés.

2° Chou cavalier (chou-chèvre, chou à vaches, chou en arbre), s'élève à deux mètres sur une seule tige, à feuilles grandes, unies, vertes. Il y a une sous-variété à feuilles rougeâtres. Il est moins productif que le chou branchu, mais on le regarde comme plus rustique.

3° Chou moellier. La tige augmente de diamètre vers le haut et est remplie d'une moelle qui le rend agréable aux bestiaux. Feuilles glauques, plus sensibles au froid que ses congénères.

4° Chou branchu. Moins élevé que le cavalier, il se ramifie beaucoup et forme une touffe bien garnie. C'est le plus productif de tous les choux quand il est cultivé dans de bonnes conditions. Sa ramure prend un développement de plus d'un mètre de diamètre. C'est cette espèce, venue sur des terrains gras, qui a donné les fameux choux colossaux dont les graines ont été, en France et en Angleterre, l'objet d'étranges spéculations.

Les choux durent accidentellement trois ans, mais ce cas est

assez rare; en général, leur durée est bornée à l'année de leur plantation et à celle qui la suit, dans laquelle ils montent à graine.

Les feuilles de chou contiennent 92,3 d'eau p. 100; elles n'ont donc que 7,7 de matières sèches; à l'état sec elles dosent 3,70 d'azote p. 100, à l'état humide 0,28. M. Rieffel récolte 400 quintaux métriques de choux pommés par hectare. Dans l'Ouest on calcule sur 300 quintaux de feuilles de chou cavalier, et on a de plus les tiges que les animaux consomment très bien fendues en quatre, et qui pèsent un quart environ du poids des feuilles; c'est donc 375 quintaux de nourriture qu'on obtient par cette culture. Mais en Angleterre on a obtenu jusqu'à 1350 quintaux par hectare (54 tonnes par acre)[1]; le produit moyen de ce pays est de 900 quintaux. En Alsace[2], on récolte 400 quintaux. Ces dernières récoltes consistent en choux pommés.

Un champ ayant donné 960 kilogr. de blé dosant avec sa paille $25^k,15$ d'azote et possédant par conséquent une fertilité exprimée par

$$\frac{25,15}{0,27} = 93^k \text{ d'azote,}$$

fumé avec un engrais contenant 150^k d'azote, le total de l'azote étant ainsi de 243^k, a produit 600 quintaux de choux dosant 168^k d'azote; ainsi, il ne devrait rester dans le sol qu'une fertilité exprimée par 243—168=75; mais une récolte subséquente de blé, faite sans engrais, a donné 1160^k de graines, dosant avec la paille $30^k,39$, et indiquant une fertilité de

$$\frac{30,39}{0,27} = 112 \text{ k.}$$

Les choux ont donc puisé dans l'atmosphère un supplément de 112—75=37 kilogr. d'azote, ou 0,06 pour 100 de leur

(1) Arthur Young, t. III, p. 104.
(2) Schwerz, *Plantes fourragères,* p. 396.

poids à l'état frais, et 0,8 pour 100 à l'état complétement sec, en prenant dans le sol une aliquote exprimée par

$$\frac{168-37}{243}=0{,}54$$

de la fertilité qui y était contenue.

Il suit de là que la quantité d'azote que le chou emprunte à la terre est de 0,28 par quintal moins 0,06 qu'il puise dans l'atmosphère, c'est-à-dire 0,22. Par conséquent, pour avoir la quantité d'engrais à consacrer à une récolte donnée, on multipliera le nombre de quintaux à obtenir par 0,22 et on divisera le produit par 0,54, aliquote de cette plante. Ainsi, pour une récolte de 1350 quintaux, il faudrait

$$\frac{1350\times 0{,}22}{0{,}54}=550^{k}\text{ d'azote,}$$

ce qu'on obtient à l'aide de 1375 quintaux de fumier de ferme.

On sème le chou en pépinière à l'époque et de la manière indiquée pour le rutabaga. 200 grammes de graine suffisent pour produire le plant nécessaire à un hectare. Le terrain est aussi préparé de la manière indiquée dans le chapitre précédent.

On a beaucoup varié sur la distance à donner aux plants. En Angleterre les allées ont de $0^{m},90$ à $1^{m},20$ de largeur, et les plants sont espacés de $0^{m},60$ dans l'allée. Ainsi l'on plante 14000 à 18400 choux par hectare. En Anjou, on plante de $0^{m},85$ à $0^{m},70$ dans un sens et à $0^{m},43$ dans l'autre; il entre ainsi 27 à 33 mille plants dans l'hectare. En Alsace on plante les gros choux cabus à 1 mètre en tous sens : il n'entre ainsi dans l'hectare que 10000 plants qui parviennent au poids de 4 kilogr. Dans les terres riches par elles-mêmes ou par les engrais qu'on leur donne, nous croyons qu'il faut s'en tenir à cette distance.

La plantation a lieu pendant le mois de juin dans l'ouest de la France; mais il est prudent de la faire aussitôt que la

température est à + 10° dans les pays où l'on n'est pas assuré d'une saison aussi humide que dans l'ouest. On plante au plantoir; mais quand les sujets ont une racine longue, on peut aussi se servir de la houe à la main; on fait pénétrer le fer de toute sa longueur en obliquant en terre; on soulève la terre, on insinue le plant entre le fer et le sol; on retire l'instrument et on affermit le plant par deux ou trois coups. Cette méthode, employée généralement en Anjou pour les choux dont les racines peuvent sans danger s'enfoncer obliquement, ne saurait être appliquée aux rutabagas qui doivent avoir les racines verticales.

Si la terre est sèche, on est obligé d'arroser chaque pied le lendemain de la plantation.

Les binages ne doivent pas être épargnés pour entretenir la netteté de la terre; on butte faiblement pour les choux pommés, plus fortement pour les choux à tige élevée, quand les plants ont pris les deux tiers de leur développement.

La récolte des choux arborescents commence quand les feuilles inférieures prennent une légère teinte jaunâtre. Dans l'ouest de la France, c'est vers la fin d'octobre qu'on observe ce signe. Alors on enlève à la fois sur chaque pied les feuilles inférieures qui ont acquis tout leur développement, en ayant soin de détacher complétement les pétioles. On parcourt ainsi successivement le champ avant de revenir aux plantes déjà cueillies, enlevant chaque jour la quantité de feuilles nécessaires à la consommation. On continue ainsi tout l'hiver. Enfin, au mois de mars, on coupe la tige ras de terre, et on la distribue aux animaux en la fendant en trois ou quatre parties. Cette opération se poursuit jusqu'à la floraison. On a remarqué que les tiges engraissaient beaucoup mieux que les feuilles; aussi les destine-t-on à compléter l'engraissement des animaux.

Les choux cabus doivent être rentrés avant les grands froids.

M. Rieffel indique le 1er décembre comme l'époque à laquelle la récolte doit être terminée. On la commence dès que les pommes commencent à être bien formées; celles qui éclatent se pourriraient si on ne les consommait promptement. En Alsace, les champs de choux sont achetés sur pied pour en faire de la choucroute, et les cultivateurs ne se préoccupent pas de leur conservation. Mais là où on les destine à la consommation des animaux ou des ménages, il faut bien y pourvoir. M. Poiteau indique comme moyen de conservation de faire des fosses de $1^m,05$ de largeur sur $0^m,60$ de profondeur et d'une longueur variable en raison de la masse de choux qu'on veut y placer. On y plante les choux près les uns des autres. Quand les gelées arrivent, on couvre la fosse de petites gaules qui supportent une couche de paille ou de feuilles. D'autres font une fosse dans le champ même, et y placent les choux la tête en bas et la racine en l'air. Ils les recouvrent de $0^m,08$ à $0^m,12$ de terre, et, quand il gèle, de paille ou de fumier. Cette méthode paraît avoir très bien réussi à M. Rieffel.

Dans les pays où le chou constitue une partie importante de la nourriture de l'homme, il se vend à des prix qu'on ne peut atteindre quand il s'agit de la nourriture des animaux. Ainsi en Alsace, où les choux pèsent 4 kil., on vend le cent de 2 à 10 f. avec déduction de 10 pour 100 pour représenter les feuilles extérieures, en moyenne 5 fr. le cent.

Bürger dit que la valeur nutritive du chou complétement sec est la même que celle du foin; ainsi il faudrait 100 kilogr. de choux pour équivaloir à $6^k,9$ de foin; mais il n'apprécie pas exactement la quantité d'eau que contiennent ces deux corps quand il croit que 6 à 7 kilogr. de choux donnent 1 de matière sèche, ce qui donnerait 14 kilogr. de foin pour 100 de choux. Le dosage indique 28 kilogr. de foin pour faire cet équivalent.

L'appréciation des auteurs varie beaucoup. Mayer indique

40 kilogr. de foin, Thaër 23, Crud 20, et d'autres 17 seulement. Ces chiffres doivent évidemment varier selon l'usage qu'on fait des choux ou pour la nourriture ou pour l'engraissement et la production du lait. Ils nous paraissent beaucoup plus propres à ce dernier emploi, et, d'après les notes nombreuses recueillies par Arthur Young, nous regarderions comme le plus près de la vérité le chiffre qui représente l'équivalent de 100 kil. de choux comme égal, dans ce cas, à 40 kil. de foin, tandis que pour la nourriture il serait de 20 à 23 au plus. Ainsi le quintal de choux employé en engraissement ou production de lait vaudrait $5^k,86$ de blé, tandis que pour obtenir seulement de la force il ne vaudrait que $2^k,93$ de blé.

On croit avoir remarqué que les feuilles vertes données aux vaches laitières communiquent au lait un goût désagréable. Les feuilles blanches de choux pommés ne produisent pas le même effet.

Quant au prix de revient, les frais de culture, à l'exception de l'engrais, sont les mêmes que pour le rutabaga : la récolte maximum de 1350 quintaux. Nous employons 550 kilogr. d'azote, dont la récolte consomme 297 kilogr. qui coûtent 1989^k, 9 de blé. La totalité des frais se monte donc à $2982^k,2$ de blé, et nous avons pour la valeur de 100 kilogr. de choux :

$$\frac{2982}{1350} = 2^k,20 \text{ de blé,}$$

prix inférieur à celui de l'emploi par les bestiaux. On trouvera que la moindre récolte qui paie les frais, le chou étant compté à $2^k,93$ de blé, se monte à 700 kilogr. ; et que, pour la lactation et l'engraissement, si l'on supposait que 100 kil. de choux équivalent à 20 kilogr. de foin, on pourrait se contenter d'une récolte de 250 kilogr. Mais nous ne répondrions pas de cet équivalent avant de l'avoir expérimenté.

QUATRIÈME CLASSE.

PLANTES OLÉAGINEUSES.

• Nous avons déjà trouvé et nous trouverons plus tard, en parlant des plantes légumineuses fourragères, des groupes de plantes bien précieuses pour l'agriculture, puisqu'elles ne puisent dans le sol qu'une partie des substances nutritives qui entrent dans leur composition, et que plus tard elles lui restituent encore, par les résidus de la consommation, la partie même qu'elles en ont extraite, de sorte que, sous l'influence de cette culture, les terres vont graduellement en augmentant de richesse ; mais après celles-ci nous devons placer aussi celles qui donnent des produits hydrogénés et qui, après avoir payé leurs frais de culture, laissent entre les mains des cultivateurs la totalité de l'engrais azoté qu'elles ont emprunté à la terre, et dont la culture pourrait être continuée indéfiniment sans épuiser le sol. C'est ainsi que la betterave à sucre nous laisse dans ses marcs et dans ses écumes; la pomme de terre distillée dans ses pulpes, la vigne dans ses marcs, ses feuilles et ses sarments, enfin les plantes oléagineuses dans leurs tourteaux, la partie la plus précieuse de leurs substances fertilisantes. Ainsi, tandis que d'autres plantes ne vivent qu'en épuisant le sol, tandis qu'avec la graine des céréales et des légumineuses, avec la tige des plantes textiles, la substance des plantes tinctoriales, on exporte positivement de l'engrais qu'il faut remplacer par des importations égales, sous peine de voir la terre se détériorer, avec les plantes oléagineuses dont on se réserve les tourteaux, on retient tout l'engrais azoté et on ne vend que les parties secondaires de cet engrais : l'hydrogène, le carbone, les matières fixes qui, puisées dans le sol ou

enlevées à l'atmosphère, peuvent être remplacées à peu de frais.

Si l'on ajoute encore que ces produits oléagineux, étant l'objet d'une consommation générale, ont un prix courant et peuvent être vendus partout, immédiatement après avoir avoir été récoltés; qu'ainsi les résultats de la culture sont réalisés sans embarras et sans nouvelle transformation, on jugera de la haute importance de ces cultures, et on ne s'étonnera pas si elles tendent à prendre toute l'extension que leur permettent les débouchés. Les fourrages légumineux ne peuvent entrer en balance avec les plantes oléagineuses que dans la pensée des agriculteurs consommés et pourvus de capitaux suffisants, car leur réalisation demande des avances de capitaux pour acheter des bestiaux, du temps et des soins assidus pour les convertir en viande, en lait ou en force, et fait courir des chances qui ne se présentent pas nettement à l'esprit et que repoussent les cultivateurs pauvres ou impatients, tandis que le résultat définitif de la culture des plantes huileuses se présente si rapidement et avec tant de netteté sous la forme de numéraire, qu'elle ne laisse aucune prise au doute et doit séduire les esprits les plus grossiers comme les esprits les plus subtils.

C'est cependant dans une association convenable des produits hydrogénés et des plantes fourragères que se trouve aujourd'hui le système d'agriculture le plus productif, celui qui fait la richesse des contrées qui l'ont adopté. C'est ainsi que l'association de la vigne, de la luzerne et du sainfoin dans quelques contrées du midi, celle des plantes oléagineuses, de la betterave et du trèfle, constituent les cultures les plus riches que nous connaissions.

Les progrès de la civilisation et du luxe ont donné une impulsion toujours croissante à la fabrication des huiles, et par conséquent plus d'extension à la culture des plantes oléagi-

neuses. Mieux douées que les pays septentrionaux sous le rapport des productions hydrogénées, soit par l'effet de leur climat, soit par la nature des végétaux qui peuvent y croître, les contrées méridionales leur font une guerre acharnée et elles finiront par l'emporter le jour où la liberté du commerce sera assurée et où leurs agriculteurs perfectionneront leurs procédés à l'égal de leurs rivaux. Dès à présent le sésame, le palmier et d'autres plantes encore se présentent sur nos marchés avec tant d'avantage que la législation douanière a dû s'interposer pour prévenir la chute de nos cultures perfectionnées. Là est le grand danger que court cette branche importante de nos revenus. Le moment viendra, sans doute, où chaque pays sera obligé de se renfermer dans le cercle des productions pour lesquelles il a une aptitude spéciale; alors les huiles du midi alimenteront exclusivement le nord. Mais ce jour est encore loin; plus près de l'équateur, une agriculture élevée au même niveau que celle de l'Europe produirait le sucre, les esprits et les huiles à des prix inférieurs à celui des cultures des pays plus voisins du pôle; mais aujourd'hui encore cette agriculture arriérée sera vaincue, malgré la vertu de son climat, par l'agriculture européenne déployant toutes ses ressources.

Les plantes oléagineuses effritent et épuisent le sol dans lequel elles croissent, elles sont peu favorables à sa netteté. On doit donc les aider par l'action des engrais azotés, les associer à des cultures qui produisent du terreau et à d'autres qui détruisent la végétation parasite. Leur place dans les assolements est la même que celle des céréales, entre une récolte sarclée et un fourrage légumineux.

On retire de l'huile des semences d'un grand nombre de plantes. Leur catalogue serait long; nous nous resteindrons dans cet ouvrage à celles que l'expérience a indiquées comme pouvant entrer avantageusement dans les cultures. Ainsi nous croyons devoir passer sous silence le tournesol (*helianthus*

annuus), le cresson alénois, la digitale, la jusquiame et tant d'autres qui sont jugées et qui, sous le rapport de leur produit en huile, ne peuvent plus figurer que dans les recueils de faits curieux.

On retire de l'huile des semences de quelques plantes cultivées pour d'autres propriétés, telles que le lin et la gaude dont nous aurons occasion de parler quand nous arriverons aux classes dans lesquelles elles sont rangées.

CHAPITRE Ier.

Colza (Brassica campestris).

Le colza mérite d'être mis en tête des plantes oléagineuses qui conviennent à l'agriculture de l'Europe, non sans doute par la qualité de son huile, qui n'est bonne qu'à brûler et n'est mangée que dans les ménages pauvres, mais parce que c'est celle qui donne les plus grands produits et qui s'adapte le mieux aux procédés de la grande culture.

Cette plante a été souvent confondue avec d'autres crucifères qu'on cultive pour obtenir de l'huile de leurs semences. Pour faire cesser toute confusion à cet égard, nous nous bornerons ici à rappeler les caractères tracés par De Candolle dans sa monographie des crucifères, et qui séparent le colza de la navette, de la moutarde et de la caméline.

Les trois premiers ont leurs graines renfermées dans une silique allongée, la caméline dans une silicule courte. Le colza et la navette ont leurs calices redressés; ils sont ouverts dans la moutarde. La navette d'été dauphinoise a les feuilles garnies de poils rudes; le colza et la navette d'hiver ont les feuilles caulinaires, lisses et garnies d'une espèce de pollen bleuâtre. Le colza et la navette d'hiver ont leurs siliques penchées (étalées),

dans la navette d'été elles sont redressées. Enfin, le colza a les feuilles de la tige entières, et la navette d'hiver les a décomposées. Au moyen de ces signes on pourra toujours distinguer ces plantes entre elles.

Le colza exige, par-dessus tout, une terre qui ne soit pas exposée à l'humidité de l'hiver ; si elle a d'ailleurs de la fraîcheur au printemps, elle réunit toutes les qualités désirables.

Selon Sprengel, la paille de colza est riche en albumine et en potasse ; son extrême sécheresse la fait dédaigner par les bestiaux, à moins qu'on la fasse cuire, et alors elle leur est très agréable. Il la croit supérieure comme aliment à la paille de blé. Elle possède environ 0,50 p. 100 d'azote à l'état normal.

Quant aux semences, on sait qu'elles contiennent à l'état normal 0,10 d'eau et 0,30 d'huile, et par conséquent 0,33 d'huile à l'état complétement sec. Elles donnent en cet état 0,67 de tourteau dosant 5,5 p. 100 d'azote. Les graines sèches contiendront donc 3,685 d'azote p. 100, et à l'état normal 3,31. Le poids de la paille étant à celui de la graine :: 165 : 100, il en résulte pour le dosage de cette plante :

100 de graine	3,31 d'azote.
165 de paille	0,82
	4,13

SECTION Ire. — *Terrain et engrais.*

Le colza vient sur tous les terrains qui ne sont pas trop inconsistants. On le cultive sur des argiles tenaces et sur des terrains meubles, mais toujours de préférence sur ces derniers. Les conditions de sa culture changent beaucoup dans ces positions diverses. Ainsi, dans les terres fortes, il est difficile d'ouvrir la terre en été, et de la préparer pour le colza après une récolte de plantes fourragères faite dans cette saison ; il faut donc y semer ces plantes seulement l'année suivante, tandis

que si le terrain est meuble, on peut cultiver le terrain immédiatement après la récolte du foin et semer ces plantes peu de temps après. Dans le premier cas, il reçoit une jachère complète et supporte la rente de deux années; dans le second, celle d'une seule année. Cette différence est capitale pour les résultats économiques.

Par la nature de ses feuilles couvertes d'un vernis cireux, comme celles des choux, le colza emprunte fort peu à l'atmosphère; tout au plus 0,06 p. 100 de la récolte fraîche comme le chou. Il faut donc le fumer largement, si l'on veut obtenir une récolte considérable. Mais aussi n'ayant pas, comme le blé, l'inconvénient de verser, il devient un moyen excellent pour utiliser et payer des fumures abondantes que le blé ne supporterait pas. Les produits ordinaires du colza dans les terres des environs de Lille, qui donnent 20 hectolitres de blé, seront de 26 à 30 hectolitres de graine. Dans les bonnes années et dans les bons terrains, la récolte monte jusqu'à 42 hectolitres, et dans les cas extraordinaires jusqu'à 60. Mais on peut toujours viser à 42 hectol. comme récolte obtenue dans les cultures communes.

A Lille on donne au colza 20 tonnes d'engrais flamand de 175 kilogr. chacune, dosant 0,205 d'azote p. 100; c'est donc $7^{k},17$ d'azote, et de plus 20 charretées de fumier d'étable ou 200 quintaux dosant 80 kilogr. d'azote[1]. La fertilité déjà acquise par la terre est équivalente à 180 kilogr. d'azote; ainsi elle est riche de 267 kilogr. d'azote. Le produit est de 26 hectolitres de colza dosant 107 kilogr. d'azote. Il reste donc en terre 160 kilogr. d'azote. Le blé qui suit produit 21 hectol. dosant $42^{k},5$ d'azote qui sont bien les 0,27 de cet engrais. Mais alors le colza prenant 107 sur 267 ne s'est emparé que des 0,40 de l'engrais du sol. Ainsi pour trouver la quantité d'engrais à appliquer au colza, il faudra multiplier le poids de la récolte de graine à laquelle on prétendra

(1) Cordier, *Agriculture de la Flandre*, p. 282.

par 4,13 et diviser le produit par 0,40; on aura pour résultat l'indice en azote de l'engrais à employer.

SECTION II. — *Culture par semis en place.*

Le colza se cultive par le semis en place ou par la plantation. Le semis en place peut être fait en automne et au printemps, la plantation ne peut être faite qu'en automne.

Le colza d'hiver est d'une réussite beaucoup plus sûre que celui de printemps qui sort de terre au moment de la plus grande activité des insectes qui le dévorent à mesure de son apparition. Mathieu de Dombasle fait remarquer[1] que si, au lieu de semer en mai ou au commencement de juin, comme on le fait en Lorraine, on voulait semer en mars, pour éviter les ravages de ces petits animaux, la floraison arriverait au moment du solstice, époque où elle paraît se faire avec le plus de difficulté, à cause, selon lui, de la longueur des jours, ou plutôt de la brièveté des nuits bien plus que de la chaleur, car il arrive souvent qu'il fait plus chaud en août qu'en juillet, et cependant le colza graine mieux à cette époque. Comme le colza de printemps n'exige que 1200 à 1300° de chaleur totale pour mûrir, il pourrait mieux réussir dans les terrains frais du midi si on le semait à la fin de mars; on obtiendrait la maturité à la fin de mai, mais il ne faudrait pas l'exposer dans des terrains qui eussent à craindre les sécheresses de printemps.

Cette culture ne doit d'ailleurs être entreprise que dans le cas où l'on n'aurait pas préparé la terre avant l'époque des semis d'automne qui sont toujours plus sûrs et plus productifs. La graine de colza d'été rend moins d'huile que celle du colza d'hiver dans le rapport de 26 à 30.

Le colza d'hiver exige pour mûrir 1700 à 1800° de chaleur totale après le renouvellement de la végétation prin-

(1) *Mémoires de la Société centrale d'agriculture*, 1822, t. I, p. 360.

tanière? Il supporte sans souffrir 10 à 12 degrés de froid, et même 15 et 18 si la terre est couverte de neige. Mais il demande à être préservé avec soin de toute humidité à son pied pendant l'hiver, et il craint beaucoup les gels et dégels successifs qui le déchaussent.

Quand on veut faire le semis en place, la terre doit être préparée, comme pour l'ensemencement d'une céréale, par un labour profond, deux ou trois traits du scarificateur, et un labour plus superficiel pour enterrer le fumier. Le semis doit être fait le plus tôt possible et dès que la terre a repris de la fraîcheur par les premières pluies abondantes qui tombent après la canicule, c'est-à-dire à la fin de juillet ou au commencement d'août dans le nord de la France, et à la fin de septembre dans le midi. On sème en lignes ou à la volée. Mathieu de Dombasle espaçait ses lignes de $0^m,50$: c'est trop pour obtenir du colza tout ce qu'il peut produire, et il ne donnait un si grand écartement que pour pouvoir biner avec la houe à cheval. Les Flamands espacent leurs plantations à $0^m,25$ en tous sens, et c'est le modèle qu'il faut suivre quand on peut trouver des ouvriers pour biner à la main.

Quelle que soit la perfection du semis en ligne, Mathieu de Dombasle préférait le semis à la volée, avec 7 à 8 kilogr. de graines par hectare, comme remédiant aux ravages des pucerons qui ne dévorent pas tout. Quand la plante avait 4 feuilles, il éclaircissait le semis en faisant passer l'extirpateur, qui, par la suppression d'une partie des pieds, détruisait les plants superflus sur une largeur égale à celle qui restait intacte. Ce travail servait de premier binage.

A l'article *Rutabaga*, page 127, nous avons indiqué les moyens de se mettre à l'abri des ravages de l'altise. Nous ne les reproduirons pas ici. Comme d'ailleurs le semis en place exige des travaux dans la saison où l'on est le plus occupé, qu'il met à la charge du colza tous les frais d'une jachère, nous

croyons que dans la plupart des terrains la méthode de la transplantation est préférable. On sait au moins ce que l'on fait, et l'on n'est pas exposé à voir tant de peine rendue inutile par les ravages des insectes, les soins se bornant à les écarter de la pépinière.

Pour les semis comme pour les plants transplantés, les soins ultérieurs sont les mêmes et nous les décrirons dans la section suivante.

SECTION III. — *Transplantation du colza.*

Les pépinières bien soignées de la Flandre française fournissent les plants suffisants pour garnir cinq à six fois l'espace qu'elles occupent. On répand la semence à raison de $1^{k},33$ sur le terrain parfaitement ameubli et fumé. Nous avons éprouvé que le moyen le plus sûr d'en écarter les insectes était de le fumer avec du guano. Il paraît que l'arrosage avec des eaux de féculerie produit aussi de bons effets ; enfin on peut employer le procédé indiqué par M. Rieffel et rapporté au chapitre *Rutabaga*.

Quand le plant est suffisamment développé, on choisit un moment où le terrain de la pépinière est frais, ou on lui donne un fort arrosage, pour que les racines se détachent bien de la terre sans se rompre. Le terrain où doit se faire la plantation a été préparé comme il a été dit plus haut pour les semis. La plantation a lieu pendant tout le mois de novembre. Dans les grandes exploitations, elle se fait généralement au moyen de la charrue : des femmes suivent l'instrument et placent le plant à $0^{m},25$ de distance et de deux raies l'une. Il est couvert par la tranchée soulevée du sillon suivant. Les plants doivent être placés de manière qu'ils ne soient pas enterrés au-dessus du collet, ce qui exige une certaine adresse, et le soin de repasser le long des lignes pour découvrir ceux qui sont trop recou-

verts. On a imaginé d'obvier à cet inconvénient en plantant les colzas sans racines, par boutures. On coupe alors la tige au-dessus du collet. Vingt jours après la plantation, il s'est formé un bourrelet d'où part une houppe épaisse de jeunes racines qui s'étendent dans toutes les directions. Cette méthode paraît aujourd'hui générale en Normandie.

On bine en automne et au printemps, autant qu'il est nécessaire pour maintenir le terrain meuble et net, ordinairement trois fois. En Flandre, on a soin, avant l'hiver, de creuser à la bêche des raies d'écoulement qui séparent les planches; au printemps, on renoûvelle ce travail, tant on y sent la nécessité de maintenir le terrain sec pendant l'hiver.

Section IV. — *Récolte.*

La facilité avec laquelle s'entr'ouvent les siliques du colza dès qu'il arrive à maturité, fait qu'on le coupe à la faucille avant qu'il soit complétement mûr. Le moment est indiqué par la chute des feuilles inférieures et par la couleur jaunâtre que prennent la tige et les siliques. Si l'on attendait davantage, on s'exposerait à perdre une partie des graines. Les tiges coupées étant placées en javelles sur le champ pour qu'elles se dessèchent, quand le dessus a blanchi, on les retourne avec précaution pour faire blanchir le dessous. On les met ensuite en petites meules, les siliques en dedans. Les semences achèvent d'y mûrir, malgré la fermentation qui s'établit dans le tas, et qu'il ne faut pas craindre. On bat ordinairement sur le terrain même où s'est opérée la récolte. Pour cela, on enlève avec précaution les tiges des meules, on les transporte avec deux bâtons en guise de brancard, sur un drap grossier où elles sont battues. On rentre la graine mêlée aux débris des siliques, et on l'en sépare au moyen du tarare.

Section V. — *Valeur du colza.*

Le prix moyen de la graine de colza est presque toujours de 22 à 23 fr. l'hectolitre, pesant 68 kilogrammes, ou 33 fr. les 100 kilogrammes, valeur équivalente à celle de 150 kil. de blé.

Le colza d'hiver rend 30 p. 100 d'huile, et les tourteaux faisant plus que payer la fabrication, on voit que l'huile revient à 110 fr. les 100 kilogr. ou 1 fr. 10 c. le kilogr.

Le prix de revient du colza peut être établi comme il suit :

Labour profond de $0^m,25$.	144 k. de blé.
Deux scarifications.	15,26
Labour pour enterrer le fumier.	84
Plantation, labour, etc.	84
Main-d'œuvre.	25
Valeur de 80,000.	358
Engrais, 280 k. d'azote, dont la graine empruntera seulement 90 k., la tige en restituant 22 k.	303
Trois binages.	150
Frais de battage et récolte...	109
Transport de récolte et fumier.	70
Rente de la terre.	327
Produit : 2720 k. de colza, coûtant. .	1669,26

Le prix de revient de 100 k. de colza est donc $\frac{1669,26}{27,20} = 61^k,37$: bénéfice $88^k,63$ de blé pour 100 de colza, et on a la paille en plus.

On voit qu'on aurait par hectare un bénéfice de 2049 kilogr. de blé ou 450 fr. En opérant de manière à ne recueillir que 1213 kilogr. de graines, M. Mathieu de Dombasle ne trouvait que 144 fr. de profit ; son fumier n'était compté qu'à la moitié de sa valeur. Cette récolte ne devait que couvrir à peu près les frais.

CHAPITRE II.

Navette.

En parlant du colza nous avons dit que sous le nom de navette on confondait trois plantes différentes, la navette d'hiver (*Brassica napus oleifera*), la navette d'été (*Brassica præcox*), et enfin la navette d'été dauphinoise (*Brassica rapa oleifera*, Dec. *Brassica napella*, Villars). Nous allons d'abord nous occuper de la première.

Le colza doit avoir la préférence sur la navette quand on cultive des terres riches et fraîches : à soins égaux, son produit est plus considérable; mais la navette est moins exigeante sur la qualité du terrain; elle vient dans les sols légers, surtout s'ils possèdent l'élément calcaire; elle est moins affectée que le colza par le vent et la sécheresse, elle donne un produit, si faible soit-il, dans des positions où le colza échouerait tout à fait; elle craint moins le voisinage des mauvaises herbes, souffre le hersage, qui ne pourrait être appliqué au colza, et est moins exposée aux ravages des altises. Aussi, dans les régions de l'est, dont le climat est moins régulièrement humecté par les pluies que dans celles de l'ouest, trouve-t-on presque partout la navette substituée au colza.

La graine de navette donne un produit de 0,26 de son poids en huile qui se gèle facilement. Le dosage en azote de cette graine est le même que celui du colza; elle exige par conséquent le même traitement en engrais.

La possibilité d'obtenir des produits de la navette avec peu de soins a sans doute été la principale cause qui a empêché de lui en donner de meilleurs, qui auraient pu développer toutes ses qualités. Nous ne sachions pas qu'on l'ait cultivée

jusqu'ici par la méthode de la transplantation à distance, nous croyons qu'elle mériterait qu'on en fît l'essai.

On sème généralement à la volée, un peu plus tard que le colza, ce qui rend plus facile son introduction dans les assolements après la récolte des céréales; mais cependant le semis doit toujours avoir lieu avant celui du froment. On emploie 8 hectolitres de graines par hectare; on éclaircit à la main, en laissant $0^m,25$ de distance d'une plante à l'autre, ou bien on éclaircit en traçant des allées avec l'extirpateur dont on enlève tous les pieds de derrière, laissant ainsi un espace libre égal à celui couvert de navette; on arrache ensuite à la main tous les plants superflus, pour mettre les plants restants à leur distance. Dans la pratique la plus commune, on se borne à herser le champ quand les plants ont 5 à 6 feuilles. La navette de printemps (*Brassica præcox*) se sème en juin ou juillet dans le nord de la France, en mai au plus tard dans le midi; elle peut ainsi remplacer une récolte de printemps qui a manqué. On emploie les mêmes procédés de culture que pour la navette d'hiver.

Le produit qu'on retire de ce mode de culture négligée est d'environ 18 hectolitres par hectare dans des terres d'une fertilité ordinaire. Mathieu de Dombasle a trouvé le produit net de l'hectare de navette sensiblement le même que celui d'un hectare de colza.

La navette dauphinoise (*Brassica rapa oleifera*, Dec.) est cultivée, selon Villars[1], dans le Champsaur et les vallées adjacentes du Gapençois. Dans ces contrées fort élevées, on la sème après les moissons, et elle est mûre vers le 10 juin de l'année suivante. Il y a aussi une variété de cette plante qu'on sème au printemps. Cet auteur ajoute que cette navette effrite un peu le terrain; nous n'en doutons pas, elle l'effrite et l'épuise; mais dans ces pays de pâturages les engrais sont toujours abondants relativement à l'étendue des terres cultivées.

(1) *Histoire des plantes du Dauphiné*, t. III, p. 335.

CHAPITRE III.

Caméline.

La caméline est la plante oléagineuse des terrains légers et sablonneux. Bürger croit avec raison qu'elle se plairait aussi dans les bonnes terres, même argileuses. En Flandre, on la sème pour remplacer les colzas qui ont été détruits par l'hiver.

La forte proportion d'azote que renferment ses tourteaux doit la faire regarder comme très épuisante. Ils dosent 5,93 p. 100 d'azote à l'état sec, et 5,15 à l'état normal, avec 6,5 d'eau p. 100. Il est donc peu étonnant que, quand on la sème dans des fonds ordinaires, elle ne donne que 13 hectolitres du poids de 70 kilogr. par hectare, et que dans les terrains mieux fumés elle rende jusqu'à 20 hectolitres. Il est probable qu'avec plus d'engrais on porterait son produit bien plus haut. Sa graine rend à peu près 27 p. 100 d'huile et jusqu'à 30 et 33 avec une bonne fabrication.

Son tourteau, plus riche que celui de colza, est préféré pour l'engrais des terres. Il a une odeur d'ail prononcée à laquelle on attribue la propriété d'écarter les vers blancs.

En Hollande et en Flandre on sème une partie de terrain en caméline, dans le but de se procurer des balais au moyen de ses tiges.

La caméline se sème de mai à la fin de juin, à raison de 7 kilogr. de graines par hectare. Il faut semer de bonne heure dans les pays méridionaux, où les chaleurs de l'été la mûrissent vite. On mêle sa graine à du sable à cause de sa finesse. On éclaircit ensuite le plant à la distance de $0^{m},16$, et on le sarcle et bine pour entretenir la netteté du sol.

C'est encore une de ces plantes qui par leur facilité à braver

un traitement négligé et à donner néanmoins un produit, quelque médiocre qu'il soit, sont un vrai fléau pour les progrès agricoles. Ces plantes perpétuent la négligence, les mauvaises habitudes, et laissent le sol se souiller de mauvaises herbes. Il est probable qu'avec plus d'intelligence de leurs propriétés et de leur valeur, elles trouveraient une place convenable dans une culture soignée. Si on lui donnait des terrains préparés comme ils le sont pour le colza, et une quantité d'engrais proportionnée à sa consommation, la caméline utiliserait les terrains sablonneux où les autres plantes oléagineuses viennent à regret, et elle ne leur serait pas inférieure en produit.

Mathieu de Dombasle[1] ayant semé différentes plantes oléagineuses sur un terrain qui n'avait pas reçu d'engrais depuis cinq ans, la caméline n'y fut pas plus profitable que les autres. L'année suivante, il la sema le 15 avril sur un terrain bien fumé, quoique infesté de mauvaises herbes, et il obtint $15^{hect.},50$ de graines.

On sème ordinairement le trèfle avec la caméline.

Voici le prix de revient de cette graine :

Labour à la charrue en enterrant le fumier. .	84^{k} de blé.
Semaille à la volée couverte par la herse. . .	6,14
Rouler	1,60
Biner et éclaircir	114
Engrais dosant $72^{k},10$ d'azote	483
Transports de l'engrais et de la récolte. . . .	20
Récolte, vannage et battage.	130
Rente	327
	1165,74

Produit, 1400 k. de graine, qui valent $\frac{1165}{14} = 83$ k. de blé les 100 k. (18 fr.), ou 20 fr. 60 c. l'hectolitre: Son prix ordinaire est de 20 fr. 50.

Sa culture ne s'explique que par une rente bien moins forte des terrains qui lui sont destinés, par l'absence des binages, et par la prétérition de la valeur de l'engrais, qui cependant est

(1) *Mémoires de la Société centrale d'agriculture*, 1822, t. I, p. 384.

enlevé à la terre. Avec une récolte soignée, qui rapprocherait son produit en graines de celui du colza, on obtiendrait probablement de tout autres résultats.

CHAPITRE IV.

Moutardes (noire et blanche), Julienne.

La moutarde blanche avec un rendement de 30 à 33 d'huile p. 100 de graine, la moutarde noire avec un rendement de seulement 15 à 18, n'ont pas d'ailleurs telle convenance spéciale de terrain qui puisse les faire préférer aux autres graines oléagineuses ; mais la graine de moutarde noire sert à la confection de cet assaisonnement connu sous son nom, et acquiert par là une valeur plus considérable que celle qu'elle aurait par son huile fixe, valeur qui tient à une huile volatile, la sinapisine, remarquable par la présence du soufre et qui fait rechercher cette graine pour sa saveur piquante. Quand on extrait seulement l'huile fixe avec laquelle on fait un savon jaune, le principe âcre reste dans le tourteau.

La moutarde blanche ne le possède que faiblement, mais les semences communiquent à l'eau une certaine viscosité qui la rend légèrement purgative. C'est ce qui fait qu'on l'a prônée comme une panacée, et c'est ce qui a aussi donné quelque faveur à la production de sa graine.

Ces plantes font l'objet d'une industrie agricole très limitée, intermédiaire entre celle du maraîcher et celle de l'agriculteur, la culture du *grainetier*, qui a sa place bien marquée dans l'échelle des conditions agronomiques.

Au reste, si l'on voulait cultiver une de ces plantes, on le ferait par les mêmes procédés qui ont été indiqués pour les autres crucifères oléagineuses, en ayant soin de devancer en-

core pour celles-ci l'époque de la maturité qui chez elles ne s'opère que progressivement. Il faut couper et enlever la plante aussitôt que les siliques commencent à jaunir et laisser mûrir en meule.

Nous pouvons en dire autant de la julienne (*Hesperis matronalis*) qui rend 18 p. 100 d'huile et qui a mal réussi dans les essais qu'on a fait pour la cultiver en grand.

CHAPITRE V.

Pavot (Papaver somniferum), Oliette, Eillette.

Le pavot est la plante oléagineuse par excellence des terrains naturellement meubles. Elle remplace dans ce cas le colza qui veut un terrain ferme, et la navette qui, quoiqu'elle vienne aussi dans des sols légers, préfère pourtant ceux qui ont de la consistance. Plus que ces deux plantes, le pavot redoute les grands vents; enfin, comme on ne l'a semé jusqu'ici qu'à la volée et qu'il exige beaucoup de main-d'œuvre, il ne convient, avec ce mode de culture, qu'aux pays où le travail de l'ouvrier est à bon marché et où la population de tout sexe et de tout âge est habituée au travail délicat des sarclages en lignes des plantes serrées. Le soin particulier qu'exigent ces opérations, qui ne sont bien exécutées que par des personnes intéressées au succès, a fait adopter un mode de location spéciale pour les terres destinées au pavot, dans lequel les ouvriers prennent une part de la récolte. C'est en Flandre, en Artois et en Lorraine qu'on s'adonne surtout à la culture du pavot.

Section Ire. — *Composition ; engrais.*

La graine de pavot pèse de 55 à 62 kilogr. l'hectolitre ; elle

contient 43 kilogr. d'huile p. 100 de graines, et rend 28 à 30 p. 100 dans la fabrication. Cette huile supporte 12 à 15° de froid sans se congeler. Celle qui est fabriquée à froid, désignée sous le nom d'huile blanche, est employée pour la table; l'huile rousse faite à chaud sert pour l'éclairage et pour la peinture à cause de sa qualité siccative, et se mêle aux huiles non siccatives dans la fabrication du savon. A l'état sec, son tourteau contient 5,70 d'azote p. 100; à l'état normal avec 6 p. 100 d'eau, il contient encore 5,36 p. 100 d'azote. Ainsi la graine, qui est au tourteau :: 100 : 57, dose 3,05 p. 100 d'azote; 100 kilogr. de graines sont accompagnés de 256 kilogr. de tiges. M. Dailly ayant donné ces tiges et leurs feuilles à son troupeau, ne remarqua d'autre symptôme qu'un peu d'assoupissement au commencement de ce régime. Le suc propre de ces tiges et de ces feuilles contient de l'opium; ainsi l'on pouvait prévoir cet effet. On doit donc les consacrer uniquement à la litière et à servir de combustible, comme cela se fait dans le département du Pas-de-Calais. Ces tiges dosent 0,50 p. 100 d'azote à l'état normal. Nous aurions donc pour 100 kilogr. de graines de pavot :

100 kil. de graines	3,05 d'azote.
256 de tiges.	1,26
	4,31

C'est à peu près le dosage du colza. La nature cireuse et glabre des feuilles de pavot nous indique que cette plante reçoit très peu de principes fertilisants de l'atmosphère.

Le pavot bien fumé est regardé par les cultivateurs du nord comme une excellente préparation pour le blé, meilleure même que le colza. Il est facile de croire en effet que le pavot, restant moins longtemps en terre que le colza, doit y prendre une moindre aliquote de fertilité, et que c'est ce qui le fait regarder comme peu épuisant.

Dans une terre dont la fertilité a pour indice 180 kilogr.

d'azote, on obtient une récolte de 20 hectolitres de graines (1150 kilogr.), dosant $48^{k},57$ d'azote. Ainsi le pavot n'a pris que les 0,27 de l'engrais, et il reste $131^{k},43$ d'azote pour une récolte de blé qui doit produire 1950 kilogr. de froment. Supposons la même fertilité de 180 kilogr., le colza en enlèvera les 0,40 ou 72 kilogr., qui donneront une récolte de 1743 kilogr. de graines, mais ne laisseront que 108 kilogr. d'azote, pouvant doser une récolte de 840 kilogr. de blé. Le pavot n'est donc une meilleure préparation pour le blé que parce qu'il donne une récolte de graines moindre que celle qu'on aurait obtenue du colza avec la même masse d'engrais.

Les récoltes de 1150 kilogr. (20 hectol.) paraissent être celles qu'on obtient le plus souvent; les récoltes maxima qui nous sont connues sont de 1725 kilogr. de graines (30 hectol.). Connaissant le poids de la récolte à obtenir, on trouvera l'indice de l'engrais à donner en multipliant ce poids exprimé en quintaux par 4,31, et en divisant le produit par 0,27. Ainsi on pourra espérer d'obtenir 1725 kilogr. de graines avec un engrais complet dosant :

$$\frac{17,25 \times 4,31}{0,27} = 275 \text{ k. d'azote.}$$

SECTION II. — *Variétés.*

Le pavot à fleurs rouges ou tachées de rouge et à graines grises a la tête munie, autour du disque qui le couronne, d'ouvertures par lesquelles les graines s'échappent à leur maturité pour peu qu'elle soit penchée ou secouée. Sa tige est ramifiée et porte plusieurs têtes ou capsules.

Le pavot à fleurs blanches et à graines blanches a sa tête fermée, se ramifie moins, porte moins de capsules, qui sont plus grosses. L'huile en est plus délicate.

On cultive généralement la variété à graines grises qu'on croit plus productive. Peut-être cette question n'est-elle pas

encore jugée, et la difficulté du battage et du vannage des graines de la variété fermée, quand on est dépourvu des machines nécessaires, n'est-elle pas étrangère à cette préférence.

Section III. — *Culture.*

Si l'on voulait cultiver le pavot dans les contrées au sud de la région des vignes, nous conseillerions de le semer à l'époque de la semaille du blé ; le plant s'enracinerait avant l'hiver et donnerait probablement de beaucoup meilleurs produits, soit sous le rapport de la quantité, soit sous celui de la qualité, si l'on en juge par les variétés d'automne et de printemps de toutes les plantes cultivées. La manière dont le pavot des jardins supporte le froid, même dans les régions de la vigne et des céréales, nous permet de croire que cette pratique pourrait être essayée avec succès.

Mais dans l'état actuel de la culture de cette plante, on la sème à la fin de l'hiver, le plus tôt possible. La graine, répandue sur la neige, est suffisamment enterrée au moment de la fonte. En Flandre on sème au mois de mars, quelquefois pour remplacer un colza qui a souffert de l'hiver, mais le plus souvent comme récolte principale et préméditée.

La terre est préparée avec les mêmes soins que nous avons indiqués pour les autres plantes oléagineuses ; mais on ameublit autant que possible la surface de la terre, par des hersages et des roulages répétés. On sème à la volée $2^{k},50$ de graines par hectare. La graine doit être très légèrement enterrée, aussi suffira-t-il d'un dernier coup de rouleau pour achever l'opération.

On a trouvé des difficultés au semis en lignes, qui d'ailleurs favoriserait tant le binage, soit en permettant la culture avec les chevaux, soit en n'exigeant pas cette adresse spéciale des bineurs de la Flandre à manier la rasette ou petite houe. La

plus forte de ces difficultés nous paraît être la perte de terrain qui résulterait de l'espacement des lignes et la réduction considérable du produit; car d'ailleurs, dire avec M. Mathieu de Dombasle que l'état des terrains, à la fin de l'hiver, ne permettrait pas au semoir d'entrer dans les terres, c'est ne parler que d'un cas particulier, d'un sol humide et mal égoutté, si l'on considère la quantité d'œuvres qu'on est habitué à donner dans cette saison, roulages, hersages, etc., dans le plus grand nombre de terrains.

Quand les pavots ont atteint la hauteur de $0^m,05$, on les sarcle avec la binette et on les éclaircit en maintenant entre ceux qu'on laisse une distance de $0^m,20$; on revient plusieurs fois à cette opération, jusqu'à ce que la tige commence à s'élever.

La récolte des pavots gris ne doit pas être retardée, si l'on ne veut qu'une partie de la graine se dissémine par les ouvertures de la capsule. Dès que les têtes commencent à prendre une couleur grise, on arrache les tiges à la main et on les lie au-dessous de la tête et sans les incliner, en petites bottes. On appuie ces bottes les unes contre les autres, de manière à en faire un faisceau auquel on donne un peu de pied pour qu'il ait de la stabilité. On peut alors commencer à cultiver le champ pour la récolte qui doit suivre, en attendant la maturité complète des graines, qui s'achève dans les capsules.

Quand le moment est venu, on porte les bottes une à une sur une toile où on les renverse et où on les bat, on sépare ensuite les graines des débris de capsules au moyen du van ou du tarare. D'autres fois on se borne à secouer les bottes sur la toile en les frappant les unes contre les autres; on obtient ainsi toutes les graines sans briser les capsules, quand la maturité est complète.

Les pavots blancs peuvent être transportés sur l'aire ou dans la grange où s'opère le battage au fléau, puis le vannage.

Le pavot exige pour mûrir 2300 degrés de chaleur totale depuis la sortie de la plante de terre.

SECTION IV. — *Culture pour l'opium.*

Dans l'Inde on cultive le pavot pour en extraire l'opium. Le passage de la capsule du vert au jaune annonce le moment à choisir pour procéder à cette opération[1]. On pratique quatre incisions parallèles sur chaque capsule, à l'aide d'un couteau composé de quatre lames en forme de grattoir et emmanchées ensemble. Ces incisions, qui doivent pénétrer dans l'épicarpe et le sarcocarpe de la capsule, sont tracées en diagonales pour empêcher le suc laiteux qui en découle de tomber à terre; on les fait pendant les heures les plus chaudes de la journée, afin que la pellicule qui se forme à la surface du suc laiteux ait le temps de se consolider avant la nuit. Sans cette précaution le suc serait délayé par la rosée et privé de la plus grande partie de son principe actif. Dès que les incisions sont pratiquées, il s'écoule de chacune d'elles une goutte de suc blanc, opaque, de consistance laiteuse, excessivement âcre. Exposé à l'air, il s'épaissit, prend une coloration jaune de plus en plus foncée et se recouvre d'une pellicule irisée qui augmente graduellement d'épaisseur. Vingt-quatre heures après l'incision le suc est transformé en une substance résineuse ayant tous les caractères de l'opium. On l'enlève de la tige avec de larges couteaux peu tranchants; chaque incision fournit environ $\frac{5}{100}$ de gramme de suc : ainsi chaque tête en fournit $\frac{1}{5}$ de gramme; on réunit en boule les parties ainsi recueillies[2].

La culture du pavot pour l'opium a été essayée à Alger; M. Hardy, directeur des pépinières de cette colonie, remarque que si le temps est humide et si l'on fait l'incision le matin ou

(1) M. Aubergier croit cette époque trop tardive.
(2) Léautar, *Revue d'Orient*, t. III, p. 37.

le soir, le suc, trop aqueux, ne se solidifie pas au bord de la plaie, mais coule le long de la capsule et ne laisse ainsi qu'une plaque de matière gommeuse qu'on ne peut ramasser sans enlever l'épiderme. Si la température est froide et le vent sec, il ne sort presque pas de suc ; mais par un beau temps, calme et chaud, et dans le milieu du jour, le suc se comporte comme nous l'avons indiqué pour l'Inde. Aux incisions longitudinales, M. Hardy préfère deux incisions circulaires sur la partie la plus renflée de la capsule. Sur 1345 mètres carrés de terrain, il a obtenu 39905 capsules qui ont produit $2^k,8$ d'opium ; mais il accuse le temps contraire et le vent d'avoir décimé ses produits. Il a obtenu de plus 15 décalitres de graines de pavots. Voici le compte de cette culture à Alger pour un hectare :

	Labour à la houe, 96 jours à 2 fr.	192 f.
	Semaille, hersage à la main, 44 jours	88
	Deux binages.	118
	Récolte de l'opium	458
	Récolte de la graine	74
		930
Produit	Opium, $23^k,268$ à 30 fr. le kil.	698
	Graine de pavot, 11 hectol. à 30 fr. . .	330
	690 bottes de tiges à 10 fr. le 100 . . .	69
		1097
	Bénéfice.	167 [1]

La graine de pavots étant à 30 fr., on voit que le prix net de l'opium est de 18 fr. 52.

M. Aubergier, qui a récolté le pavot en Auvergne, attribue peu d'influence au climat, et son opium a été aussi riche que celui de l'Inde. Il opère une réduction importante sur les frais en semant en lignes et en se servant du couteau à quatre lames au lieu du canif de M. Hardy. Il ne laisse pas sécher le suc sur la capsule, mais l'enlève immédiatement et économise ainsi

(1) *Comptes rendus de l'Académie,* t. XX.

les deux tiers de la main-d'œuvre, et les frais de la récolte sont ainsi réduits de 458 à 137 fr. La graine couvre les frais de culture, et l'opium n'ayant à supporter que ceux de la récolte, il l'obtient à 5 fr. 90 au lieu de 18 fr. 52[1].

Avec une quantité d'eau normale de 7,60 p. 100, la morphine contenue dans l'opium et qui constitue sa valeur diffère de 10,694 (résultat de M. Aubergier) à 5,50, et à 3,72 quand les capsules dépassent la maturité.

SECTION V. — *Valeur de la graine.*

Le prix courant de la graine de pavot est de 25 fr. l'hectolitre pesant de 55 à 61 kilogr., ou 43 fr. 10 les 100 kilogr. Dans la fabrication on obtient en moyenne 35 d'huile p. 100 de graine; les frais d'extraction ne s'élèvent pas à plus de 6 fr. par 100 kilogr. d'huile.

Nous avons donc pour la valeur de 100 kilogr. d'huile :

286 kil. de graine à 43 fr. 10.	123,27
Extraction.	6
	129,27
On a à retrancher de ce compte la valeur de 186 kil. de tourteaux valant 1 fr. 50 le kil. d'azote. . . .	14,45
Ce qui établit les 100 kil. d'huile à	114,82

Voici le prix de revient de la graine :

Préparation du terrain, labour.	144[k] de blé.
Deux scarifications	15,26
Labour pour enterrer le fumier	84
Semis à la volée et au rouleau	24,57
Un binage et éclaircissement	129
Deux binages simples	180
Récolte	109
Engrais ayant pour indice 78 kilog. d'azote. .	522,60
Transport d'engrais.	65
Rente de la terre	327
	1600,43

Récolte, 1725 kil. de graine qui revient à 92[k],5 de blé les 100 kil. (ou à 20 fr. 35 c.).

(1) *Comptes rendus de l'Académie*, t. XXII, p. 838.

La récolte qui couvre les frais est celle de 540 kil. de graines ou 9^h,8. On cultive le pavot avec un rendement encore moindre, mais alors la rente de la terre n'est pas élevée, et on cultive mal en laissant salir le sol.

CHAPITRE VI.

Sésame.

Le sésame est le rival le plus redoutable de toutes nos plantes à huile, l'olivier compris. C'est une plante propre seulement aux terrains arrosés ou frais des pays méridionaux. Son produit, avec la culture imparfaite de l'Égypte, est de 1000 à 1800 kilogr. de graines contenant la moitié de leur poids d'huile et en rendant 48 p. 100 à la fabrication. C'est donc, avec les mêmes frais de culture que le pavot, un produit qui est à celui-ci dans le rapport de l'huile rendue :: 48 : 35, et cette récolte se fait après celle du blé ou du maïs, comme récolte dérobée, dans les climats au sud de la Méditerranée. Si tous les terrains frais et arrosés des rives de cette mer et ceux de l'Amérique entre le 40^e degré sud et le 40^e degré nord cultivaient le sésame, il faudrait renoncer à toute autre culture oléagineuse, surtout s'il fallait faire entrer nos terrains fertilisés par des engrais coûteux en lutte avec ceux qui reçoivent chaque année les riches alluvions des rivières du midi. Nous pensons donc que l'Europe ne conserve encore ces cultures que parce que son agriculture est plus avancée que celle des autres contrées, mais qu'elle doit s'attendre à les voir décroître à mesure que ces pays se civiliseront et se peupleront.

Si l'olivier n'avait pas le privilége d'utiliser de mauvais sols, il serait aussi menacé par cette concurrence que les autres plantes oléagineuses; car l'huile de sésame est douce, comes-

tible et, quand elle est bien faite, se substitue très bien à l'huile d'olives.

Quelle est la limite jusqu'à laquelle la culture du sésame peut arriver avantageusement en allant vers le nord? telle est la question qu'on devra d'abord nous adresser.

Quoique le sésame sorte de terre et commence à végéter avec une température moyenne de + 12°,5, cependant sa croissance n'est vraiment active que quand cette température arrive à + 16 à 18°. A partir de cette époque, il mûrit avec 2700° de chaleur totale, pourvu que la moyenne à l'ombre ne descende pas au-dessous de + 16. En Égypte, on le sème depuis le mois d'avril jusqu'à la mi-juin, et il est mûr en trois mois dans le premier cas, en 80 jours dans le second. A Paris, par exemple, la température moyenne n'atteint 16° qu'au mois de juin, et elle dure jusqu'au 15 septembre. Pendant cette période de temps, la somme de température totale est de 2276°, insuffisante pour la maturité du sésame. A Orange on atteint la température moyenne de + 16° au milieu de mai, et elle ne descend au-dessous qu'à la fin de septembre. On a 3046° de chaleur totale. La culture du sésame peut donc y réussir.

Nous pensons donc que cette culture peut s'étendre à toute la région des oliviers. On l'a faite avec succès à Perpignan en 1844, année dont l'été n'a pas été chaud, et l'on a obtenu des plants de 0^{m},80 de hauteur portant de 16 à 20 capsules.

Mais le sésame exige le secours de l'irrigation et il craint beaucoup les grands vents; sa feuille alors se froisse, se flétrit, et la plante souffre. Ces circonstances limiteront beaucoup cette culture, parce qu'elle vient alors en concurrence avec d'autres cultures tout aussi profitables.

Le tourteau de sésame contient à l'état sec 7,47 p. 100 d'azote; sa graine à l'état normal retient 6 p. 100 d'eau ; on en tire 48 p. 100 d'huile. Ainsi 94 de graine à l'état sec rendent 48 d'huile et laissent 46 de tourteau à l'état sec qui con-

tiennent 3,44 d'azote ; ce qui est aussi le dosage de 100 kilogr. de graine à l'état sec, et par conséquent la graine à l'état normal contient 3,23 d'azote p. 100 kilogr.

Les tiges après leur desséchement normal pesaient six fois autant que la graine dans les plantes que nous avons examinées. Cette tige dose 0,50 d'azote ; nous avons donc p. 100 kilogr. de graine :

100 kilogr. de graines :	3,23 kil. d'azote.
600 kilogr. de tiges	3,00
	6,23

Les enfants sont très friands du sésame ; il a le goût de la noisette. En Égypte on le mange rôti au four; on en saupoudre le pain et la pâtisserie. On mange aussi les tourteaux en les pétrissant avec du miel.

La dose considérable d'azote que le sésame prend au sol doit le faire considérer comme une récolte très épuisante pour tous les terrains qui ne reçoivent pas les bienfaits d'inondations périodiques et fécondantes. Si l'on considère que tout cet azote est contenu dans son tourteau et dans sa tige, on comprendra qu'en lui rendant l'un et l'autre, une première mise de fumier ne serait appauvrie que de sa déperdition ordinaire, et qu'on pourrait se dispenser de charger son compte des dépenses de l'engrais. Mais comme on vend la graine et qu'il faut racheter le tourteau, on ne négligera pas au moins de faire profiter le terrain des tiges; on n'imitera pas les Égyptiens qui les vendent pour le chauffage des fours, et on réduira ainsi de moitié les frais de l'engrais des terrains.

En Égypte on fait succéder ordinairement le sésame à une récolte de maïs. On fait entrer dans le champ, en novembre et décembre, les eaux du Nil qui sont encore hautes; quand elles sont absorbées, on donne un ou deux labours, on herse et on laisse la terre dans cet état jusqu'en avril ; à cette époque, on divise la terre en carrés par des fossés dans lesquels on puisse faire

entrer l'eau par irrigation ou par filtration. Six jours après, on sème; la graine est enterrée légèrement par un labour avec la charrue égyptienne : on emploie 19 litres de graines par hectare. Le sésame lève en quatre jours et n'est plus arrosé qu'après avoir été éclairci. Cette opération se fait 25 à 30 jours après l'ensemencement et de manière à laisser un intervalle de $0^{m},33$ entre chaque plante. On arrose après avoir éclairci les plants, et ensuite deux autres fois, de quinze en quinze jours.

Il ne faut pas attendre que la plante sèche sur pied pour faire la récolte; car alors les siliques s'ouvriraient et on perdrait la presque totalité des graines. On coupe les tiges à leur base et avec précaution quand la plante devient jaune et les siliques rougeâtres. L'opération se fait le matin à la rosée. On forme des gerbes de tiges de médiocre grosseur, on les porte sur l'aire, où on les laisse étendues pendant environ 15 jours pour achever la maturation et obtenir le desséchement complet des tiges et des siliques. Alors on dresse les tiges verticalement, les racines en bas, et on opère le dégrenage en frappant sur les siliques avec des bâtons. Si les siliques supérieures ne sont pas encore mûres, on étend les tiges sur l'aire une dizaine de jours encore, et on procède à un second battage.

Dans une bonne terre, on compte que chaque hectare de sésame doit produire $15^{h},8$ de graines[1]. Quand on voudra cultiver le sésame dans le midi de l'Europe, cette plante, au lieu de précéder une autre récolte, devra la suivre, pour ne pas laisser à sa charge toute la rente du terrain arrosé, rente toujours assez élevée. Puisqu'on peut semer du milieu de mai au commencement de juin dans les climats des oliviers, on pourra faire succéder le sésame au trèfle incarnat, au trèfle ordinaire et au sainfoin, plantes dont on a alors recueilli le foin, de même qu'aux pommes de terre printanières, aux fèves et autres légumes. On le placera dans des terrains abrités.

(1) Husson, *Bulletin de la société de l'Hérault*, avril 1843.

Nous ne connaissons pas l'aliquote de fumier que le sésame peut prendre à la terre, mais en la supposant de 0,27, comme pour le pavot, et en calculant sur un rendement de 1000 kilogr. de graines, nous avons le prix de revient suivant :

	Blé.	En enlevant les tiges.
Culture comme pour le pavot.	684 k.	684
Demi-rente de la terre irriguée	327	327
32k,3 d'azote en laissant les tiges sur le sol, ou de 62k,3 si l'on enlève les tiges. .	216	417
	1227	1428

Les 100 kil. de graines reviendront à 122k, 7, ou 33 fr. 14 c.

C'est le prix que le pacha les payait en Égypte; mais nous croyons très probable qu'avec une bonne culture et la quantité d'engrais convenable on pourrait obtenir des récoltes beaucoup plus fortes.

CHAPITRE VII.

Madia.

On a longtemps cru qu'il y avait plusieurs espèces différentes de madia au Chili ; après une comparaison attentive des divers échantillons cultivés dans ce pays, M. De Candolle n'admet qu'une seule espèce comprenant les madia sativa, viscosa et mellosa des auteurs[1]. Mais n'y aurait-il pas des variétés plus ou moins visqueuses? les botanistes ne disent rien de ce défaut désagréable, parce qu'ils attachent peu d'importance à ce caractère qui peut en avoir une très grande pour les agriculteurs. L'odeur très forte de cette espèce de résine visqueuse souille pour longtemps les mains et les

(1) De Candolle, septième notice sur les plantes rares du jardin de Genève, *Mémoires de la Société de physique de Genève*, t. VII, p. 277 ; *Prodromus*, t. V, p. 691.

habits de ceux qui la sarclent et qui la récoltent, et nous savons des pays où sa culture est devenue impossible par le refus des ouvriers d'y toucher après une première épreuve. L'huile elle-même, qui est d'ailleurs de bonne qualité si on lave les graines à l'eau chaude avant sa fabrication, contracte le goût de cette exsudation et une âcreté qui l'exclut de la consommation quand on n'a pas fait subir aux graines ce lavage préalable.

Le madia a cependant des qualités qui le rendraient précieux sans ce défaut. C'est la plante à huile des pays et des terrains secs. Quand on l'a cultivée dans le nord de la France, on a été surpris de trouver son produit en graines en raison inverse du développement de la tige. Sa végétation devient opulente dans les années humides, et c'est alors qu'elle donne de faibles récoltes. Nous citerons surtout les observations faites par M. Boussingault. En 1840 il récolta par hectare 1101 kilogr. de graines et 3500 kilogr. de fanes; en 1841, année humide, il récolta 471 kilogr. de graines et 3488 kilogr. de fanes.

Jusqu'alors les cultivateurs du nord accusaient la sécheresse de la faiblesse de leurs produits et espéraient toujours des années humides qui trompaient toujours leur attente. Après un mûr examen des circonstances de climat et de celles de culture, M. Boussingault conclut qu'année moyenne le madia pourra se cultiver avantageusement dans les départements de l'Alsace. Il en juge par la quantité de pluie tombée de mai en août pendant l'année où il a réussi et pendant celle où il a échoué. Non-seulement l'abondance de pluie refroidit la terre, mais encore elle indique un état habituel de nébulosité qui diminue notablement la somme de chaleur solaire. Nous avons heureusement le chiffre de cette chaleur pour Paris et Orange dans les deux années 1840 et 1841, dans lesquelles il a expérimenté.

	Orange, 1840.			Paris, 1840.		
	Température minima au soleil.	Température maxima au soleil.	Moyenne ou chaleur totale.	Température minima au soleil.	Température maxima au soleil.	Moyenne ou chaleur totale.
Mai . . .	9°,6	31°,7	20°,6	10°,0	26°,8	18°,4
Juin . . .	14,9	41,6	28,2	12,7	33,0	22,8
Juillet . .	15,1	39,8	27,4	12,0	28,2	20,1
Août. . .	16,3	45,1	30,7	14,3	34,8	24,6
Moyennes	14,0	39,5	26,7	12,2	30,7	21,4
Chaleur totale.			3284°			2632°

	Orange, 1841.			Paris, 1841.		
Mai . . .	13,1	36,5	24,8	10,5	31,8	21,1
Juin . . .	13,9	40,1	27,0	11,5	26,8	19,1
Juillet . .	15,2	40,0	27,6	12,4	25,1	18,7
Août. . .	15,6	45,0	30,3	13,1	30,6	21,8
Moyenne	16,4	40,4	28,4	11,9	28,6	20,2
Chaleur totale.			3493°			2484°

On voit qu'en effet la chaleur totale de ces quatre mois a été à Paris, en 1841, inférieure de 148° à celle de 1840, tandis qu'elle a été supérieure de 209° à Orange. Si l'on ajoute que la quantité de pluie tombée a été double à Strasbourg en 1841 de ce qu'elle avait été en 1840 dans le même espace de temps, et que l'influence solaire sur le sol en a été encore beaucoup réduite en Alsace, on se rendra compte des différences des deux récoltes.

On voit que la maturité du madia peut être obtenue avec 2500° de chaleur totale, du commencement de mai à la fin d'août dans le nord de la France, et du mois de juillet à la fin de septembre dans le midi. Pour la première région ce sera donc une récolte de printemps applicable à des terrains secs; pour la seconde, une récolte dérobée après la moisson des céréales, laissant tout le temps de préparer les terres pour la récolte d'automne qui devra suivre. Mais alors elle s'appliquera seulement au cas où le terrain pourra être rendu assez

frais, immédiatement après la moisson, pour favoriser la sortie de la graine.

On a recommandé aussi le madia comme un engrais vert. Semé en automne, il pourrait très bien servir d'engrais au printemps par le développement qu'acquerraient ses tiges. Mais quand on veut avoir de la graine, il faut éviter les semis précoces, car alors ce développement est si grand qu'il naît sans cesse sur la tige des capitules nouveaux qui nuisent à la maturation des capitules terminaux. C'est par cette raison aussi que M. Ottmann recommande de semer épais pour dompter cette végétation luxuriante qui s'oppose à la production des graines.

La graine de madia pèse 60 kilogr. l'hectolitre. Elle contient 0,25 d'huile, mais on n'en retire guère plus de 0,18 à la fabrication. Cette graine, à l'état normal, retient 0,10 d'eau. Son tourteau à l'état sec renferme 5,70 p. 100 d'azote. Ainsi nous aurions p. 100 de graines à l'état sec 28 d'huile ; il reste 72 de tourteau sec qui contiennent 4,10 d'azote ; par conséquent, à l'état normal, 100 de graines contiennent 3,69 d'azote.

100 kilogr. de graines donnent 318 de fanes sèches ; celles-ci contiennent 0,66 d'azote p. 100 à l'état sec et 0,53 à l'état normal. Cette grande richesse de la fane, qui la désigne comme un bon engrais, ne peut être utilisée comme litière à cause de son odeur pénétrante, mais on peut l'ajouter au fumier dont elle augmente la valeur.

Nous avons donc

Pour 100 kil. de graines à l'état normal.	$3^{k}69$ d'azote.
318 de tige.	1,68
	5,37

Le madia devrait donc être considéré comme une plante très épuisante, à moins qu'on ne prouvât qu'elle prélève une grande partie de ses sucs de l'atmosphère. Or, l'expérience de M. Boussingault, qui sait si bien observer, prouve le contraire.

Dans sa récolte de 1840, où il obtint du succès, il avait fumé avec 54000 kilogr. de fumier, dosant 216 d'azote, un hectare de terre où il ensemença du madia et de la carotte. La terre devait être dans un état à pouvoir produire sans engrais au moins 12 hectolitres de blé, si l'on en juge par ce qui se passe dans ce pays. Elle possédait donc avant l'engrais une fertilité acquise :

$$\frac{12 \times 2{,}05}{0{,}27} = 91^{k},1 \text{ d'azote.}$$

Ainsi après la fumure la fertilité du terrain pouvait être représentée par 307 kilogr. d'azote. L'année qui suivit la récolte de madia, la terre produisit sans engrais 2181 kilogr. d'avoine dosant avec sa paille $66^{k},30$ d'azote. L'avoine prélève une aliquote de 0,53 du fumier contenu dans le terrain ; ainsi, après la récolte de madia, celui-ci contenait encore :

$$\frac{66.3}{0{,}53} = 125 \text{ k.}$$

	Azote.
La récolte de carotte et madia avait donc pris 307 — 125 =	$182^{k},00$
On avait récolté 14631 kil. de carotte dosant.	86 ,59
Restait pour la consommation du madia. . .	95 ,41
La récolte avait été de $1101_{k},6$ de graines, dosant 75,97	94 ,52
—— de 3500 kil. de tiges. 18,55	
Reste.	0 ,89

Nous trouvons donc, à $0^{k},89$ près, que le madia avait puisé toute sa nourriture dans la terre.

Pour trouver l'aliquote de l'engrais que le madia puise en terre, nous observons que la carotte en prend 0,40 et qu'ainsi le madia en prend 0,44 [1]. Ainsi pour obtenir le produit maximum à nous connu et qui est de 2733 kil. de graines recueillies

(1) Nous avons 86,59 : 95,41 :: 0,40 : x d'où $x = 0{,}44$.

par M. de La Boëssière, la terre devra posséder la quantité d'engrais indiquée par le calcul suivant :

$$\frac{27{,}33 \times 5{,}37}{0{,}44} = 333^{k},55 \text{ d'azote.}$$

dont la récolte consomme $146^{k},76$, dont $45^{k},91$ de tiges ; si on restitue les tiges au sol, les graines consomment seulement $100^{k},85$ d'azote.

La culture qu'exige le madia est celle de toutes les graines de printemps. Le semis ne doit pas être trop précoce ; pour le faire on attendra que la température se soit élevée à + 12,50. On espacera les lignes à $0^{m},40$ et les plants à $0^{m},15$ dans les lignes ; on emploiera alors 2 kilogr. de graines par hectare. Si l'on semait à la volée, il faudrait 12 à 15 kilogr. de graines, selon M. Vilmorin ; mais il faudrait ensuite éclaircir pour mettre les plants à la distance de $0^{m},15$ en tous sens. Aucun insecte n'attaque le madia ; il ne souffre pas la transplantation. On bine deux fois au moins pour maintenir la netteté du terrain.

La maturité se reconnaît à la teinte grisâtre que prennent les semences. Comme elles s'égrènent peu, on attend la maturité des têtes secondaires pour commencer la récolte ; mais alors on a soin de récolter le matin à la rosée pour que les graines très mûres ne se détachent pas par le mouvement. On arrache les plantes, parce que les tiges sont trop dures pour être coupées sans de vives secousses, et on bat au fléau. Il faut un ventilateur assez fort pour détacher les graines des pail-lettes qui y adhèrent fortement à cause de leur viscosité.

Il n'y a pas de prix établi pour l'huile de madia, dont la récolte n'a jamais été bien étendue et tend plutôt à se resserrer. Son goût particulier la rend peu propre à être mangée ; cependant M. Gibelin prétend que si on fait laver la graine à l'eau chaude avant de la détriter, on la débarrasse de ce goût [1].

(1) Concours pour la prime départementale de l'Aveyron, 1842, p. 54.

Plus grasse que les autres huiles, elle ne brûle que lentement. Il est constant au moins qu'elle est très propre à la savonnerie. C'est à tort qu'on la regarde comme utile pour le dégraissage des laines ; elle est siccative et ne peut servir à cet usage [1]. Ainsi en lui assignant le prix de 1 fr. le kilogr., nous ne croyons pas nous écarter de la vérité.

Les tiges ont une grande importance comme engrais à cause de leur richesse en azote ; elles vaudraient 2 fr. les 100 kilogr. à l'état normal en considérant cette richesse, mais leur dureté oblige de les faire fermenter en tas avant de s'en servir.

Voici le prix de revient :

Frais de main d'œuvre comme pour le pavot. .	684 k. de blé.
Rente de la terre.	327
100k,85 d'azote	675
	1686

Les 100 kil. de graine coûtent $\frac{1686}{27,33} = 61^{k},6$ de blé.

Le kilogr. d'huile coûte $\frac{1686}{683} = 2^{k},5$ de blé, ou 0f55.

Ainsi une récolte de 2733 kilogr. vaudrait :

Pour 683 kilogr. d'huile	683 fr.
Pour 8690 kilogr. de tiges.	173
	856

Récolte, 2733 kilogr. de graine rendant 683 kilogr. d'huile.

CHAPITRE VIII.

Arachide (Arachis hypogœa, Pistache de terre, Cacahueta des Espagnols).

Nous avons comme d'autres fait des essais de culture de l'arachide qui était vantée comme une conquête précieuse

(1) Girardin, *Journal de la Seine-Inférieure*, p. 534.

propre à remplacer l'huile d'olive. Il y a beaucoup de vrai dans les éloges qu'on en faisait, mais il faut les restreindre dans de justes bornes. Si l'on possède, dans un climat chaud, un terrain gras, meuble et frais, l'arachide peut donner de grands produits. C'est donc une plante propre aux terrains d'alluvion sablonneux ou aux terrains légers arrosés des régions méridionales.

Dans le nouveau monde et en Espagne ses graines, qui ont la grosseur et un peu le goût du pois chiche, sont mangées crues ou après avoir été légèrement grillées. On a essayé de les substituer au cacao dans la fabrication du chocolat pendant le blocus continental. Cette semence se conserve indéfiniment, et, par conséquent, on peut en extraire l'huile à volonté. On estime en Espagne qu'elle donne 60 p. 100 de son poids d'huile, mais les fabricants de Marseille n'en tirent pas plus de 30 à 34 p. 100; pour l'obtenir, la pression doit être forte et faite à sec. Elle est extrêmement inférieure à l'huile d'olive pour le goût; on l'emploie pour les savonneries et pour l'éclairage.

La tige est très agréable au bétail ; ses racines ont un goût de réglisse.

Dès 1843, on importait du Sénégal pour 2 millions de francs de graines d'arachide ; la culture s'y étend et cette importation s'accroît à proportion. On la cultive un peu dans le département des Landes[1]. Elle réussirait sans doute bien dans les terres sablonneuses et fraîches de l'Algérie.

Le tourteau d'arachide, tel qu'il sort des huileries de Marseille, contient à l'état sec 8,89 p. 100 d'azote, et à l'état normal, avec 6,6 d'eau, 8,23. Ainsi la semence d'arachide, dont on extrait 0,32 d'huile, fournit 0,68 de tourteau dosant 5,60 p. 100. Sa tige, qui ne pèse que 150 p. 100 de graines, contient 1,95 d'azote à l'état sec et 1,77 à l'état normal avec 9 p. 100 d'eau.

(1) Adam, *Journal d'agriculture pratique*, 2e série, T. III, p. 149.

Nous avons donc :

Pour 100 de semences à l'état normal .	8,23 d'azote.
Pour 150 de tiges.	2,65
	10,88

Dans la Nouvelle-Grenade, son produit est, dit-on, de 1800 à 1900 kilogr. de graines par hectare ; en Espagne, il est seulement de 500 kilogr. Les essais faits en France ont donné des résultats certainement inférieurs ; il paraît qu'ils sont proportionnés à la chaleur totale, ainsi qu'à la richesse du sol.

On sème l'arachide en lignes espacées de $0^m,33$ en tous sens, dans un terrain bien préparé et richement ou naturellement pourvu d'engrais. Le semis se fait au plantoir quand la terre a déjà 14 ou 15° de chaleur moyenne, c'est-à-dire au mois de mai dans le midi de la France. On sarcle, on bine les intervalles, et on arrose chaque fois que la plante paraît souffrir de la sécheresse. Un binage suit de près chaque arrosage pour maintenir la terre meuble.

Dès que les fleurs paraissent sous la forme de *pointes blanches* aux aisselles des tiges, on butte la plante de manière à la couvrir, et on renouvelle cette opération autant qu'il se présente de nouvelles fleurs ; car la gousse ne vient que sous terre. En Espagne on butte ainsi jusqu'à sept fois. M. de Caumels cite un cultivateur de Xucar qui recueillait ainsi 1000 gousses sur chaque plante, ce qui donnait un produit prodigieux et tout à fait exceptionnel ; probablement il avait soin d'espacer beaucoup ses plantes pour se procurer la terre nécessaire à un pareil buttage.

On arrache la plante quand elle cesse de produire des fleurs et qu'elle jaunit, ce qui lui arrive dès que la température moyenne descend au-dessous de 14°. Sa vie est d'autant plus abrégée qu'on se rapproche davantage des régions septentrionales. Les essais tentés par des hommes en état d'observer ont été faits sur une trop petite échelle pour qu'il soit possible de déterminer le prix de revient de ce produit en Europe.

CHAPITRE IX.

Ricin[1].

La semence de ricin qui nous vient d'Amérique et d'Afrique provient d'un assez grand nombre d'espèces de ce genre. Les unes sont grosses, les autres petites; mais en Espagne, en Italie et en France on ne cultive que le ricin commun (*Ricinus communis*); d'après l'expérience, c'est celui qui fournit le plus d'huile, qui, comme on sait, est employée en médecine comme purgatif.

Il y a quarante ans au plus que M. Fournier, pharmacien à Nîmes, mécontent de la qualité des huiles de ricin envoyées d'Amérique, qui dans le transport s'étaient altérées et causaient d'assez graves accidents dans leur emploi, commença à en faire l'extraction lui-même au moyen de graines importées et en employant la presse au lieu de l'ébullition, procédé usité dans les contrées tropicales. L'excellente qualité de ses huiles lui valut une récompense du gouvernement. La guerre rendant les arrivages incertains, il établit autour de Nîmes la culture du ricin, et le haut prix qu'il pouvait donner de la graine (150 fr. les 100 kilogr.) contribua bientôt à étendre cette culture au point de suffire à la consommation de la France entière. Mais, à la paix, l'abondance de la production, la concurrence des fabricants, l'arrivage de graines et d'huiles fabriquées en Amérique par de meilleurs procédés, ont réduit ces bénéfices et ont fait rentrer les prix dans des limites plus étroites. Aujourd'hui les 100 kilogr. de semence se paient

(1) Cet article a été fait sur des notes que nous devons à l'amitié de M. Audibert de Tonnelle, et qui sont rédigées par MM. Delille-Fournier, de Nîmes, et Lignon, de Tarascon, tous les deux pharmaciens et fabricants d'huile de ricin.

seulement de 30 à 40 fr. Aussi la culture s'est-elle limitée aux terrains les plus riches, les plus forts, les plus favorables à cette plante. On ne la cultive plus dans la Haute-Garonne, dans l'Aude, dans l'Hérault; on ne la trouve plus qu'à Saint-Remy (Bouches-du-Rhône) et à Montfrin, Vallabrègues, Meyne, Sarnhac et surtout à Roquemaure (Gard).

Les graines de ricin contiennent dans leurs germes un principe âcre et vénéneux. M. Lignon, pharmacien à Tarascon (Bouches-du-Rhône), avait un jardin ravagé toutes les années par les rats et les taupes. Il y sema du ricin; ce semis ne produisit que trois plantes, mais les autres graines dévorées par ces petits quadrupèdes en délivrèrent complétement le terrain.

La graine de ricin renferme 40 p. 100 d'huile qui se vend 2 fr. 50 à 2 fr. 80 c. le kilogr. Elle fournit en outre 60 p. 100 de tourteaux. Ceux-ci dosent à l'état sec 8,20 p. 100 d'azote, et à l'état normal, avec 7 p. 100, d'eau, 7,63 p. 100; ainsi la graine sèche dose 4,96 p. 100 et la graine normale 4,04 p. 100 d'azote.

Une plante de ricin pesant à l'état frais 1^{k},545 a été réduite par le nettoiement et la dessiccation à 0^{k},644; ce chiffre se décompose ainsi :

Feuilles	109 gr.
Tiges	351
Racines	105
Capsules et graines	79
	644

Cette plante portait 95 capsules; chaque capsule contient trois graines; par conséquent 285 graines pesaient ensemble 41 grammes. Les graines bien nourries pèsent chacune 0^{gr},15. Ainsi 25 plantes de ricin peuvent produire 1 kilogr. de graines.

Les feuilles sèches dosent 1,80 p. 100 d'azote, les tiges et

les racines 0,40. Nous avons donc pour la consommation d'en grais de cette plante :

Feuilles $\frac{109 \times 1,80}{100}$	gr. 1,96	d'azote p. 100.
Tiges, racines, capsules, $\frac{494 \times 0,40}{100}$	1,97	
Graines, $\frac{41 \times 4,96}{100}$	2,03	
	5,96	

Ainsi 5.96 pour 41 de graines ou 14,6 pour 100 de graines.

La plante a donné 0,010 de cendres pour 644 du poids total sec ou 0,0016 pour 100. Elles étaient composées de carbonate et sulfate de potasse, sulfate de soude et de chaux, chlorure de potassium, de sodium et de calcium.

L'énorme consommation d'engrais du ricin avertit assez que sa culture ne peut être tentée que sur des terres déjà riches. Nous ignorons quelle est l'aliquote qu'il prélève sur la fertilité du sol, parce qu'établi ordinairement en mélange avec des cultures jardinières, il n'a pas été possible de fixer le chiffre de la richesse antérieure, ni de celle qui lui a succédé. Le grand développement des plantes exige qu'on les établisse à la distance de $0^m,80$ au moins l'une de l'autre; l'hectare recevrait donc 15625 plantes; nous avons vu que 25 plantes pouvaient produire 1 kilogr. de graines, ainsi le produit de l'hectare serait de 625 kilogr. Nous supposons qu'elles s'emparent de la moitié de l'engrais en terre, il n'en faudrait pas moins une fertilité dont l'indice serait :

$$\frac{6,25 \times 14,6}{0,50} = 183^k,7 \text{ d'azote.}$$

La terre qui devra recevoir le ricin sera soigneusement ameublie par les labours; le semis se fait quand la température moyenne est arrivée à + 12°,5, et quand toute crainte de gelée blanche a cessé. On place deux ou trois graines dans chaque poquet. Quand elles ont acquis $0^m,04$ à $0^m,05$ de hauteur, on

sarcle et on éclaircit, en ne laissant à chaque place que la plante la plus vigoureuse. On arrose le terrain, s'il n'est pas naturellement frais, de manière à entretenir l'activité de la végétation, et on sarcle aussi souvent que le sol se tasse ou se couvre de mauvaises herbes; ordinairement trois fois au moins.

La récolte se fait successivement en cueillant sur la plante les graines à mesure qu'elles mûrissent, ce qui s'annonce par la dessiccation de leur peau. Quand ensuite la température se refroidit de manière à ne plus permettre la maturation, on achève la récolte en coupant la cime des plantes, qu'on met sécher. On obtient ainsi un supplément de graines un peu moins mûres. On arrache ensuite les tiges pour les porter au fumier.

Le tourteau de ricin est très apprécié comme engrais, mais il faudrait se garder de le donner aux bestiaux comme aliment. On cite des accidents très fâcheux arrivés à des troupeaux qui en avaient mangé.

La valeur réelle du ricin peut être appréciée de la manière suivante :

Culture comme pour le pavot.	684 k. de blé.
Rente de la terre; sol frais ou arrosé.	654
Engrais, 47,7 d'azote; on rend à la terre les tiges et les racines	319,60
	1657,60

Ainsi 100 kil. de ricin coûtent $\frac{1657,60}{6,25} = 265^{k},21$ de blé (71 f. 60, le blé étant dans le midi à 27 fr. les 100 kil.)

On comprend comment la culture qui s'était agrandie avec les prix de 150 fr., s'est arrêtée et tend à disparaître tout à fait avec ceux de 30 et 40 fr., et ne se fait plus que sur des terrains d'alluvion où la plante vient sans engrais acheté. Ailleurs, on ne trouve plus guère le ricin en masse, et il n'est cultivé qu'en bordure des plantes potagères et presque sans frais.

CINQUIÈME CLASSE.

PLANTES ANNUELLES A FRUITS CHARNUS (CUCURBITACÉES).

Le nombre des plantes annuelles qu'on cultive pour faire usage du tissu charnu qui entoure leurs graines est très petit, et dans la grande culture on n'admet que celles qui font partie de la famille des cucurbitacées. L'énorme baie de la plupart de ces plantes, qui réunit et conserve une grande abondance de liquide sucré, devient l'objet d'une consommation de plus en plus grande à mesure qu'on avance vers le midi. Ces cucurbitacées, toutes originaires des régions tropicales, où la plupart d'entre elles sont vivaces, s'attachent aux arbres par leurs vrilles, de la même manière que la bryone cucurbitacée de nos climats, qui est vivace, par ses racines. Mais chez nous, ces plantes exotiques exigent pour mûrir une somme de chaleur totale qu'elles cessent bientôt de trouver en avançant vers le pôle, si ce n'est avec le secours de moyens artificiels. La limite de la région du maïs paraît être aussi celle de leur culture en pleine terre. Plus au nord, il faut élever leur plant sous couche pour parvenir à une bonne maturité avant le retour des températures basses de l'automne. C'est la raison pour laquelle elles tiennent peu de place dans les livres agronomiques modernes, rédigés jusqu'ici dans les pays tempérés, où elles sont plus connues des jardiniers que des agriculteurs; tandis que dans les contrées chaudes, le melon, le concombre, la courge, le pastèque deviennent des aliments populaires, utile complément de nourritures plus sèches pour les hommes et les animaux.

Les cucurbitacées ont dans leur mode de végétation et de fructification des tendances communes qui font la base de leur système de culture et qui ont été étudiées avec soin par un

excellent observateur, M. Sageret[1]. Nous devons les rappeler ici en peu de mots. Comme tous les autres végétaux dicotylédons, les cucurbitacées produisent d'autant plus de boutons à fruit que le cours de leur séve est moins vertical et moins direct. Leur tige, verticale, ne se met pas à fruit, les rameaux secondaires formés par les bourgeons qui sortent de l'aisselle des premières feuilles de cette tige portent un petit nombre de boutons qui avortent le plus souvent; ces premiers rameaux en fournissent d'autres (rameaux tertiaires), dont les fleurs nouent habituellement; mais c'est plus tard et des rameaux quaternaires, naissant de l'aisselle des feuilles des rameaux ternaires, qu'on peut attendre le plus grand nombre de fleurs femelles et les fleurs les mieux disposées à nouer et à porter de beaux fruits. Si le nombre des ramifications augmente encore, la disposition à produire des fleurs et des fruits augmente aussi; mais l'accroissement des fruits les plus éloignés se fait aux dépens de celui des fruits plus rapprochés. Il arrive donc que le dernier fruit noué arrête la croissance de ceux qui le précédent, et que la saison s'avançant toujours, on n'obtient définitivement des derniers rameaux que des fruits qui n'ont pas le temps de mûrir, et des premiers que des fruits qui n'ont pas pu prendre tout leur développement. Ainsi, plus la saison chaude est courte dans le pays où l'on cultive, et plus il est nécessaire d'arrêter par la taille la pousse des rameaux, au point où l'on peut espérer que les fleurs qui y naîtront auront le temps de porter un fruit mûr et parvenu à toute la grosseur qu'il peut acquérir.

Les procédés de taille assez compliqués qu'on trouve décrits dans les auteurs peuvent se réduire aux suivants, qui sont indiqués par l'expérience : 1° retrancher la tige ascendante dès qu'elle se manifeste : elle attirerait à elle tous les

(1) *Mémoires de la Société centrale d'agriculture*, 1825 et 1827, t. I, p. 1re et suivantes.

sucs de la plante et retarderait l'apparition des rameaux secondaires ; 2° attendre le développement des fruits, et quand il y en a de noués qui annoncent de la propension à grossir, retrancher le rameau à deux nœuds au-dessus de ces fruits, et continuer le retranchement chaque fois qu'il se manifeste de nouvelles pousses. La nature indique ainsi elle-même la place qu'elle a choisi pour la fructification, et une légère surveillance suffit pour la favoriser.

Les espèces de cucurbitacées qu'on cultive ont été bien étudiées par M. Sageret et distinguées entre elles, surtout par l'impossibilité de l'hybridation de l'une à l'autre, tandis que les hybrides sont très fréquentes entre les variétés. Voici quelles sont les espèces.

PREMIÈRE DIVISION.

Courges à semences bordées d'un bourrelet saillant.

1° Le potiron (*Pepo potiron*, Sageret). Pédoncule presque rond, feuilles assez arrondies, se soutenant dans une direction presque verticale ; feuilles sans taches. Les fleurs ont une odeur de miel. Les grandes variétés donnent des fruits qui parviennent au poids de 50 kilogr. C'est l'espèce la plus usitée pour la nourriture de l'homme ; on la donne aussi aux animaux. Elle est un peu plus tardive que la suivante. On en cultive dans les jardins un grand nombre de variétés, telles que le *bonnet turc*, etc.

2° Le giraumon (*Pepo citrullus*, Sageret). Feuilles plus découpées que celles du potiron, point relevées, maculées ; pédoncule à 4 ou 5 angles très prononcés. Côtes du fruit peu saillantes ; fleurs à odeur d'amande. On cultive sous le nom de citrouille la grande variété qui prend aussi de grandes dimensions. Le giraumon est plus hâtif que le potiron ; aussi

cette variété est la plus fréquemment cultivée dans le nord et principalement dans le Maine et l'Anjou. On cultive sous le nom de *pastisson* un grand nombre de petites variétés du giraumon, telles que la cougourde, la poire à poudre, etc.

3° Le potiraumon (*Pepo muscatus*, potiron musqué). C'est la courge par excellence des pays chauds; elle est la plus tardive des trois. Sa chair et ses graines ont une odeur de violette ou d'iris. Elle se distingue des autres courges par l'ampleur des folioles du bord du calice. D'ailleurs ses feuilles sont maculées, son pédoncule a 4 à 5 angles bien prononcés, les côtes du fruit sont peu marquées. L'odeur de la fleur est presque nulle. Sa chair est excellente, ferme, sucrée, et elle parvient aussi au poids de 50 kilogr.

SECONDE DIVISION.

Semences sans bourrelet à leur marge.

4° Le pastèque (*Citrullus pasteca*, Sageret), melon d'eau. Ses feuilles sont laciniées. Il y en a trois variétés : à chair rouge, à chair jaune, à chair verdâtre; à graines rouges ou noires.

5° Le concombre (*cucumis sativus*).

6° Le melon.

CHAPITRE Ier.

Courges

Dans les pays où son fruit mûrit facilement, la courge est cultivée en petit auprès de toutes les fermes. Sa culture en grand se fait en Hongrie, dans plusieurs parties de l'Italie, dans les départements de la France voisins du Jura, où on le sème avec le maïs, et surtout dans l'Anjou et le Maine. La vallée de la Loire marque la limite au nord où elle peut être semée en pleine terre.

L'homme ne fait qu'un usage assez restreint de la courge, mais pendant l'hiver son fruit est une précieuse ressource et fait une concurrence avantageuse aux racines pour la nourriture des animaux. Son seul inconvénient est le grand espace qu'elle occupe pour être conservée à l'abri, partout où des gelées fréquentes de plus de 6° au-dessous de zéro peuvent causer sa destruction. Dans les pays où de telles intempéries ne sont pas à craindre, on conserve les courges sur l'aire de la ferme, sans les entasser, en se bornant à les entourer de claies pour les préserver de la dent du bétail.

Il est facile de juger si la courge peut être cultivée dans un pays quand on a les éléments numériques de son climat solaire. La citrouille exige pour mûrir 3200° de chaleur totale, le potiron 4000°, au-dessus de la température de + 12°. Or, nous voyons qu'à Paris, du 1er mai, où la température moyenne approche de + 12°,5, jusqu'au 5 octobre, où elle descend à + 13°, la somme de température totale est de 2860°[1]. On reste si nettement au-dessous de la limite qu'il devient toujours prudent de ne pas compter sur les années plus chaudes et d'élever le plant sur couche.

Nous ne possédons pas d'analyse de la courge, mais dans l'emploi qu'en font les éleveurs de bestiaux, on regarde 500 kilogr. de courge comme équivalent de 100 kilogr. de foin. On ne donne que le tiers de la nourriture en courge et les deux autres tiers en nourriture sèche.

Ainsi un bœuf qui serait nourri avec 17 kil. de foin
reçoit 28k,30 de courge, équivalent de. . . . . 5k66 de foin,
et en outre . . . . . 11,34 de foin.
Total. . . . 17,00

On distribue la courge aux animaux après l'avoir coupée en morceaux avec un hachoir. Les porcs en sont très avides et

(1) Tome II, p. 78.

profitent beaucoup de cette nourriture, qu'on leur distribue quelquefois après l'avoir fait cuire. On dit qu'il faut en retirer les semences quand on en nourrit les vaches, auxquelles elles peuvent nuire par leurs qualités émulsives et froides. On tire environ 1 litre d'huile verdâtre, mais très comestible, de 10 kilogr. de semences. Le tourteau est excellent pour nourrir les animaux. Ses qualités nutritives assimileraient la valeur de la courge à celle de la betterave et lui supposeraient un dosage de 0,23 d'azote p. 100 à l'état frais.

Quant aux tiges, il est assez difficile de fixer leur poids relativement au produit des fruits. Dans les cultures où les fruits n'atteignent que le poids moyen de 5 à 6 kilogr., comme en Anjou, les tiges et les feuilles vertes doivent avoir un poids à peu près égal à celui des fruits. Elles dosent 0,75 d'azote p. 100 à l'état frais. Nous avons donc p. 100 kilogr. de courge :

Fruit	0,23 d'azote.
Tiges	0,75
	0,98

En Anjou, un hectare de terre semé en courges à 1 mètre de distance, et portant 10000 citrouilles de 5 kilogr., consomment 490 kilogr. d'azote.

Mais dans la culture plus soignée encore des pastèques en Lombardie, on fume un hectare avec 23664 kilogr. de fumier (16^{k},8 par plant espacé de 2^{m},68). Ce fumier consommé dose 0,80 d'azote p. 100 et représente par conséquent 189 kilogr. d'azote, les 0,38 de la quantité absorbée par la récolte. Or la terre reste dans un état excellent; ce fumier n'est placé qu'autour de la semence, ce qui indiquerait que la plante ne l'absorbe que dans les premiers temps de sa vie. Ces résultats, joints à l'aspect de la plante, à l'étendue et à la rugosité des feuilles, nous portent à croire que les courges comme les autres cucurbitacées soutirent la plus grande partie de leurs éléments de nutrition de l'atmosphère, et que leurs débris représentent une

quantité d'engrais beaucoup plus considérable que celle qu'elles puisent dans le sol.

La courge contenant plus de 0,80 d'eau, elle en fixe 80000 kilogr. par hectare, et en outre elle évapore par 24 heures une couche de $0^m,011$ d'eau par chaque mètre de surface de ses feuilles, c'est-à-dire au moment de tout leur développement 110 mètres cubes par jour et par hectare. La quantité moyenne de pluie qui tombe en été par jour moyen à Orange étant seulement de $0^m,001$ par mètre, où 10 mètres cubes par hectare, on voit que si le terrain n'est pas naturellement frais, on ne peut y élever les courges sans le secours de l'irrigation. C'est donc essentiellement dans les terrains frais, dont les coucbes supérieures attirent l'humidité des couches inférieures par capillarité, que doit se faire la culture des cucurbitacées. On peut ajouter que l'ombrage porté sur le sol par le feuillage contribue à maintenir cette fraîcheur. Dans ces circonstances on voit les plantes rester vigoureuses sans irrigation au milieu des chaleurs de l'été; mais la flétrissure de leurs feuilles indique le besoin urgent d'arrosage. On doit cesser de les arroser à l'approche de la maturité, car si l'on persévérait, leurs fruits trop aqueux ne se conserveraient pas.

La courge aime un terrain léger, dans lequel ses racines délicates, mais peu allongées, trouvent de la facilité à s'établir. Si on la cultive dans des terres fortes, il faut lui préparer un sol artificiel dans des poquets où l'on fera le semis.

Les travaux préparatoires pour la courge nous paraissent devoir être un labour de $0^m,16$ de profondeur fait avant l'hiver, s'il est possible, ou autrement au printemps, avant l'époque du semis. On herse, et on enraie à 1 ou 2 mètres en tous sens, suivant le développement que prennent les plantes dans le pays où l'on cultive. Nous supposons qu'on sème à $1^m,60$, espacement qui nous paraît le plus convenable pour nos climats; à chaque point d'intersection des enrayures, on ouvre

à la houe un poquet dans lequel on place 2k,37 de fumier consommé dosant 0,80 p. 100 d'azote, ou son équivalent en tourteaux ou engrais pulvérulent, et dans ce cas préalablement humecté; on recouvre l'engrais de 0m,01 de terre meuble, sur laquelle on place trois semences de courge, espacées de 0m,05, pour ne pas ébranler les plantes lors de l'éclaircissement; ces semences ont trempé pendant 24 heures dans l'eau tiède. Les graines de l'année des cucurbitacées sortent mieux, mais on les accuse de produire des plantes qui se mettent plus difficilement à fruit. Elles conservent fort longtemps leurs qualités germinatives. Il faut s'assurer seulement qu'elles sont bien pleines. Quand la saison est chaude, elles lèvent en huit jours. On recouvre les graines de terre meuble de manière qu'elles ne soient pas enterrées de plus de 0m,05 à 0m,06. Si la terre était sujette à faire croûte, il faudrait employer du sable siliceux ou du terreau. Le semis doit se faire quand la température moyenne de l'air a atteint + 12°,5. Les plants venus plus tôt rencontrent des retours de froid et profitent peu de cette hâte.

En Anjou[1], on se borne à donner un ou deux traits de charrue sans versoir au fond de la raie séparative des sillons; on remplit ces sillons de fumier, et les graines sont répandues directement sur le fumier à une distance assez rapprochée. On se réserve de les éclaircir plus tard. On recouvre le sillon ouvert par un trait de charrue à versoir et on abat la crête de la tranche avec la herse renversée, ce qui réduit à 0m,06 l'épaisseur de terre qui recouvre la graine. L'opération est sans doute expéditive et peu coûteuse, mais on retrouve plus tard, quand on veut sarcler et butter, la difficulté qu'on a cherché à éviter, et en attendant on donne aux mauvaises herbes le temps de s'emparer du terrain.

A mesure que la tige s'élève, les feuilles naissent successi-

(1) Leclerc-Thouin, *Agriculture de l'Ouest*, p. 324.

vement et une branche latérale se développe à leur aisselle. Il en naît ainsi jusqu'à quatre des quatre premières feuilles caulinaires. On pince le jet vertical, on attend ensuite qu'il se soit formé des fruits atteignant la grosseur d'un œuf, et dès lors on retranche toute la végétation excédante, à deux nœuds au-dessus du fruit, en ayant soin de visiter la plantation de temps en temps pour supprimer toutes les nouvelles pousses. Un ou deux beaux fruits par plante suffisent pour assurer une pleine récolte.

Dans son *Cours d'agriculture*[1], Rozier s'élève contre toute espèce de retranchement. Il a pensé, dit-il, que la nature ne fait rien en vain, et que toutes nos pratiques ne tendaient qu'à contrarier sa marche. Mais c'est que la nature poursuit un autre but que le nôtre : elle vise à la conservation et à la multiplication de l'espèce, et nous voulons obtenir un grand volume de fruit aux dépens du développement des autres organes.

Rarement on est obligé de donner plus d'un sarclage à la courge. Dès que ses feuilles sont développées, elle recouvre le terrain de son ombre et étouffe toute autre végétation.

Quand les feuilles se dessèchent et qu'un coup frappé sur le fruit rend un son creux, sa maturité est arrivée et on le détache de la tige en lui laissant tout son pédoncule. S'il doit être enfermé à l'abri, on le laisse ressuyer quelques jours dans le champ, mais s'il doit être déposé dans les cours ou sur l'aire, on l'y transporte tout de suite.

La récolte des courges est une des plus assurées; elle ne craint que la trop grande sécheresse de l'été dans les terrains qui ne peuvent s'arroser, et les orages de grêle qui les meurtrissent et les disposent à la pourriture. Une récolte de 55000 kilogr. par hectare est une récolte ordinaire. Quand la courge est bien traitée, elle doit rendre 100000 kilogr.

(1) Article *Citrouille*.

Les frais de cette culture sont :

Un labour de 0m,16 en terre légère	67,20 k. de blé
Enrayage à 1 mètre (200 raies d'araire)	11,72
10000 poquets à la houe (3 par minute)	37,54
Engrais pour mémoire, la terre restera en excellent état si on a soin de lui laisser les débris des feuilles et tiges	»
Distribution du fumier (travail de femmes). . .	18,77
Ensemencement . . . . (*id.*)	18,77
Couverture du plant	37,54
Un binage et éclaircissement du plant	114,00
Taille et soins	114,00
Récolte et transport	40,00
Rente de la terre.	327,00
	786,54

La récolte étant supposée seulement de 55000 kilogr., nous aurons pour prix de 100 kilogr., ci :

$$\frac{786}{550} = 1^{k},43 \text{ de blé } (0^{f}31).$$

Si donc 500 kilogr. de courge valent 100 de foin, le prix de l'équivalent du foin ne sera que de $7^{k},15$ de blé au lieu de $14^{k},64$. Ce serait donc une des nourritures les moins chères pour le bétail. Mais nous avons encore des doutes sur cet équivalent qui, avant toute conclusion définitive, doit être soumis à de nouvelles expériences.

Sur les marchés, les courges se vendent à un prix beaucoup plus haut, parce qu'elles sont destinées à la nourriture des hommes.

On vend les semences à part pour la pharmacie, où elles sont classées parmi les *semences froides*.

Quand on cultive les courges mêlées au maïs, les frais sont absolument les mêmes.

Parant de Martigni affirmait, en 1766[1], que les feuilles de courge avaient les qualités de celles du goëmon, et que pour en avoir une plus grande quantité, on les cultivait en laissant

(1) Olivier de Serres, édit. de la Soc. d'agriculture, t. I, p. 460.

étendre les rameaux et coupant le fruit à mesure qu'il paraissait; qu'un hectare de terre en courges pouvait ainsi en fertiliser six autres. François de Neufchâteau ajoute que les habitants du Morbihan les cultivaient en grand pour les faire servir à cet usage. Supposons que l'on pût obtenir par ce moyen 100000 kilogr. de fanes fraîches par hectare; elles dosent 1,58 p. 100 d'azote à l'état sec, contiennent 0,75 d'eau, et par conséquent à l'état frais dosent 0,395 p. 100, et la totalité de la récolte présenterait un total de 395 kilogr. d'azote valant 2646 kilogr. de blé, et serait un magnifique produit. Cette pratique mérite de fixer l'attention des cultivateurs qui savent observer.

CHAPITRE II.

Concombre.

Le concombre est l'objet d'une grande consommation dans le midi et dans le nord-est où on le mange cru et en salade; ses cultures y sont assez étendues. Dans les contrées au nord de la région des oliviers, il est relégué dans les jardins. En Italie, on le sème sous couche au milieu de mars et à la fin d'avril. Quand il a trois feuilles, on le transplante pour en avoir le produit au milieu de l'été. On rame les concombres pour que leurs feuilles s'étendent; et quand les fruits sont formés, on pince l'extrémité des tiges; on les bine et on les butte au mois de mai. Telles sont les seules différences que nous puissions remarquer entre cette culture et celle des courges.

CHAPITRE III.

Pastèque (Melon d'eau).

Quand on parcourt une ville d'Italie au milieu de l'été, on voit ses places entourées de piles de pastèques qui ont disparu

avant la nuit; car tandis que les gens riches consomment les sorbets dans les cafés, le peuple savoure des tranches de pastèque, qui sont le sorbet des pauvres. La pastèque, qui paraît si insipide à ceux qui ne sont pas faits à son usage, rafraîchit, étanche la soif mieux que toutes les boissons qui semblent l'irriter et qu'il est dangereux d'absorber en quantité surabondante. Quelle précieuse ressource nos troupes n'ont-elles pas trouvée, pendant les campagnes d'été, quand elles étaient stationnées près d'un champ de pastèques! Ce fruit est un véritable bienfait pour les pays chauds; aussi sa culture y est-elle étendue et importante. La pastèque n'est cultivée chez nous que dans quelques coins de jardin.

Il faut choisir, pour cultiver les pastèques, un champ qui puisse s'arroser et où l'eau ne puisse séjourner, un sol léger qui ne soit ni trop sablonneux, ni trop argileux. On le prépare avant l'hiver par un labour, et au mois d'avril (en Lombardie) on le bêche à la profondeur de $0^{m},56$, en ayant soin de le purger des mauvaises herbes et principalement du chiendent. On le herse ensuite et on dispose les raies d'écoulement. Deux jours après le hersage, on le laboure en tirant les sillons du nord au midi ; ensuite, avec la houe à la main, on rapproche les tranches soulevées, pour former des planches d'un mètre de largeur, inclinées de manière que le côté du levant de chaque planche reste bas à la profondeur des sillons, tandis que le côté du couchant est relevé. Cette façon a pour but non-seulement de favoriser l'écoulement de l'eau, mais encore de former un plan incliné qui facilite le réchauffement du sol.

On ouvre ensuite sur ces planches des fosses de $0^{m},56$ en tous sens et de $0^{m},24$ de profondeur, éloignées l'une de l'autre de $2^{m},40$. On place dans chacune d'elles $7^{k},5$ de fumier préparé de la manière suivante : on mêle par moitié du marc de raisin avec de bon fumier; on mouille le mélange avec de l'eau de

fumier, on le remanie pendant l'hiver ; au printemps on y ajoute une cinquième partie de colombine et de fiente de poule et une égale quantité d'excréments humains ; tout cela étant bien mêlé de nouveau et bien comprimé, on s'en sert à l'époque indiquée pour fumer les pastèques [1].

C'est un fumier riche qu'on peut estimer ainsi :

$\frac{3}{10}$ marc de raisin, dosant 1,83 p. 100. . . .	0,549 d'azote.
$\frac{3}{10}$ fumier de cheval, dosant 0,80	0,240
$\frac{2}{10}$ colombine, dosant 8,30	1,660
$\frac{2}{10}$ excréments humains, dosant 0,86	0,172
	2,621 p. 100

Cet engrais vaut donc à peu près six fois le fumier de ferme ordinaire. Il est évident qu'il pourrait être suppléé par des engrais riches mis en moindre quantité, tels que le tourteau, le guano, la colombine qui n'exigent aucune préparation.

On choisit les graines des pastèques les plus grosses, on les fait tremper durant trois jours dans l'eau avant de les semer ; on en place sept dans chaque poquet. Le semis doit avoir lieu quand la température moyenne est arrivée à + 13° (fin d'avril, commencement de mai en Lombardie).

Les différentes espèces de pastèques à semences noires, rouges ou grises ne doivent pas être mêlées ensemble pour ne pas altérer la qualité des fruits. Dix ou douze jours après la naissance des plantes, on éclaircit en n'en laissant que deux des plus vigoureuses dans chaque poquet. Quand elles auront trois à quatre feuilles, on les binera en buttant les plantes sans enterrer les feuilles. On attendra ensuite que les tiges aient atteint $0^{m},36$ de longueur pour les biner de nouveau. On ouvre alors autour des plantes une petite fosse, un peu éloignée du pied, et on y verse une dissolution de colombine dans l'urine humaine. Les tiges ayant acquis 1 mètre de lon-

(1) Nous décrivons ici le mode de culture de la Lombardie, d'après Ferrari (*Agricoltura di Lombardia*).

gueur, on parcourt le champ pour les disposer de sorte qu'elles tendent vers toutes les directions, de manière à couvrir la surface entière du sol, en laissant cependant des sentiers libres pour le parcourir. Les tiges commencent ensuite à fleurir et à nouer ; on ne laisse qu'un seul fruit par plante, et quand il est parvenu à une grosseur qui indique un poids de 1 kilogr. environ, on retranche la partie supérieure de la tige à trois nœuds au-dessus du fruit.

Dans le mois de juillet, si l'on s'aperçoit que les plantes souffrent de la sécheresse avant que les fruits aient commencé à changer de couleur, on fait entrer l'eau dans le champ et on l'en couvre complétement, le tenant ainsi inondé pendant une nuit entière et six heures de la matinée pour que le terrain s'imbibe bien. On attend ensuite que le champ soit raffermi pour y entrer, redresser et diriger les tiges comme il a été dit.

Ce seul arrosage fait en temps utile suffit pour conduire les pastèques à leur entière maturité, qui commence en Lombardie vers la fin de juillet et se continue pendant tout le mois d'août. Quelques pastèques mûrissent avant ce temps, et quelques autres seulement en septembre. La maturité se reconnaît au desséchement de la tige et au son creux que rendent les fruits quand on les frappe. On les coupe avec leurs pédoncules et on les transporte dans des lieux aérés et secs pour les consommer ou les vendre en temps utile.

Les pastèques mûrissent 40 jours après leur floraison. Cultivées de la manière que nous venons d'indiquer, en Toscane, à Rome et dans toute l'Italie méridionale, elles parviennent au poids de 26 à 30 kilogr. On peut, selon Ferrari, retirer de cette culture un produit net de 929 fr. par hectare (4222 kilogr. de blé à 0f,22 le kilogr.). Mais cette récolte est fort trompeuse ; si l'été est pluvieux et peu chaud, les pastèques languissent ; il en serait de même si les fumiers étaient trop faibles ou peu consommés, car alors l'humidité les fait fermenter et ils pro-

duisent une maladie appelée *la nebbia*, qui détruit des champs entiers de cette plante. Nous croyons que cette maladie n'est autre chose qu'une rouille (*rubigo*), et tient principalement à l'état de l'atmosphère plus qu'au prétendu renouvellement de fermentation des fumiers.

Avec beaucoup moins de précautions en suivant les procédés de culture indiqués pour les courges, mais en arrosant en temps utile plus que pour les courges, on obtiendra des pastèques, mais jamais peut-être aussi grosses, aussi bien conditionnées et en aussi grande abondance que celles qu'on récolte, avec les soins que nous venons de décrire, dans les champs de l'Italie où ce fruit est un produit très recherché.

CHAPITRE IV.

Melon.

Les qualités du melon sont trop connues pour que nous ayons à les rappeler. Il entre dans le régime des habitants des pays méridionaux ; dans le nord, il se montre habituellement sur la table des riches et paraît comme un régal sur celle des pauvres.

Parmi le grand nombre de variétés de melon cultivées dans les jardins, les agriculteurs en ont choisi et transporté quelques-unes dans leurs champs. Ce sont principalement celles que nous allons indiquer ; mais il n'est pas douteux que des relations plus suivies avec le Levant ne multiplient beaucoup les variétés cultivées et n'en créent de nouvelles par le moyen de l'hybridation.

Parmi les melons à peau brodée, on cultive : 1° le melon maraîcher ; c'est le plus commun, un de ceux qui produisent le

plus, mais aussi sa saveur est médiocre ; 2° le sucrin, à chair blanche ou verte, excellente variété sucrée et parfumée.

Dans les melons à peau verruqueuse désignés sous le nom de cantaloups, on choisit : 3° le prescott, variété la plus cultivée, après le maraîcher, par les jardiniers de Paris.

Les melons à peau unie fournissent : 4° le melon d'hiver à chair verte, espèce sucrée, parfumée et fondante ; 5° le melon de Malte à chair rouge. Ces variétés, qui exigent beaucoup de chaleur, sont principalement cultivées dans le midi. En France, c'est sur les bords de la Durance, près de Cavaillon, qu'on en voit les plus grandes cultures ; on les expédie dans toutes les directions et jusqu'à Paris. Quand ils n'ont pas mûri avec trop d'arrosage, ils se conservent une partie de l'hiver. Cette propriété rend leur culture très avantageuse, puisque le cultivateur n'est pas pressé pour sa vente comme il l'est pour les autres melons qu'il faut débiter dès qu'ils sont mûrs; ce qui en circonscrit la culture dans le voisinage des grandes villes.

Un terrain abrité du nord, découvert au midi, frais ou susceptible d'être arrosé à volonté, dans les pays où l'été donne peu de pluie, est nécessaire aux melons qui demandent à la fois la chaleur et l'humidité. On les cultive à Lyon, dans les terres graveleuses de Villeurbane. Si, dans le midi, on les place dans des terres plus fortes, il faut au moins qu'elles soient bien égouttées ; on a soin alors de couvrir les semences de terreau et de sable pour faciliter leur sortie.

M. Sageret a observé que la végétation du melon n'était vigoureuse que quand la température du jour s'élevait à + 18° à l'ombre, et qu'elle ne tombait pas pendant la nuit au-dessous de + 12°,5. Le melon maraîcher exige pour mûrir 2860° de chaleur totale à partir du moment du semis, en ne comptant que les jours où la température moyenne s'élève au-dessus de + 15°, ou mieux 880° de chaleur totale depuis la formation du fruit. Le climat de Paris donne seulement la limite où

cette somme de chaleur se réalise; aussi il se rencontre souvent des années où la maturité du melon cultivé en pleine terre sera imparfaite, et il sera toujours prudent d'élever le plant sur couche.

Le melon craint les gelées blanches, les pluies froides et surtout la grêle, les taupes, les courtilières et les limaçons.

La préparation de la terre pour les melons et l'engrais seront les mêmes que ce que nous avons prescrit pour les courges. Les intervalles des lignes et des plantes dans les lignes seront de 1 à 2 mètres, selon la vigueur des espèces; M. Sageret préfère l'espacement de 1m,60. On éclaircit quand les plantes ont déjà plusieurs feuilles. Dans la culture en pleine terre, quand la saison est avancée, la reprise des plants qu'on voudrait transplanter pour regarnir les places vides exige des soins qui ne s'accordent pas avec la grande culture. Il est préférable de regarnir ces places avec des pommes de terre ou de toute autre manière.

Pour maintenir la fraîcheur de la terre dans les pays du nord où l'on manque d'irrigation, M. Sageret recommande de couvrir le terrain de paille après le dernier binage. Cette précaution est bonne, mais coûteuse. Si l'on peut disposer de moyens d'irrigation, on dirige les eaux par des rigoles entre les rangs des melons, et on arrose par infiltration dès que le terrain se sèche et que les feuilles montrent la moindre disposition à se flétrir. On cesse les irrigations à l'approche de la maturité. Si le terrain est naturellement frais, l'irrigation est inutile et même nuisible. Les cucurbitacées, par leurs larges feuilles, attirent assez l'humidité de l'air pour que, même dans les pays chauds, on voie les melons parvenir à donner leurs fruits malgré les disettes momentanées d'eau sur les terrains non arrosés.

On ne laisse qu'un seul melon sur chaque plante et on retranche la tige à deux nœuds au-dessus du fruit quand il est

formé. Si, lorsque les melons sont parvenus à leur grosseur définitive, il noue quelques nouveaux fruits, on peut les laisser croître sans inconvénient; on a remarqué qu'alors ils nuisent peu à la croissance des premiers. C'est ce qu'on appelle des *regains*.

Quand la maturité du melon est tardive, que la saison devient humide, on les place sur des tuileaux ou des pierres plates pour les isoler du sol.

Les melons mûrissent successivement. L'usage des cultivateurs en grand est d'abord de cueillir les melons dont la maturité est isolée et précoce; puis, quand le plus grand nombre mûrit à la fois, de cueillir tout ce qui est parvenu à sa grosseur, mûr ou non, et de les laisser en plein soleil compléter leur maturité, ou sous des hangars à l'abri de la pluie. Cette méthode donne des melons d'une maturité douteuse et de qualité inférieure; mais il est sans inconvénient de les récolter quelques jours avant la muturité complète, quand la couleur du melon a changé subitement soit en se ternissant, soit en jaunissant, quand il commence à exhaler son parfum, et qu'il se ramollit près de l'insertion du pédoncule et que celui-ci est cerné. On le cueille alors et on le place dans un lieu frais en attendant le débit. Plusieurs de ces signes ne sont cependant pas applicables dans tous les cas. Quelques melons ont toujours le pédoncule cerné, d'autres ont la peau si dure qu'on ne s'aperçoit pas de son ramollissement; quoique l'odeur soit un signe certain, plusieurs variétés de melon en manquent tout à fait : tels sont les melons d'hiver. C'est donc sur l'ensemble de ces règles, plutôt que sur l'une d'elles en particulier, qu'on peut se fonder pour juger de leur maturité. Bien entendu qu'on complète la cueillette, qu'ils soient mûrs ou non, quand l'abaissement de la température ne permet plus d'espérer une maturité complète sur le terrain. Les melons d'hiver sont toujours récoltés avant qu'ils soient mûrs et

mis à l'ombre pour mûrir lentement ; on reconnaît qu'ils sont propres à la consommation au ramollissement de leur écorce.

On choisit les meilleurs melons pour en conserver la graine, on la retire du fruit, on la lave pour la séparer du mucilage et on la fait sécher au soleil.

On ne pourra conserver les variétés bien pures qu'autant qu'on les aura cultivées à part et bien isolées les unes des autres. D'après les expériences de M. Sageret, autant est vaine la crainte de voir féconder les melons par les autres espèces de cucurbitacées, autant il faut craindre de voir les melons se féconder entre eux et former des hybrides qui s'éloigneront du goût et de la forme des melons primitifs.

On comprend qu'il soit très difficile d'assigner les résultats économiques d'une culture dont les produits ont une valeur commerciale aussi variable, tenant autant à la fantaisie que celle du melon. M. Sageret a obtenu, en 1826, sur 765 mètres de terrain, 600 à 700 fruits du poids de 2 à 12^{k},5. Il estimait ainsi sa récolte :

50 beaux melons	150 fr.
200 moyens	150
450 petits	100
	400 fr., ou par hectare 5216 fr.

Le compte de nos cultures du midi serait fort différent ; avec un égal nombre de fruits nous aurions :

50 beaux melons	50 fr.
200 moyens.	120
450 petits.	90
	260 fr., ou par hectare 3400 fr.

On voit qu'il y a une marge considérable pour les frais, et que le produit des melonnières est fort élevé. Dans ces frais doivent être compris nécessairement des transports fréquents et quelquefois éloignés pour arriver sur les marchés, transports qui sont souvent la partie la plus onéreuse de l'entreprise, surtout si on ne les combine pas avec des retours d'engrais.

SIXIÈME CLASSE.

PLANTES A BULBES COMESTIBLES.

Plus on avance vers le midi, et plus il semble nécessaire de substituer aux spiritueux, qui ne relèvent momentanément les forces que pour les laisser retomber dans un état de débilité, des assaisonnements de haut goût qui donnent du ton à la fibre, relâchée par la chaleur et les boissons aqueuses dont on fait usage. Les nations intertropicales ont leurs épices, celles qui habitent en deçà du tropique jusqu'au 44° de latitude joignent à leur régime les bulbes des plantes alliacées. L'oignon et l'ail assaisonnent leurs mets et sont aussi consommés en nature. Les historiens nous apprennent que les oignons d'Égypte étaient célèbres dès la plus haute antiquité; et on ne se fait pas une idée exacte, sans l'avoir vu, des monceaux d'aulx et d'oignons qui couvrent les marchés de la Provence, de l'Espagne et de l'Italie, à l'époque de la récolte de ces bulbes. Dans les contrées plus au nord, on redoute l'odeur de l'ail, mais l'oignon sert d'assaisonnement à un grand nombre de mets. Le débit des oignons brûlés, qui servent à relever le goût des potages et à les colorer, est très considérable dans cette région.

L'analyse a démontré que le bulbe de ces plantes contient une très grande quantité d'albumine, ce qui est un indice certain qu'elles possèdent des qualités nutritives fort grandes, et ce qui explique comment elles entrent pour une part aussi considérable dans le régime alimentaire des habitants du midi. Ce bulbe contient en outre du sucre, de l'huile fixe et une huile volatile d'une odeur pénétrante, très âcre, et qui, étant appliquée sur la

peau, cause une vive douleur. C'est cette huile qui, contenue en plus grande quantité dans l'ail que dans l'oignon, produit des effets stimulants analogues à ceux des huiles essentielles de girofle, de cannelle, de muscade et des autres épices.

La consommation étendue des plantes alliacées les a fait entrer dans la grande culture. Les terrains légers et frais de la Provence, du Languedoc, du Poitou, de la Touraine nous présentent des étendues considérables de ces plantes qui y prennent place dans les assolements. Elles ont besoin d'irrigations pour croître dans les terrains secs, sans quoi elles ne périssent pas, mais leur végétation herbacée s'arrête ainsi que le développement des bulbes.

La quantité d'azote que présente l'analyse de ces plantes indique assez qu'elles se plaisent dans les terrains riches ; mais comme en même temps elles craignent les terres trop soulevées, ce n'est jamais que du fumier consommé ou des engrais pulvérulents qu'il faut leur administrer ; ou bien il faut les placer dans l'assolement après une récolte qui n'a pu prendre qu'une faible aliquote d'une forte fumure, telle que celle de blé, par exemple. La nature des feuilles des plantes alliacées et leur peu de développement en comparaison de la grosseur des bulbes les rendent peu propres à soutirer les sucs de l'atmosphère ; aussi regarde-t-on leur culture comme épuisante. On a prétendu que cette qualité et la spécialité des sucs qu'elles renferment excluaient la répétition de leur culture sur le même terrain ; cette assertion est contredite par le fait que dans plusieurs comtés de l'Angleterre, et notamment à Huxham, on cultive l'oignon sans interruption sur le même sol, et que les générations successives de ces bulbes ne présentent aucune différence avec les premières ; mais aussi on ne manque jamais, après chaque récolte, de leur appliquer des engrais riches et surtout du sang.

CHAPITRE Ier.

Oignon.

On cultive plusieurs variétés d'oignons : 1° l'oignon commun, rouge foncé, rouge pâle ou jaune, large, aplati, de saveur forte. C'est la variété la plus commune et la plus recherchée ; elle se garde bien ; 2° l'oignon d'Espagne, large, à saveur douce, à chair tendre. C'est celui qu'on consomme cru dans la saison, mais il ne se conserve pas longtemps ; 3° l'oignon poire, de forme oblongue, rouge, à saveur forte. C'est celui qui se garde le mieux et qui, pour cette cause, est principalement recherché dans les contrées méridionales pour former la provision d'hiver ; 4° l'oignon d'Égypte, bulbifère (chacune de ses fleurs contient un petit bulbe nommé *rocambole*). Ce dernier a la chair un peu grossière, il monte assez promptement ; mais c'est celui dont les produits sont les plus assurés et les plus faciles à obtenir.

L'oignon frais contient 1,18 p. 100 d'azote ; il retient 93,78 parties d'eau, et dose, à l'état complétement sec, 7,53 p. 100 d'azote[1].

Une récolte de 9000 kilogr. d'oignon par hectare (36000 bulbes de 0k,25) dose donc 106 kilogr. d'azote. Aussi cette culture a toujours lieu dans des terrains riches susceptibles de porter une récolte de blé de 20 à 30 hectolitres. On leur applique rarement l'engrais directement ; mais c'est une de ces plantes qui peuvent succéder à celles qui, prenant une faible aliquote de la fertilité du terrain, achèvent d'utiliser l'engrais resté en terre. L'oignon vient dans toutes les espèces de terrains ; mais c'est surtout dans les terres meubles qu'il

(1) Horsford, *Annuaire de chimie de* 1847, p. 773.

acquiert toutes ses qualités; on a observé qu'il contient beaucoup plus d'huile essentielle quand il est cultivé sur les terres fortes.

On cultive l'oignon de deux manières, ou par la transplantation ou par le semis à la volée. La transplantation est naturellement indiquée dans les pays qui possèdent un petit nombre de plantes sarclées pouvant résister à la sécheresse, où la location des terrains est d'un prix élevé et où l'on cherche des cultures qui ne les occupent pas longtemps; enfin, pour ceux où les jeunes semis peuvent passer l'hiver et où l'on peut planter de bonne heure. Le semis convient mieux là où d'autres cultures sarclées de printemps réussissent avec facilité, où l'on ne pourrait planter que tard parce qu'on ne pourrait semer les pépinières qu'au printemps, et où la rente de la terre est peu élevée.

SECTION Ire. — *Culture par la transplantation.*

On se procure le plant ou en le préparant soi-même, ou en l'achetant au marché. Les marchés du midi en sont toujours pourvus par les soins des jardiniers.

Pour faire la pépinière, on choisit une terre meuble qui soit susceptible d'être arrosée; on bêche et on fume largement. On y fait entrer l'eau de manière que le terrain soit profondément imbibé; quand sa surface est ressuyée, on le soulève légèrement avec la houe et on y sème l'oignon à la volée, du 15 août au 30 septembre, à raison de 60 grammes de graines par mètre carré. Le plant fait dans cette saison passe bien l'hiver et se trouve prêt à être repiqué vers la fin de janvier. S'il avait été semé plus tard, il faudrait le couvrir de paille à l'approche des grands froids, dans les pays où le thermomètre descend au-dessous de — 6°. Quelques sarclages à la main pour enlever les mauvaises herbes qui croissent avec les

jeunes oignons sont, avec les irrigations en temps utile, les seules précautions à prendre pour obtenir le plant.

Le terrain où doit se faire la transplantation est préparé avant l'hiver par un labour, et fumé si cela est nécessaire. Dès que les grands froids du commencement de janvier sont passés, on herse, puis on dispose la terre en ados par le moyen du buttoir, qui trace des sillons à $0^m,22$ l'un de l'autre, adossant les deux tranches successives l'une à l'autre. On plante les jeunes oignons au plantoir sur un des côtés de l'ados, à la distance de $0^m,10$ l'un de l'autre. Ainsi chaque oignon occupe 220 centimètres carrés et l'hectare contient 45454 oignons de la grosse espèce. On plante en carré à $0^m,10$ les oignons longs et pyriformes qui n'occupent alors que 100 centimètres carrés; il en entre 100000 dans un hectare. L'ouvrier planteur tient le plant de la main gauche, le suspend dans le trou qu'il a fait avec son plantoir, et le garnit de terre en faisant ébouler les bords du trou avec la pointe de son instrument; puis il presse avec son pied pour affermir l'oignon, qui ne doit pas être plus enfoncé qu'il n'était dans la pépinière.

On opère aussi d'une manière plus expéditive en ouvrant un sillon avec la charrue à versoir, le garnissant de plants disposés à la distance voulue, et les recouvrant ensuite par un nouveau trait de charrue qui remplit le sillon. Mais pour opérer ainsi, il faut que la terre soit bien ameublie et avoir soin de la plomber sur l'oignon planté, soit au moyen d'un rouleau un peu pesant, soit en faisant suivre le planteur par un ouvrier qui plombe chaque plante avec le dos de la houe.

L'oignon n'a plus besoin que de binages qui maintiennent la terre nette et meuble; on peut les donner au moyen de la serfouette. Si la saison était trop sèche, on favoriserait la végétation en donnant une irrigation suivie d'un nouveau binage quand le terrain serait ressuyé; mais elle n'est pas

rigoureusement nécessaire, et on doit même s'en abstenir dans les terrains qui conservent assez de fraîcheur.

On substitue les rocamboles au plant quant on veut cultiver l'oignon d'Égypte. Cette variété dispense donc de tous les soins de la pépinière ou de la dépense de l'achat des plants.

Dans le nord, où les plants ne passeraient pas l'hiver et où on ne pourrait en obtenir d'assez précoces pour faire la transplantation en février ou en mars, on a voulu suppléer au plant en se procurant de la rocambole artificielle. Cette méthode est de l'invention de MM. Nouvellon et Lebrun de Meung[1]. Ils sèment l'oignon très épais en mars ou avril sur un terrain disposé en planches ; quand les bulbilles commencent à être formées, on les arrache, on les fait sécher au soleil, et on obtient ainsi une multitude de ces bulbilles grosses comme des pois, qu'on conserve dans le grenier et qu'on plante en février comme on planterait des rocamboles de l'oignon d'Égypte.

Quand les feuilles de l'oignon changent de couleur, on touche à la maturité. Alors on arrache les plants, ce qui est facile parce qu'ils tiennent peu en terre, on tond la tige près du bulbe et on la laisse ressuyer quelques jours sur le terrain. On en forme ensuite des tresses de 12 gros oignons ou de 24 petits, en entortillant les fanes avec de la paille. L'oignon mûrit en même temps que le froment.

Section II. — *Culture par semis.*

On sème l'oignon à la volée, du 17 janvier à la mi-mars, à raison de 90 à 120 grammes de graines par are de terre. Après avoir bien préparé et ameubli le terrain, on enterre les graines avec le râteau. Quand les jeunes plants se distinguent bien, on les éclaircit en laissant entre eux la distance de $0^m,10$; on les sarcle à la main quand les mauvaises herbes paraissent, et on arrose le terrain s'il est trop sec.

(1) *Annales de la Société d'horticulture*, février et mai 1828.

SECTION III. — *Valeur de l'oignon.*

Dans les marchés du midi le prix moyen des gros oignons est de $0^f,30$ la douzaine ; celui des longs et pyriformes est de $0^f,15$. On achète ainsi 100 kilogr. d'oignons frais contenant $1^k,18$ d'azote pour 10 fr. ; la même quantité d'azote dans le blé coûte $16^f,76$ (le blé à 27 fr. les 100 kilogr.). Il y aurait donc un grand avantage à se nourrir d'oignons, si l'huile essentielle qu'ils contiennent n'assignait une limite assez étroite à la consommation qu'on peut en faire sans inconvénient. Une ingestion trop considérable d'oignons cause une digestion pénible, des renvois, une irritation de la muqueuse de l'estomac ; aussi l'oignon cru n'est-il considéré dans le régime que comme un assaisonnement du pain ; la coction lui fait perdre une partie de ses mauvaises qualités.

Le prix de revient de l'oignon est le suivant :

Labour de $0^m,16$ de profondeur en terre légère	67^k20 froment.
Hersage.	15
Formation des ados au buttoir	50
45,000 plants, à 25 c. le 100	416
Plantation au plantoir.	51,75
Sarclage à la main	46
Arrachage des oignons	40
Tressage.	74
Engrais dont l'indice est 106 kil. d'azote . . .	710,20
Rente de la terre et frais généraux	327
	1797,15

On a pour produit 36000 bulbes qui reviennent à $4^k,99$ de blé le 100, ou $0^k,59$ la douzaine ; c'est-à-dire (le blé étant à 27 fr. les 100 kilogr.) $0^f,15$ pour les gros, au lieu de $0^f,30$ qui est leur prix de marché.

On conçoit facilement que cette récolte soit surtout avantageuse dans les terrains d'alluvion où on cultive l'oignon sans engrais.

CHAPITRE II.

Ail.

L'ail s'accommode d'une terre moins fraîche que l'oignon, mais comme lui il profite mieux dans un sol léger. On le cultive dans les dunes du Poitou qui ne sont que des amas de sable ayant une certaine fraîcheur, et dans les terrains sablonneux des bords de la Durance. Sa réussite est beaucoup plus assurée que celle de l'oignon, sa plantation moins difficile, car il ne s'agit ici que de mettre en terre des caïeux au lieu de planter de jeunes sujets. En effet, chaque année plusieurs caïeux naissent autour du bulbe principal, et ce sont eux qui sont le moyen de propagation.

On plante les caïeux au mois de février ou de mars dans une terre bien préparée et suffisamment riche, comme nous l'avons indiqué pour l'oignon. Les caïeux sont semés ou au moyen du plantoir ou sous raie; ils sont placés de $0^{m},11$ à $0^{m},13$ les uns des autres. On donne un ou deux binages à la plantation, selon l'abondance des mauvaises herbes qui surviennent. L'ail se récolte immédiatement après la moisson du blé. Quand il est ressuyé, on le lie en tresses de 24 bulbes au moyen de sa tige et de liens de paille. Dans le midi, le prix moyen de ces tresses est de $0^{f},15$ ou de $0^{k},57$ de blé.

La valeur réelle de l'ail est établie par le compte suivant :

Labour.	$67^{k}20$ de blé.
Hersage	15
Semis sous raies des caïeux.	42,56
Binage	46
Récolte.	40
Liage.	74
106 kilogr. d'azote.	710,20
Rente de la terre et frais généraux	327
	1321,96

Produisant 80000 bulbes ou 3333 tresses, qui reviennent à $0^{k},39$ de blé au lieu de $0^{k},57$, prix du marché.

L'ail d'Espagne ou rocambole est prolifère et ses fleurs renferment de petites bulbilles; on ne s'en sert pas pour la reproduction, parce que ce moyen est beaucoup plus lent que celui des caïeux. Ces bulbilles sont l'objet d'un certain commerce dont les Génois se sont exclusivement emparés. Ils apportent la rocambole à Marseille, où elle est vendue sous le nom d'ail rouge et où on l'emploie pour l'assaisonnement d'un grand nombre de mets.

SEPTIÈME CLASSE.

PLANTES CULTIVÉES POUR LEURS ORGANES FLORAUX.

Cette classe est composée de végétaux qui ne se rapprochent que par un lien artificiel, celui de leurs organes dont on fait usage. On prend au safran ses pistils, au carthame ses corolles, à la cardère ses capitules, à l'artichaut ses réceptacles, au houblon ses chatons ou cônes; toutes ces parties sont employées à des usages différents. Quant au mode de culture de ces plantes, il diffère essentiellement : le safran se lie par ses bulbes à la classe précédente; le carthame et l'artichaut, quoique de la même famille, demandent des traitements différents; sous ce rapport, la cardère se rapproche du carthame, et le houblon ne ressemble en rien à tous les autres. Il y a dans tous les systèmes de classification de ces classes anormales qu'on est bien forcé d'admettre, sous peine d'altérer toutes les autres par un mélange plus choquant encore, et fort heureusement la classe dont nous avons à nous occuper ici est formée d'un petit nombre de plantes dont chacune a sa spécialité bien marquée.

CHAPITRE Ier.

Safran.

Le stigmate du safran contient une matière jaune qu'on nomme polychroïte, parce que l'acide sulfurique la fait passer au bleu, l'acide nitrique au vert, et l'eau de baryte y détermine un précipité rougeâtre. Cette matière, qui en petite quantité colore en jaune doré une grande quantité d'eau, se fixe sur les étoffes, mais leur communique une couleur peu solide. Aussi est-elle abandonnée aujourd'hui par les teinturiers et n'est-elle plus en usage que dans la médecine et la préparation des aliments, où l'on s'en sert fréquemment pour épicer les mets. On la mêle à la farine dans la fabrication des pâtes d'Italie. La consommation du safran diminue plutôt qu'elle n'augmente, mais sa production paraît se régler sur la demande, car son prix moyen a peu varié.

Dans toutes les contrées où l'on cultive le safran, de l'Inde à l'Angleterre, on le trouve toujours cantonné dans un coin de pays d'où il semble ne pouvoir sortir, et ne s'étendre ailleurs qu'avec peine. Ainsi, dans l'Inde, Jacquemont nous apprend que sa culture est enfermée dans une seule vallée des montagnes de Cachemyr[1]; en Angleterre, c'est dans les environs de Cambridge qu'il était cultivé en 1728[2], et Arthur Young nous apprend que là où il l'a rencontré, sa culture était peu avantageuse aux entrepreneurs. En Autriche, le safran est cultivé près de Moelk; en France, dans le Gâtinais, l'Angoumois et le département de Vaucluse. On retrouve cette culture en Sicile et dans l'Asie-Mineure, mais là encore elle est spéciale à certains cantons. Il y a des causes à ce fait aussi

(1) *Voyage dans l'Inde*, t. III, p. 238, in-fol.
(2) *Trans. philosoph.*, 1728.

constant, et les voici : la culture du safran exige des soins très multipliés, peu pénibles sans doute, mais qui emploient beaucoup de temps et à moments rompus; elle ne peut donc être faite au moyen d'ouvriers à la journée et à la tâche, mais seulement par celui qui doit en tirer directement le fruit. La cueillette occupe un grand nombre de femmes et d'enfants, et elle a lieu à l'époque des vendanges, ce qui l'exclut des pays vignobles; la garance l'a presque chassée du département de Vaucluse, parce que sa récolte coïncide avec l'arrachage de la racine de cette plante, et que ce travail se paie bien plus cher. Le triage des pistils doit être fait immédiatement après la cueillette et demande un grand nombre de mains pendant les veillées, ce qui suppose des agglomérations de population et l'exclut des fermes isolées; enfin, et c'est une raison déterminante, le safran ne se multiplie que par ses caïeux tirés d'une ancienne plantation au moment où on la détruit; les oignons triplent en nombre, mais à cause des pertes on ne peut compter que sur un doublement dans le midi; dans le Gâtinais, on ne trouve pas au delà d'un tiers en sus, et dans les années où ils ont été attaqués par les rats et le rhizoctone, on ne retrouve pas même la quantité d'oignons qu'on a plantée. Aussi, quand le safran se vend bien, les cultivateurs se réservent tous leurs caïeux pour augmenter leur culture; dans les années de baisse de prix, on les rebute et on les jette. Puis surviennent les hivers rigoureux dans lesquels une partie des oignons périt, et alors la culture se resserre forcément. Le safran ne survit pas à la température de — 15°. Dans le Gâtinais, l'hiver de 1820 détruisit les quatre cinquièmes des oignons, et on comptait qu'il faudrait dix ans pour que la culture fût rétablie sur l'ancien pied, par leur multiplication. On les perdit presque tous dans le midi en 1789, et en grande partie en 1820 et 1830[1]. On voit quelles diffi-

(1) Voir nos *Mémoires d'agriculture*, t. II, p. 317 et suiv.

cultés entourent l'entreprise de cette culture, et on s'explique ainsi les cantonnements qu'elle affecte.

Le safran me paraît donc une culture toute spéciale, toute locale, qui convient particulièrement aux pères de nombreuses familles, aux établissements agricoles de charité, en un mot, partout où il y a beaucoup de bras faibles à employer.

Cette plante n'est pas très circonscrite par la nature de terrain. Dans le département de Vaucluse on la cultive généralement sur le *diluvium* qui est un loam sablonneux, ocreux et caillouteux; dans le Gâtinais, on exige une terre forte et compacte, parce que, dit-on, elle défend mieux l'oignon de la gelée; en Angleterre, c'est un terrain sec, de consistance moyenne, de couleur rougeâtre, tel qu'on le trouve sur la craie (apparemment aussi un diluvium), qui est le siége de la culture[1]; mais, dans tous les cas, il faut qu'il soit de nature sèche, s'égouttant parfaitement bien quand il pleut. Le sommeil de cette plante en été la rend peu sensible aux sécheresses de cette saison. Les étés chauds lui sont très favorables, et au contraire il donne des produits faibles et irréguliers, et la floraison se prolonge beaucoup quand les étés sont froids et pluvieux.

L'époque de l'apparition des fleurs du safran dépend surtout du moment où, après l'été, le terrain est rafraîchi par les pluies, ce qui explique comment les fleurs se montrent plus tôt dans le nord que dans le midi. C'est le 21 septembre que commencent les récoltes les plus précoces; les plus tardives ont lieu vers la fin d'octobre.

Le bulbe du safran dose 1,20 p. 100 d'azote à l'état frais; 1368 kilogr. de bulbes répondent environ à 50 kilogr. de pistils desséchés; c'est la récolte moyenne d'un hectare dans le midi, dans les deux années de production. Ainsi en négligeant le dosage des feuilles et des fleurs qui restent sur la terre et

(1) *Philosoph. transactions*, 1728.

reviennent en engrais, c'est seulement 16 kilogr. d'azote que cette culture enlève à la terre. On conçoit donc qu'elle puisse s'établir sur de pauvres terres à seigle ou à froment, et qu'en exigeant que la terre qui a porté ces récoltes soit fumée par celui qui l'a louée, nos propriétaires la retrouvent dans un état de fertilité au moins égal à celui où elle se trouvait auparavant. Dans le Gâtinais on trouve, dit M. Gay, que le safran nettoie la terre sans l'épuiser.

Comment expliquer cependant que l'hectare de terrain se loue dans le Gâtinais 54 fr. pour le blé et 209 fr. pour le safran, et à Orange 50 francs pour le blé et 240 fr. pour le safran? Il est évident que le propriétaire entre ici fortement en part des produits de la récolte et des résultats de l'industrie du cultivateur, qu'il profite de la spécialité de ses terrains; et en effet, quand la culture se réduit d'étendue, le prix de location baisse aussitôt dans le Gâtinais. M. Gay nous apprend que le quartier de terre (10 ares) qui se louait 24 fr. descendit à 15 fr. après l'hiver de 1820, qui avait réduit à 10 les 50 hectares cultivés en safran à Bromeilles (Gâtinais); ce qui prouve que le haut prix de location ne dépend pas de l'épuisement des terrains, mais de la concurrence établie pour louer ceux qui sont les mieux conditionnés pour cette culture.

Pour établir un champ de safran on donne un labour à la bèche dès que l'état du terrain le permet après l'hiver. Du mois de juin au mois d'août, on fait la plantation des oignons après avoir hersé et émietté la terre. Le meilleur moment à choisir est celui qui précède de peu la moisson. On ouvre un sillon à la houe ou à la charrue, on y place les oignons à $0^m,5$, ou $0^m,6$ les uns des autres, on les recouvre par la tranche d'un nouveau trait de charrue ouvert à $0^m,22$ du premier, de manière que les oignons se trouvent espacés de $0^m,44$; ils ne doivent être recouverts que de $0^m,10$ de terre. On continue de même jusqu'à ce que la plantation soit terminée; il entre ainsi

49505 oignons dans l'hectare, qui résultent de 19 hectolitres d'oignons, pesant 48 kilogr. chacun. Ces oignons coûtent au plus 10 fr. l'hectolitre quand on en trouve à acheter ; souvent on les obtient pour rien quand les prix du safran sont avilis et que ceux qui les ont récoltés renoncent à la culture ; le plus souvent le cultivateur se sert de ses propres produits pour de nouvelles plantations, qu'il étend à proportion des oignons dont il dispose.

Les fleurs paraissent quand la terre est suffisamment humectée et que la température moyenne est descendue à + 13° ; l'époque moyenne est le milieu d'octobre pour le département de Vaucluse. Elles sont peu nombreuses la première année. Tous les deux jours on les cueille et on les porte à la ferme ; la soirée est occupée à en extraire les pistils. La récolte dure ainsi une quinzaine de jours, dont les huit premiers sont les plus abondants en fleurs. Quand elle est terminée, on râcle légèrement avec la houe à la main, ou l'extirpateur auquel on donne peu d'entrave, la surface du champ où les fanes de safran ont été fauchées immédiatement après la récolte. Au printemps, on donne un binage à la main entre les lignes ; on le répète si la production des mauvaises herbes le rend nécessaire. Quand les chaleurs augmentent, les feuilles se dessèchent ; alors on houe de nouveau en coupant ras de terre les feuilles desséchées. Toutes ces cultures doivent être faites par un temps sec.

La cueillette des fleurs de la seconde année, bien plus considérable que la première, a lieu à la même époque. On cueille tous les jours pendant les huit premiers jours, et tous les deux jours pendant ceux qui suivent. La récolte finie, on arrache les oignons, on les épluche en enlevant la partie la plus grossière de l'enveloppe filamenteuse qui les recouvre, et on les conserve pour la transplantation.

La culture du Gâtinais est à peu près la même ; seulement

on arrache à la main les feuilles de safran quand elles sont prêtes à se dessécher, et on les conserve avec soin pour les donner aux vaches, qui en sont très friandes et chez lesquelles cette nourriture détermine une grande production de lait; puis on donne un premier labour avec la houe à la main vers la fin de juin et un second très superficiel en septembre, pour faciliter la sortie des fleurs qui vont éclore. Mais la principale différence entre cette culture et celle de Vaucluse, c'est que dans le Gâtinais on n'arrache les oignons qu'à la troisième année au lieu de procéder à l'arrachage dès la seconde. En Autriche, on prolonge jusqu'à quatre ans la durée du safran. M. de La Rochefoucault proposait de la porter à cinq ans dans l'Angoumois; près de Carpentras, selon la statistique de Vaucluse, on conservait les safrans jusqu'à six ans. Quelle est la durée la plus favorable? Il est difficile de donner des règles générales à cet égard; les usages locaux ont été basés sans doute sur les circonstances particulières qui affectent la plante et sur le prix de location des terrains secs. Ainsi dans les terrains peu riches où l'on cultive du safran plus souvent, les caïeux se forment avec une grande lenteur, et les bonnes récoltes n'arrivent pas à la seconde année. On ne peut au contraire faire durer la culture quand les caïeux se sont beaucoup multipliés, que les fleurs ont couvert le terrain, et qu'ainsi il n'y a plus place pour un développement subséquent; on peut prévoir alors une forte diminution sur la récolte qui suivra, et si la rente du terrain est élevée, il ne peut convenir de prolonger la durée de la culture.

En Angleterre, on fume le terrain qu'on destine à porter le safran, après l'avoir labouré vers le commencement d'avril, avec une quantité de 50000 à 75000 kil. de fumier consommé et très soigneusement confectionné qui doit doser de 200 à 300 kilogr. d'azote. On donne un troisième labour vers la fin de juin, on enclôt le champ d'une haie morte pour mettre le

safran à l'abri de la dent des bestiaux et surtout des lièvres. On plante les oignons à la bêche à $0^m,10$ de distance les uns des autres. Il en entre donc 100000 dans l'hectare ; c'est à peu près le double de ce qu'on plante en France. Le safran reste trois ans en terre [1].

La cueillette se fait également partout par le moyen de femmes et d'enfants, qui parcourent le champ en coupant avec l'ongle la fleur ras de terre et la mettant dans un panier passé au bras gauche. Le soir venu, tous les ouvriers de la ferme se réunissent autour d'une table ; chacun d'eux est muni d'une petite écuelle où il dépose les pistils à mesure qu'il les extrait de la fleur, ce qu'il fait en coupant le tube avec l'ongle à l'endroit où il commence à s'évaser en limbe. Cette opération coupe le style lui-même, qui, devenu libre, est facilement extrait de la fleur avec les stigmates qui le couvrent. Chaque ouvrière occupée pendant le jour à cueillir les fleurs épluche dans sa soirée $0^k,25$ de safran, c'est-à-dire, pendant les quinze jours que dure la cueillette, $3^k,75$, qui se réduisent à 275 grammes de safran sec. Dans le midi, on paie ces ouvrières à raison de $0^f,60$ par jour et on les nourrit ; dans le Gâtinais, 20 à 24 fr. pour les quinze jours, outre leur nourriture. Quand on fait faire le travail à la tâche, on paie $0^f,05$ de l'écuelle qui donne $7^g,65$ de safran sec ; c'est donc une dépense de $6^f,54$ par kilogr. En Gâtinais, on paie jusqu'à 15 fr. l'épluchage d'un kilogr.

Quand les pistils ont été détachés de la fleur, on les fait sécher par deux méthodes : 1° par l'exposition au soleil ; c'est celle employée à Carpentras et dans le levant ; elle donne ce qu'on appelle le safran du Comtat. Le safran ainsi préparé conserve de l'humidité, est plus sujet à se moisir et vaut un tiers de moins que celui qui est desséché au feu ; 2_o par cette dernière méthode, on place les pistils dans un tamis garni de

(1) *Philosoph. transactions*, 1728, p. 405. Mémoires de Douglas.

canevas qu'on tient sur le brasier de sarment, en les agitant et les retournant jusqu'à ce que la dessiccation soit complète. Elle produit ce qu'on appelle du *safran d'Orange*. C'est aussi le mode usité dans le Gâtinais et en Angleterre.

Le produit moyen d'un hectare de terrain est, dans les environs d'Orange, de 10 kilogr. de safran sec pour la première année, de 40 kilogr. pour la seconde, total 50 kilogr.; on a vu en obtenir 90 kilogr. à la seconde année sur les terres riches et favorables à cette culture. Dans le Gâtinais, on estime le produit de la première année à $11^{k},85$, celui de la deuxième à 26 kilogr., et la même quantité pour la troisième année, total $63^{k},85$. En Angleterre, le produit était de $2^{k},50$ pour la première année, de $27^{k},25$ pour les deux suivantes, dont la troisième était toujours plus forte que la deuxième, total $59^{k},75$.

Le safran a deux grands ennemis. Le premier et le plus redoutable est l'invasion des rats qu'il semble appeler de loin, et qui sont très friands de ses bulbes dont ils déchirent bientôt une grande quantité si l'on n'emploie les moyens les plus actifs pour les expulser. La multiplication de ces animaux, dans les pays où la culture du safran s'est prolongée pendant quelque temps, est si grande qu'on a vu les habitants de Mazan (Vaucluse), après avoir fait de grands efforts pour arrêter ce fléau, être obligés de la suspendre. On combat les rats au moyen de piéges, mais principalement en enfumant leurs galeries souterraines. On se sert pour cela de manches en tôle remplies de paille humide; on insinue l'extrémité de la manche en forme de tube dans la galerie, tandis qu'on avive le feu et qu'on repousse la fumée par l'autre bout avec un soufflet. Le rat vient ordinairement au devant de la fumée et meurt à l'embouchure du tuyau.

Le rhyzoctone de safran (*rhyzoctonia crocorum*, D.) est un parasite de la famille des champignons qui attaque le bulbe.

Cette plante est formée de petits filets bleuâtres portant de distance en distance des tubercules. Une fois établis sur l'oignon, ces filets vivent de sa substance et s'étendent ensuite au loin par atteindre les oignons voisins. On voit alors les feuilles jaunir dans tout l'espace infecté, qui s'étend indéfiniment si l'on n'a pas soin d'extraire les oignons du cercle déjà formé, en pénétrant même au delà dans la partie du champ qui paraît encore saine. On arrête ainsi les progrès du mal ; mais on le voit quelquefois recommencer sur un autre point. On accuse l'humidité d'être l'origine du mal, mais il est certain qu'il s'étend aussi sur les parties sèches. Le rhyzoctone, qui se manifeste au printemps et en été par le jaunissement des feuilles, se reconnaît en automne à la couleur des fleurs qui, au lieu d'être violettes, sont pâles et blanchâtres. On parvient à guérir les oignons infectés en enlevant leur dépouille et les faisant sécher à l'abri de l'air et du soleil.

Le prix commercial moyen du safran a été de 34 fr. le demi kil. à Orange de 1820 à 1841. Le maximum du prix était de 100 fr. le demi-kil. en 1817, 153 fr. en Gâtinais en 1816. Depuis 1820, le maximum à Orange a été de 45 fr. en 1821, et de 27 fr. en 1827. A Cachemyr le prix moyen est de 50 fr., les prix extrêmes de 30 à 60 fr. Le safran est l'unique base de la teinture en jaune dans ce pays et l'épice préféré dans la cuisine des gens riches (Jacquemont).

Le safran d'Espagne, d'une qualité supérieure à nos safrans indigènes, se vend à Marseille un neuvième en sus de ceux-ci.

Pour fixer la valeur réelle et le prix de revient des safrans, nous mettons en regard trois comptes ; mais quant à celui de l'Angleterre, nous ferons observer qu'il est déjà ancien et qu'il faut avoir égard au changement de la valeur monétaire. Le premier, pour Orange, a été établi par nous pour les cultures de ce pays; le second, par M. Gay, sur celles de Bromailles dans

le Gâtinais ; le troisième, par James Douglas, sur celles de Cambridge-Shire.

	Orange		Bromailles	Cambridge
	1817	Blé.	1818	1728
Labour complet, 40 jours . . .	60f	222k	170f 60	52f 00
Plantation des oignons, 40 jours.	60	222		
Clôture	»	»	»	70 20
Valeur de 19 hectolitres d'oignons. Prix moyen.	28	104	124 00	?
Deux binages	60	222	50 00	74 40
Soins pour préserver des rats. .	30	111	»	»
Cueillette des fleurs, 1re année.	144	533	148 00	407 00
2e année . .	288	1066	295 00	
Enlèvement des pistils et séchage.	375	1389	385 00	sèche 80 00
Arrachage des oignons	84	311	238 00	150 00
Engrais.	300	1110	»	200 00
Rente de la terre (2 ans)	480	1776	628 00	416 00
	1609	7066	2038 60	1449 60

A Orange	32f 18 le 1/2 kil.
A Bromailles.	29 61
A Cambridge.	49 56

A Orange, la rente de la terre, y compris le fumier qu'il fallait fournir en sortant, s'élevait à 780 fr. en deux ans. L'infériorité du prix de Bromailles vient du produit plus fort obtenu en trois ans en payant une rente moindre qu'à Orange.

Le médiocre bénéfice que procure le safran comparé à celui qu'on peut retirer d'autres cultures industrielles et surtout de la garance explique bien pourquoi cette culture a perdu tant de terrain dans le département de Vaucluse. Il est évident que le prix de location est trop élevé ; mais si nous le réduisions à sa juste valeur, si nous supprimions la dépense de l'achat des oignons recueillis par le propriétaire lui-même, si nous ne comptions au safran que l'engrais qu'il consomme réellement, enfin si nous renfermions cette culture dans le cercle de la famille du petit propriétaire, et que nous utilisions ainsi les journées et les soirées de ses enfants le plus souvent perdues,

nous verrions que le safran offre une des ressources les plus adaptées à de telles circonstances et qu'il mérite toute l'attention de ceux qui s'y trouvent placés. En effet, nous enlevons alors du compte des frais :

1. Valeur des oignons.	28
2. Travail pour détacher et sécher les pistils. . . .	375
3. L'engrais réduit à 16 kil. d'azote, valant 33 fr., à déduire de 300 fr., ci.	267
4. Deux ans de la rente de la terre 176 fr., à déduire de 480 fr., ci.	304
	974
qui retranchés de	1609
nous donnent, pour prix de 50 k. de safran . .	635

Ainsi le $\frac{1}{2}$ k. de safran revient à ce petit cultivateur à $\frac{635}{50} = 12$ fr. 70

CHAPITRE II.

Carthame.

Le carthame est une plante tinctoriale. On le cultive pour ses fleurons qui fournissent deux couleurs : l'une jaune, qu'on obtient par un simple lavage avec de l'eau ne contenant point de carbonate de chaux, et pour s'en assurer on l'acidule légèrement avec l'acide sulfurique; cette couleur est peu estimée; mais la seconde, qui est soluble dans l'eau alcalinisée par le carbonate de soude et qu'on précipite par l'acide citrique, est d'un beau rouge foncé. Elle est recherchée pour la teinture et pour la peinture à laquelle elle fournit le vermillon d'Espagne ; broyée avec de l'eau et du talc en poudre, elle constitue le fard ou rouge végétal de la toilette. Le carthame, cultivé en Égypte, en Espagne et en Allemagne, doit, comme le safran, être spécialement réservé pour les petites cultures, à cause de la main-d'œuvre minutieuse que sa récolte exige. On tire de ses graines une assez grande quantité d'huile.

Cette plante se plaît dans les terrains calcaires ocreux ; sa couleur s'y développe mieux que dans ceux qui manquent de ces deux éléments. Dans les glaises blanches, sa fleur se colore peu et même blanchit tout à fait au bout de deux ou trois générations. Sa racine est longue et conique, et le sol doit être assez profond pour qu'elle puisse s'y enfoncer sans obstacle et pour qu'elle n'y trouve pas un excès d'humidité qui favorise le développement de ses parties foliacées aux dépens de sa corolle ; elle doit être placée à une exposition méridionale pour qu'elle puisse recevoir pendant tout le jour les rayons du soleil. Ces conditions sont essentielles, car la qualité de la matière colorante en dépend, et c'est son rendement en couleur qui établit son prix vénal. Aussi le docteur Costa, dans sa notice sur cette plante, nous dit que le carthame cultivé à Lecce (province d'Otrante) rend la moitié moins de couleur que celui d'Egypte, et que son prix commercial est fixé sur cette base [1]. La France ne cultive pas cette plante, dont les produits lui arrivent à la fois des Indes, de l'Égypte, de l'Espagne et de l'Allemagne ; cependant nos petits propriétaires qui possèdent des terrains propres à cette culture et qui ont de jeunes bras à occuper y trouveraient probablement une occasion de bénéficier comme dans la culture du safran.

Le carthame nous a paru assez avide d'engrais, et dans les essais de culture que nous avons faits nous avons trouvé une grande différence de développement et de produit entre ceux qui étaient venus dans un terrain riche et ceux qui avaient crû sur un terrain épuisé. Ainsi il faudrait le cultiver de préférence sur des jachères, qui, ayant produit une bonne récolte de céréales, annonceraient un degré de fertilité assez élevé. Trop de richesse provoquerait probablement une trop forte pousse de feuilles.

Le carthame fleurit une dizaine de jours après la maturité

(1) *Moniteur algérien*, 20 mars 1844.

du blé ; cette indication est la mesure de la quantité de chaleur qu'il exige et peut servir de règle pour juger de la possibilité de sa culture. Il craint peu les gelées, mais il ne commence à croître vigoureusement que quand la température moyenne s'est élevée à + 15°. C'est dire assez qu'il est inutile de le semer de trop bonne heure et qu'il faut attendre que la température ait atteint au moins 12°.

On prépare la terre par un labour un peu profond (0m,20 à 0m,25) ; on l'ameublit avec la herse ou le râteau ; on sème ensuite sous raies à 0m,26 de distance, en plaçant deux à trois graines à chaque distance. On a soin de laisser le même intervalle entre les raies. Ce mode de semis, un peu moins expéditif que le semis à la volée, permet d'éviter l'opération de l'éclaircissement. S'il y a des vides, on les regarnit par la transplantation.

Quand les plants ont atteint la hauteur de 0m,10 à 0m,15, on les bine et on les butte légèrement à la main. Thaër fait ses binages à la herse à cheval, parce qu'il espace ses plants à 0m,60 ; mais l'économie de travail ne compense pas la perte de terrain. Un mois après le premier binage, on fait un second binage superficiel, pour maintenir la fraîcheur du terrain et purger la terre des mauvaises herbes.

On récolte chaque jour les fleurs qui sont bien développées et qui ont acquis leur maximum de coloration, ce qui arrive un peu avant qu'elles commençent à se faner. On emploie deux méthodes différentes pour faire cette récolte : la première consiste à ménager le capitule floral pour en obtenir les graines et en arracher les fleurons en les pressant entre le pouce et la lame d'un couteau émoussé ; la seconde, à enlever le capitule entier avec un instrument tranchant et à faire à la maison l'opération de le dépouiller de ses fleurons ; alors on perd la récolte de graines, mais on provoque la mise à fleurs d'autres boutons qui ne sont pas encore ouverts.

D'après la première méthode, la récolte obtenue par M. Costa à Lecce a été de 1460 kilogr. de graines et de 260 kilogr. de fleurs sèches par hectare; mais il opérait sur de petites surfaces. Il paraît qu'ensuite il a trouvé de l'avantage à procéder autrement et à récolter les têtes de carthame sans en attendre la graine, quoique le résultat moyen de sa culture n'ait été en définitive que de 175 kilogr. de fleurs par hectare.

Les graines de carthame rendent de 25 à 30 p. 100 de leur poids d'une huile siccative et comestible dont la valeur est à peu près égale à celle de l'huile de colza; par conséquent, 100 kilogr. de graines de carthame valent 27 fr., ou 100 kilogr. de froment. Les fleurs s'étant vendues à Lecce à raison de 190 fr. les 100 kilogr., M. Costa a obtenu de sa récolte sur pied, savoir :

1460 kil. de graines . . .	394f20	1460 k. de blé.
260 kil. de feuilles . . .	494 00	1828
	888 20	3288

Est-il à présumer que la récolte des fleurs augmentât des quatre neuvièmes si on les recueillait en coupant les capitules? Cela nous paraît peu probable. Nous penchons donc à conseiller la méthode allemande de l'arrachement des fleurons sur place.

Les frais de la culture sont les suivants :

Un labour de 0m,25 de profondeur	144 de blé
Semis sous raie.	42,56
Deux binages à la main.	92
Cueillir les fleurs.	266
Engrais 41 kil. d'azote (dosage du colza) . . .	274,70
Rente de la terre et frais généraux.	327
	1146,26
La récolte a eu la valeur de 3288 kil. de blé;	
ainsi il y avait par hectare un bénéfice de..	2141,74, ci 793 f.
	3288

CHAPITRE III.

Cardère (Dipsacus fullonum).

La cardère, appelée aussi chardon à foulon, à bonnetier, ne doit pas être confondue avec sa congénère, la cardère sylvestre, qui croît spontanément dans toute l'Europe, de l'Italie à la Suède. Si l'on sème la cardère sylvestre, elle donne constamment des têtes dont les bractées sont droites, tandis que la cardère à foulon a ses bractées recourbées et crochues à leur extrémité. C'est cette conformation qui rend ses têtes propres aux opérations du cardage des draps, et qu'on a vainement cherché à suppléer jusqu'ici par des cardes en fer.

Cette plante ne donne ses tiges et ses fleurs qu'à la seconde ou même à la troisième année; ce n'est que par exception que quelques pieds fleurissent dès la première; elle meurt après avoir mûri ses graines. Sa racine est forte, pivotante, et ne se ramifie que quand elle rencontre des obstacles, tels que le glacis serré produit dans le sol par une continuité de labours peu profonds, ou un sous-sol dur et imperméable. Sa tige s'élève à 1 ou 2 mètres; les bourgeons opposés donnent naissance à des feuilles opposées soudées par leur base, et forment une espèce de godet qui retient l'eau de pluie; les rameaux naissent de l'aisselle de ces feuilles, et à l'extrémité de la tige et des rameaux paraissent les têtes de fleurs, qui sont l'objet de la culture.

Tant que la cardère n'a que ses feuilles radicales, elle ne craint pas le froid de l'hiver, et sa culture n'est arrêtée au nord que par l'abaissement de la température de l'été ou la nébulosité du climat qui lui refusent la chaleur solaire nécessaire pour mûrir ses capitules; ses tiges périssent sous l'influence d'un faible degré de froid. Elle a besoin d'un été entier pour s'éta-

blir en terre et former ses racines; pendant ce temps elle développe de nombreuses feuilles radicales vertes, qui rougissent en automne. Ce n'est qu'au printemps suivant, quand la température moyenne est arrivée à + 7°, que la tige commence à s'élever, et de cette époque à la maturité elle doit recevoir une somme de 3070° de chaleur. La récolte se fait en Provence vers le 15 juillet; à Paris, elle n'aurait lieu qu'en septembre.

En munissant cette plante de réservoirs pour les eaux de pluie et de rosée à la naissance de chaque branche, la nature semble avoir indiqué que c'est une plante des terrains secs, et en effet elle redoute par-dessus tout ceux qui sont humides et où les eaux sont stagnantes. Elle souffre sans doute dans les années de trop grande sécheresse, mais en considérant les circonstances où elle donne les plus beaux produits, on doit penser que les années pluvieuses et les terrains gras lui sont encore plus contraires, parce qu'alors la plante se développe plus largement et porte des têtes trop volumineuses, de couleur verdâtre ou noirâtre et à pointes molles et sans élasticité, défauts qui la font rejeter dans le commerce. Nous voyons que la cardère réussit sur les limons, dans des terres argileuses, graveleuses, pierreuses, pourvu que le fond ne soit pas humide. Olivier de Serres[1] voulait pour elle des terres assez fertiles, Yvart[2] celles de la meilleure qualité; De Candolle[3] nous dit qu'à Vervins on ne la cultive que dans les meilleures terres d'alluvion; les uns et les autres conseillent de fumer avant de la semer. Mais il ne s'agit pas ici d'obtenir des produits bien développés; dès qu'ils dépassent les proportions voulues, ils sont sans valeur. Cette culture a pour but d'obtenir des produits égaux et médiocres sous le rapport de la grosseur, de les obtenir pourvus d'une dureté suffisante, et ils ne sont tels

(1) Liv. VI, chap. 29.
(2) *Assolements*, page 353, édit. in-4°.
(3) *Mémoire de la Société d'agriculture de la Seine*, t. XIV, p. 279.

que sur le terrain sec, ayant une fertilité peu avancée, sans être épuisé. L'expérience de ce qui se passe autour de nous, sur le principal siége de la culture (Saint-Remy, Bouches-du-Rhône), nous prouve qu'elle réussit principalement dans les sols légers, profonds et ayant peu de fertilité. Les terrains riches donnent des têtes plus abondantes, mais moins fines et moins recherchées; s'ils sont trop riches, tous les soins ne peuvent pas toujours prévenir la formation des grosses têtes qui sont mises au rebut. Quand ils sont humides et gras ou que la saison est trop pluvieuse, la plante devient blanche et les feuilles se dessèchent; cette maladie est due à la présence d'un cryptogame parasite; un autre parasite du genre des orobanches s'établit aussi sur la racine et fait périr la plante. Elle est exposée aux ravages de certaines larves qui rongent le cœur de la rosette des feuilles radicales; d'autres attaquent la partie supérieure de la tige, mais on n'a encore aucune notion sur l'espèce et les noms de ces ennemis. Les mulots rongent les racines de la plante et causent parfois d'assez grands dégâts.

La cardère est très épuisante et produit une quantité de tiges élevées et beaucoup de semences; elle absorbe par ses vigoureuses racines la plus grande partie des vieux engrais qui restent en terre. Nous n'avons pas encore le dosage des différentes parties de la cardère, mais en jugeant par l'état du sol où on la cultive avant et après la récolte, nous estimons sa consommation d'engrais, pour une production de 500 kilogr. de têtes, à 33 kilogr. d'azote ou 8250 de fumier animal.

On sème les plantes en automne après les céréales ou au printemps.

La cardère doit toujours être semée en lignes pour la commodité de la culture. Les lignes doivent être espacées de $0^m,40$ dans les bons terrains et de $0^m,50$ dans les mauvais. On sème sous raies ou au semoir. Pour espacer à $0^m,40$, on sème trois

lignes en blé, à $0^m,10$ de distance, et la quatrième en chardons; si l'on veut espacer à $0^m,50$, on sème quatre lignes en blé et la cinquième en chardons. D'autres fois, on sème le blé à la volée, ensuite on enraie, et on sème le chardon en lignes espacées comme il vient d'être dit.

La graine de chardon doit être peu enterrée; aussi faut-il faire un labour très superficiel, et souvent on se sert seulement d'un sillonneur à bras pour le tracer. Une femme ou un enfant suivent l'instrument et jettent la semence dans la raie; puis, si le sol est meuble, ils enterrent la semence en revenant sur leurs pas, soit avec un râteau, soit avec le pied ou avec une petite masse, si la terre n'est pas bien ameublie.

La cardère semée avec le blé reste faible jusqu'à la moisson; alors on lui donne un premier binage, puis en octobre un second, et alors on l'éclaircit d'abord avec l'angle de la houe, et ensuite avec la main, de manière que les plantes soient espacées dans les lignes de $0^m,25$ à $0^m,30$. On les butte, et dès lors la culture d'automne rentre dans celle de printemps.

Semée en automne, la cardère n'occupe seule le terrain que pendant un an, de la moisson du blé à celle des capitules, tandis qu'elle l'occupe dix-huit mois quand on sème au printemps. Cette association de la cardère au blé ne doit avoir lieu que dans les terres riches, où l'une et l'autre trouvent abondamment leur subsistance. Ces terres d'ailleurs paient une forte rente, et on ne doit pas chercher à y prolonger la végétation improductive. Mais dans les terres peu fertiles on priverait les cardères d'une trop forte part de nourriture si on les associait aux céréales; elles seraient très faibles après la moisson et ne fourniraient, l'année suivante, que des têtes chétives, ou même ne les produiraient qu'à la troisième année.

En Provence, la plus grande partie des cardères sont cultivées sur des terres de qualité inférieure. Là elles donnent les plus beaux produits. On les sème habituellement au prin-

temps sur un terrain préparé pendant l'hiver par un labour.

Le semis se fait comme nous l'avons indiqué plus haut. Le premier binage a lieu aussitôt que les graines ont levé. On le renouvelle quand les plantes ont pris de la force et qu'elles sont bien distinctes entre elles ; alors on éclaircit. On repique en septembre les places vides. Les plants repiqués réussissent très bien et se font remarquer par leur bonne venue qui semble indiquer que le repiquage, s'il n'était pas trop coûteux, et qu'à défaut de pluie, on eût de l'eau pour l'arroser, serait la vraie méthode de culture des cardères. Comme la plantation n'aurait lieu qu'après la récolte de blé et que les plantes en pépinière tiennent peu de place, elles n'occuperaient le terrain qu'une année seulement, et il n'y aurait pas de temps perdu pour la rente. Les cardères transplantées seraient infiniment plus belles que celles qui auraient crû dans le blé, si l'on en juge par le petit nombre de plantes repiquées qui se font remarquer dans les champs. Avant l'arrivée des gelées, on donne la troisième façon aux cardères; celle-ci consiste dans un buttage qui préserve la plante du froid.

L'écimage de la tige s'exécute toujours la seconde année, en pinçant, aussitôt qu'elle paraît, la tête qui vient à l'extrémité de la tige. Cette tête devance toutes les autres, acquiert une grosseur bien supérieure à la leur et à celle qui est recherchée par les fabricants; elle attire à son profit la séve toujours disposée à s'élever dans la direction verticale. Cette suppression favorise la formation des rameaux latéraux et de leurs têtes. Dans les terrains fertiles, où la seconde et la troisième tête même paraissent devancer les autres, soit quant au temps, soit quant à la vigueur de leur développement, on les retranche encore; on a même vu opérer le faucbage à mi-tige dans des terrains trop riches et qui, par la précocité de la floraison, par l'exubérance de leurs organes, annonçaient des productions volumineuses. Après cette opération il naissait un grand

nombre de rameaux qui portaient des têtes mieux proportionnées et plus égales. Cette opération, qui retarde la maturité, ne peut être opérée que dans des pays où le climat promet une durée de chaleur capable de mûrir la récolte. En général, on se borne à la suppression de la première tête et même, dans le cas où elle se montrerait très tard, on la conserverait, jugeant que les têtes inférieures mûriraient mal et en petite quantité. Si, pendant la durée de la végétation, on s'aperçoit que quelques têtes se flétrissent sur la tige, on les retranche aussitôt. Cela arrive quand elles ont été attaquées par les larves d'insectes. On supprime de même toutes les têtes qui deviennent trop grosses, ou qui restent trop petites; celles dont les bractées restent droites et ne sont pas recourbées en hameçon; celles qui deviennent difformes, qui noircissent, qui croissent sur un pédoncule trop court. Les pieds atteints de blanc et de pourriture doivent être immédiatement enlevés. On doit faire la guerre aux mulots dès que leur présence se manifeste. Dans nos provinces du midi, on paie aux taupiers en ce moment 30 c. par douzaine de rats et 25 c. par chaque taupe.

La maturité absolue de la cardère est arrivée quand les graines se détachent d'elles-mêmes; mais il ne faut pas attendre cette époque, et on doit couper les têtes dès qu'elles commencent à devenir roussâtres. Une pluie, un brouillard qui tomberaient quand elles sont déjà sèches altéreraient leur couleur, les norciraient

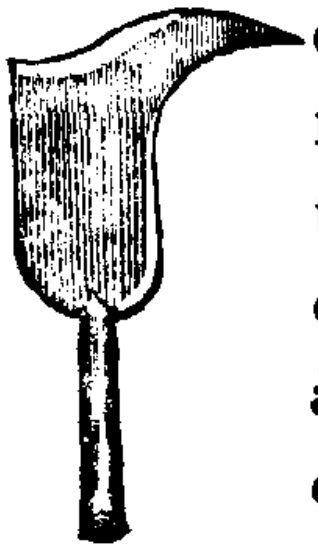


fig. 1

et leur feraient perdre ainsi la belle apparence que recherchent les marchands. On les détache de leur tige par un coup sec d'une serpe (*figure* 1), en laissant au pédoncule une longueur de $0^m,14$ à $0^m,15$, nécessaire pour fixer le chardon aux cadres des cardes de la fabrique. L'ouvrier dépose les tiges coupées dans un panier qu'il porte pendu à son cou; quand il est plein, il va le vider sur un linceul

placé au bout du champ. Ce linceul est ensuite noué par ses bouts et porté sur l'aire, ou dans des greniers ou hangars pour achever la dessiccation de la récolte. On y répand les chardons en couches peu épaisses, et on les retourne une fois par jour avec des fourches de bois, en ayant soin d'éviter les mouvements violents qui pourraient briser les arêtes. Au bout de deux ou trois jours, les têtes étant sèches, on les empile en les superposant les uns aux autres, la queue en dedans, de manière à former un tas qui, sous la forme d'un hérisson, ne permet pas l'approche des rats.

Pendant la récolte, on met au rebut les têtes mal conformées, trop grosses ou trop petites, celles qui manquent de pédoncule, et on enlève les débris des fleurs desséchées qui pourraient encore adhérer à leurs réceptacles, et dont l'hygroscopicité occasionnerait des taches et des moisissures. Ce triage est répété dans la mise des têtes en tas.

Pour avoir toute leur valeur, les têtes doivent avoir au moins $0^m,30$ de longueur et ne pas excéder $0^m,70$; on exige qu'elles soient cylindriques, que leurs épines soient recourbées et élastiques ; enfin leur couleur doit être d'un beau roux sans aucune teinte de noir.

Le choix du local où l'on emmagasine la récolte est très important ; s'il est humide, elle risque de se détériorer ; s'il est exposé au vent et trop sec, elle perd considérablement de son poids.

Les récoltes de cardères donnent de 500 à 1000 kilogr. de têtes sèches par hectare, selon la qualité du terrain. Leur prix moyen varie de 80 à 120 fr. les 100 kilogr. Comme les expéditions se font à la fois pour alimenter les fabriques, il n'y a qu'un moment pour la vente et il ne faut pas s'exposer à le manquer. Dans les pays où le commerce n'est pas habitué à aller chercher ce produit et dans ceux qui sont éloignés des fabriques de draps, où l'on ne peut trouver un débouché direct,

il ne faut pas tenter une culture dont les produits resteraient invendus.

La graine sert de nourriture à la volaille ; on l'enfouit aussi au pied des arbres comme engrais. Les tiges servent à chauffer le four, mais il faut s'en servir avec précaution dans le foyer, à cause de leur pétillement continuel. On en fait aussi des clôtures temporaires en les dressant et les plantant au bord des champs.

Voici le compte de revient de cette culture :

Labour de 0^m,20 de profondeur	118 k. de blé.
Hersage et roulage.	12
Semis, 1 journée d'homme, 3 de femme	15
Graine pour mémoire	»
Binage à la main, 22 journées	131
Buttage à la main	131
Binage au printemps.	131
Récolte et soins	29
Engrais, 33 kil. d'azote	221
Rente de la terre.	327
	1115

La récolte étant de 500 kil. de têtes, les 100 kil. reviennent à 223 kil. de blé (60 fr. 21 c., le blé étant à 27 fr. les 100 kil.).

CHAPITRE IV.

Artichaut.

Voici encore une plante que le progrès de la richesse des villes a poussé des jardins dans les champs. On donne aujourd'hui une telle extension à sa culture dans tous les lieux voisins de débouchés, que le temps n'est pas loin où ses bénéfices se nivelleront avec ceux des autres produits champêtres, mais elle offre encore aujourd'hui de notables bénéfices à ceux qui s'en sont emparés.

On consomme le réceptacle et les onglets de l'involucre de

cette plante à l'état frais. On fait aussi sécher le réceptacle comme provision d'hiver. On cultive plusieurs variétés de cette plante.

1° Le gros vert à capitule très gros et très élargi; il y en a qui ont jusqu'à $0^m,14$ à $0^m,15$ de diamètre; les paillettes de son réceptacle (le foin) sont très nombreuses, fortes et longues; le réceptacle est charnu; les folioles de l'involucre, écartées. Sa chair est plus grossière que celle des autres variétés. C'est cependant la plus commune de toutes dans le nord, à cause de sa rusticité qui lui fait supporter les froids de l'hiver, de sa grosseur et de la quantité de substance nutritive qu'elle présente.

2° Le gros camus de Bretagne; tête large, aplatie, folioles de l'involucre resserrées. Cette variété est très cultivée en Bretagne (à Roscoff surtout), d'où, grâce au climat de cette presqu'île, on en approvisionne de bonne heure les marchés de Paris et les ports de l'Angleterre. Le gros camus acquiert aussi de fortes dimensions, mais il est plus sensible au froid que le gros vert.

3° Le gros camus violet; les folioles de l'involucre sont resserrées, violettes à leur extrémité supérieure et terminées par une pointe. Cette variété parvient aussi à de grandes dimensions, mais moindres que celles des variétés précédentes.

4° Le rouge fin. Cette variété a une tête peu volumineuse; sa chair très délicate, presque sans foin à l'intérieur, peut se manger d'un seul morceau sans qu'on en détache les involucres quand elle est jeune, tant elle est tendre et fine. C'est presque la seule qui soit cultivée dans le midi, à cause de sa propriété de produire toute l'année, tandis que les variétés précédentes n'ont qu'une seule récolte qui dure à peine vingt jours. Mais le rouge fin est plus sensible au froid, ce qui l'éloigne des cultures du nord.

Dans la grande culture on propage l'artichaut par œilletons qu'on détache en grand nombre de la mère-plante. Pour se

les procurer, on fouille au pied de la plante, et on saisit le rejet par sa base en tirant de bas en haut. Quand on peut disposer de l'irrigation, on baigne le pied de la plante, et on enlève les œilletons sans fouiller autour des racines. En tout cas, on choisit pour la plantation ceux qui sont le mieux enracinés; les autres sont jetés au fumier s'ils ne peuvent être vendus, ce qui n'arrive que dans les pays où l'artichaut est exposé à périr de froid en hiver. Dans certaines années, le prix des œilletons s'est élevé jusqu'à 40 et 50 fr. le mille.

Les plantations se font au mois d'avril ou au mois d'octobre. Ces dernières sont les meilleures, parce que le plant commence à porter au printemps suivant. D'ailleurs on n'a pas besoin d'arroser pour assurer les reprises, comme cela est nécessaire pour les plantations faites au printemps; avantage précieux dans le midi. On peut reprocher cependant aux plantations d'automne les vides que causent les gelées de l'hiver, et on allègue en faveur de celles de printemps que les plantes sont plus fortes et plus productives l'année suivante.

Le terrain doit avoir été préparé par un labour de $0^m,25$ de profondeur, au moins; on doit lui donner un engrais dosant 192 kilogr. d'azote (48000 kilogr. de fumier de ferme ou son équivalent), sur des terres qui ont déjà en réserve une dose pareille de fertilité. La *Maison rustique du XIX^e siècle*, qui contient une excellente notice sur la culture des artichauts[1], conseille de planter les artichauts, dans le nord, à la distance de $0^m,80$ en tous sens (15625 plants par hectare). On les plante généralement à 1 mètre dans un sens et à $0^m,50$ dans l'autre (20000 plants par hectare), ou à 1 mètre en tous sens (10000 plants).

Dans le midi, on donne $1^m,30$ de largeur aux allées et $0^m,65$ d'un plant à l'autre (11905 plants par hectare); on sème souvent des melons dans les intervalles.

(1) T. V, p. 212 et suiv.

Immédiatement après la plantation, on arrose fortement, soit avec l'arrosoir, soit en conduisant l'irrigation au pied des plantes pour assurer leur reprise, et on continue à maintenir la terre fraîche, jusqu'à ce que la pousse de nouvelles feuilles annonce que le plant s'est enraciné.

Pendant la végétation, le terrain doit être entretenu dans un état de fraîcheur sans humidité. Dans le nord aussi bien que dans le midi, on ne peut répondre d'une bonne récolte si la plante souffre de la sécheresse. En Provence on arrose par infiltration tous les huit jours. On bine la terre toutes les fois que les herbes adventives le rendent nécessaire.

La récolte des artichauts est successive. Pour les grandes espèces, elle a lieu dans deux saisons, au printemps et en automne. Quand une tête terminale a été formée, on coupe la tige qui la portait ras de terre. Les têtes latérales qui n'étaient pas encore complétement développées se vendent pour être mangées à la poivrade. Dans l'artichaut fin, on cueille les têtes de bonne heure et à mesure qu'elles se forment; la tête terminale est toujours la plus précoce et la mieux formée.

Au moment le plus fort de la production, on détache les têtes trop avancées et prêtes à fleurir dont on fait sécher les réceptacles pour en faire la provision d'hiver.

A l'approche des froids on coupe la tige et on la rentre garnie de ses têtes qui se conservent fraîches assez longtemps; on rabat les feuilles près de terre, à l'exception de celles du centre; on butte fortement la touffe pour que les gelées ne pénètrent pas jusqu'aux racines. Dans le nord, on couvre le cœur de feuilles et de paille chaque fois que le temps se radoucit, et on les enlève pour donner accès à l'air et empêcher la plante de pourrir.

On enlève chaque année les œilletons superflus, à l'époque où les feuilles ont poussé de $0^{m},20$ à $0^{m},30$. On laisse chaque plant sur une ou deux tiges seulement.

La durée d'une plantation d'artichauts est de quatre à cinq ans, mais à la troisième année il faut la fumer de nouveau; on peut prolonger sa durée par de nouvelles fumures; nous en avons vu qui avaient une durée indéfinie.

La valeur réelle de l'artichaut peut s'établir par le compte suivant :

DÉPENSES DE PLANTATION.

Labour à 0m,25 de profondeur.	144 k. de blé.
Enlèvement de12,000 plants et transplantation.	23
Trois binages à la main	274
Buttage.	91
192 kil. d'azote.	1286
	1818

DÉPENSES ANNUELLES.

Un tiers des frais de plantation	606
Trois binages à la main	274
Buttage	91
Récolte.	40
Rente et frais généraux	327
Irrigation	200
	1538
Dépenses totales pour trois ans.	4614 kil. de blé.

PRODUIT.

7 artichauts par pied, et par 12000 plants 84000 artichauts qui reviennent à $\frac{4614}{840} = 5^{k},49$ de blé le 100 ($1^{f},48$).

Ils sont vendus dans le midi à 5 fr. le cent ou quatre fois leur valeur réelle. Vendus en gros, ces artichauts ont été payés 4200 fr.; en retranchant de cette somme 1246 fr. pour les frais, le revenu de l'hectare est de 2954 fr.

A Paris, selon la *Maison rustique*, les artichauts exigent pendant trois ans un total de frais de 3,930 fr.; les 15000 pieds d'artichaut que contient l'hectare produisent chacun une grosse tête, deux moyennes, et trois ou quatre petites. Le prix des grosses est de 20 à 30 c.; celui des moyennes, de 5 à 10 c.; les pa-

quets de petits artichauts de 10 à 15 c. Le produit moyen de chaque pied est de 30 c. qui portent le produit d'un hectare à 4500 fr. Comme il faut diminuer 800 fr. pour la première année à cause des pieds qui ne montent pas, le produit brut de trois années est de 12700 fr., et le produit net de 8770 fr., et par an 2933 fr. Des hectares bien soignés peuvent donner 18000 fr. de produit brut dans l'année.

CHAPITRE V.

Houblon.

Les cônes du houblon contiennent à la base de leurs écailles une substance pulvérulente, jaune, qui fournit des matières extractives qui entrent dans la composition de la bière, lui donnent son bouquet et contribuent à sa conservation. Les progrès de la consommation de cette boisson doivent aussi provoquer l'extension de la culture du houblon qui a été d'autant plus avantageuse jusqu'à ce jour, qu'elle était cantonnée dans des districts assez circonscrits, que ses produits ont toujours été inférieurs à la demande, et qu'ainsi elle a encore une valeur commerciale supérieure à sa valeur réelle. Depuis peu d'années elle tend à gagner du terrain en France, où nous l'avons trouvée récemment dans une foule de lieux où naguère on ne la connaissait pas. Des brasseries s'élèvent de toutes parts, et il est rare que leur fondation ne soit pas accompagnée de quelques tentatives de culture de houblon.

La substance jaune dont nous parlions a offert, à Yves, 36 parties de résine, 12 de cire, 11 de matière amère soluble dans l'alcool et 46 de résine insoluble. Mais on ne peut la regarder comme identique dans tous les lieux où le houblon est cultivé, et les analyses de MM. Payen et Chevalier ont montré que le prix qu'on paie du houblon est en raison inverse de la quantité de matière jaune qu'il contient, et que celui de Spalt en

Bavière, par exemple, considéré comme de première qualité, ne contient que 8 p. 100 de cette substance et se paie 150 fr., tandis que les houblons de Louvain, qui en contiennent 11 p. 100, ceux du centre de la France qui en renferment 16 p. 100, et ceux de Belgique (Poperingue) 18 p. 100, ne se paient que 50 à 60 fr.; de sorte que les bons houblons allemands entrent encore en France malgré les droits exorbitants de 60 fr. pour 100 kilogr. Il est donc évident que la partie aromatique n'est pas en proportion avec la quantité totale de matière jaune, et jusqu'à présent on n'a pas plus indiqué un moyen de déterminer cet arôme, qu'un procédé sûr pour estimer le bouquet du vin. On se borne à apprécier l'arôme en froissant les cônes dans les mains, observant la quantité de matière jaune et l'intensité de l'odeur répandue par son huile essentielle.

On pourrait en déterminer la quantité en faisant passer dans l'eau la vapeur produite par la distillation; elle se déposerait en grande partie à la surface, mais en partie aussi se mêlerait à l'eau et lui communiquerait l'odeur et le goût qui lui est propre. Cette huile finit par se concréter au contact de l'atmosphère, et alors elle n'est plus soluble dans l'eau et ne peut plus servir dans la fabrication de la bière. Aussi le houblon devient-il de moins en moins bon à mesure qu'il vieillit et que cette transformation s'opère. Une des principales fraudes du commerce consiste à vendre des houblons vieux pour des nouveaux. On retarde la concrétion de l'huile essentielle par tous les moyens qui peuvent la soustraire au contact de l'oxygène de l'air, et en particulier par une forte pression opérée par la presse hydraulique, qui l'agglomère en une masse compacte.

On connaît un très grand nombre de variétés de houblon qui se distinguent en deux coupes principales, d'après la précocité ou le retard de leur maturité. Les meilleures sont parmi les tardives : d'abord celle dont les tiges sont d'un rouge assez foncé, à cônes allongés et rougeâtres; ses cônes sont isolés ou sont réunis

en grappes ou bouquets; la variété de Spalt précoce, à tige verte, à cônes blancs, est aussi recherchée par les brasseurs.

En examinant de près les diverses plantations, on trouve que le nombre de ces variétés est si considérable qu'il serait très difficile de les décrire. Il faut s'attacher dans le choix des variétés à ces caractères principaux : époque de la maturité selon le climat qu'on habite, abondance et longueur des cônes, odeur forte et pénétrante.

Nous devons à M. Nerbit l'analyse des principes minéraux que renferme le houblon [1]. Les fleurs desséchées donnent 9,87 p. 100 de cendres, les feuilles 13,6, les tiges 3,74. Voici ses résultats réduits relativement à ces proportions.

	100 de cônes.	100 de feuilles.	100 de tiges.
Matières combustibles. . .	90,130	86,400	96,260
Acide sulfurique.	0,534	0,685	0,129
— phosphorique	0,967	0,329	0,254
Chlorure de sodium	0,715	1,290	0,241
— de potassium. . .	0,165	»	0,360
Chaux.	1,577	6,755	1,449
Magnésie	0,534	0,325	0,153
Potasse	2,485	2,033	0,967
Soude	»	0,053	»
Phosphate de fer.	0,735	0,477	0,015
Silice	2,122	1,651	0,227

D'après le docteur Crantz [2], une récolte de 800 kilogr. de cônes est accompagnée de 5900 kilogr. de feuilles et tiges séchées à l'état normal et égales en valeur au meilleur foin; c'est 737 kilogr. de feuilles et tiges par 100 kilogr. de cônes. Les feuilles et les tiges pèsent à l'état frais comme dans l'état sec normal dans le rapport de 61 à 73; mais les cônes retiennent encore alors 0,10 d'eau, les feuilles 0,14 et les tiges 0,12. Ainsi 100 de cônes à l'état normal sont accompagnés de 335 kilogr. de feuilles et de 402 kilogr. de tiges; et 100 de cônes à l'état sec sont accompagnés de 259 kilogr. de feuilles

(1) *Bulletin de la Société royale et centrale d'agricult.*, t. V, p. 543.
(2) Burger, p. 251.

et de 354 kilogr. de tiges aussi à l'état sec ; et la composition d'une récolte de 100 kilogr. de cônes secs sera la suivante :

	100 de cônes.	259 de feuill.	354 de tiges.	Totaux.
Acide sulfurique.	0,534	1,774	0,456	2,764
— phosphorique	0,967	0,843	0,899	2,709
Chlorure de sodium	0,715	3,341	0,853	4,909
— de potassium. . .	0,165	»	0,127	0,292
Chaux	1.577	17,495	5,129	24,201
Magnésie.	0,534	0,832	0,541	1,907
Potasse.	2,485	5,264	3,423	11,172
Soude	»	0,137	»	0,137
Phosphate de fer	0,735	1,235	0,053	2,023
Silice.	2,122	4,276	0,803	7,201

D'après l'analyse de M. Payen,

	A l'état sec.	A l'état normal.
100 kil. de cônes contiennent .	9k80 d'azote.	8k82 d'azote.
100 kil. de feuilles	1,51	1,30
100 kil. de tiges	0,70	0,61

Ainsi une récolte de

100 kil. de cônes à l'état normal absorbera.	8k,82 d'azote.
335 kil. de feuilles.	4,35
402 kil. de tiges	2,45
	15,62

Cette récolte prend au sol :

Potasse.	Cônes	2,236	11,513
	Feuilles	5,856	
	Tiges	3,421	
Acide sulfurique. . .	Cônes	0,480	2,907
	Feuilles	1,973	
	Tiges	0,454	
Acide phosphorique.	Cônes	0,867	2,711
	Feuilles	0,948	
	Tiges	0,896	

Supposons une récolte de 800 kil. de cônes, nous avons pour la consommation :

Azote	124k96	Acide sulfurique. . .	23k256
Potasse	92,114	— phosphorique.	21,688

Si nous nous servons pour engrais du fumier d'écurie analysé par M. Boussingault [1], nous trouvons que les 124k,96

(1) Tome I, p. 599, de la 2e édit. de ce Cours.

d'azote résultent de 31490 k. de ce fumier, qui renferme aussi :

Potasse et soude	164 kil.
Acide sulfurique	40
— phosphorique	63

c'est-à-dire une quantité excédant les besoins de la plante quant à ce qui concerne les principes minéraux qui doivent entrer dans sa composition.

Comme les tiges et les feuilles restent sur le terrain, on voit que la consommation réelle d'azote est bien moins considérable, et qu'elle se borne pour une récolte de 800 kilogr. à $70^{k},56$, résultant de 17625 kilogr. de fumier de ferme pour une seconde récolte, une fois la houblonnière mise en train.

La récolte maximum obtenue de houblon est de 3390 kilogr. de cônes. La houblonnière doit être fumée au début avec un engrais contenant $516^{k},52$ d'azote; quelque forte que soit cette quantité, on va voir qu'il ne sera que trop facile de l'entretenir en tenant compte de l'irrégularité des récoltes.

Ainsi les 13 années de récoltes de M. de Dombasle ont présenté les résultats suivants :

	Récolte en cônes.	Azote consommé.	Azote laissé par les feuilles et tiges.	Reste à fournir en fumier neuf.
1re année	$9^{k}0$	1,40	0,61	0,79
2e.	608,0	94,96	41,34	53,62
3e.	1014,5	159,09	69,25	89,84
4e.	1685,5	263,27	114,61	148,66
5e.	1068,0	166,82	72,62	94,20
6e.	696,0	108,71	47,15	61,56
7e.	96,5	15,07	6,56	8,51
8e.	1120,0	174,72	76,16	98,56
9e.	1629,5	854,33	110,81	143,52
10e.	84,5	13,20	5,75	7,45
11e.	930,5	145,34	63,27	82,07
12e.	1800,5	281,24	119,23	162,01
13e.	773,0	120,74	52,56	68,18
	11519,5	1798,89	779,92	1018,97
Moyenne des années.	886			78,30

Dans son exploitation de Roville, M. Mathieu de Dombasle fumait chaque année avec 600 kilogr. de chiffons dosant $58^{k},8$ d'azote et une certaine quantité de tourteau qui devait faire le complément des 78 kilogr., la terre, toujours choisie parmi les plus fertiles, étant supposée contenir 150 kilogr. d'azote (terre susceptible de produire 21 hectolitres de blé).

Le houblon faisant une très grande consommation d'eau par l'évaporation, quoique l'humidité stagnante à son pied soit très préjudiciable à sa réussite, doit être établi sur une culture profonde.

On s'accorde à donner au labour une profondeur de $0^{m},65$; c'est-à-dire que c'est un véritable effondrement qui doit être fait par tranchées successives, ainsi que nous l'avons indiqué avec détail en traitant des cultures, quand la nature ferme du sol et le peu de profondeur des cultures qui ont précédé n'annonçent pas un grand ameublissement du fond de la terre [1]. On soulève ainsi dans un hectare 6500 mètres cubes de terre, travail qui coûtera 2470 kilogr. de froment. Il faut avoir soin d'exécuter ce travail de bonne heure, avant l'hiver si l'on plante au printemps, et au printemps ou en été si la plantation doit être faite en automne.

En Flandre, on défonce à la profondeur de deux fers de bêche ($0^{m},45$ à $0^{m},48$); ce travail coûte 1546 kil. de blé.

Nous résumant, la culture préparatoire doit être réglée par l'état du sol à $0^{m},65$ de profondeur, et exécutée de manière à procurer à la plante un cube ameubli de cette épaisseur. On établit sans doute des houblonnières avec moins de frais; par exemple, d'après le compte rapporté par Arthur Young [2], la préparation du terrain n'avait coûté que 171 kilogrammes de blé, ce qui ne représente qu'un labour exécuté à $0^{m},30$ de profondeur.

(1) *Voir* tome III, p. 337.
(2) *Voyage au midi*, t. I, p. 378.

Les Flamands déposent le fumier en deux temps. Ils commencent à répandre un engrais équivalent à 70 kilogr. d'azote (28000 kilogr. de fumier de ferme) qu'on enterre par un labour ; on dispose ensuite d'une seconde partie de l'engrais pour remplir les fosses où l'on plante le houblon. Mais la pleine fumure n'est pas donnée dès la première année, et on conçoit qu'on ne l'applique qu'à la seconde, si l'on n'emploie pas des fumiers préparés par les sulfates, de crainte d'une forte déperdition de gaz, surtout dans les terres qui contiennent peu d'argile ou de terreau. Mais nous n'hésiterions pas à appliquer la totalité de l'engrais préparé dès la première année, nous en enterrerions la moitié ($208^{k},70$ d'azote) par un labour de $0^{m},25$, et l'autre moitié par un labour de $0^{m},10$ de profondeur; nous dispensant alors d'en placer dans les trous de houblon.

Pour planter la houblonnière on se sert de jets radicaux qu'on retranche chaque année du pied des houblons ou de plants enracinés. Nous croyons cette seconde méthode la plus parfaite et la plus économique, quoiqu'on suive généralement la première.

Pour planter les jets radicaux, quand on fait la taille du houblon à la fin de l'hiver, on choisit parmi les jets latéraux qu'on retranche ceux qui ont une racine forte et longue de $0^{m},16$ à $0^{m},20$ et pourvue de nombreuses radicules. On enraye la terre par des sillons légers qui se croisent de $1^{m},65$ à 2 mètres de distance les uns des autres. A chaque point d'intersection de ces sillons, on creuse une fosse de $0^{m},60$ de côté sur $0^{m},40$ de profondeur. Les sillons sont dirigés du sud au nord et du levant au couchant. Quand on ne fume pas en plein la première année, on remplit ces fosses de fumier jusqu'au niveau du sol, puis on le piétine, on le recouvre de terre, et on place dans chaque fosse de 1 à 5 pieds de houblon qu'on recouvre de $0^{m},05$ de terre, ce qui constitue un petit monti-

cule, et grâce à ce procédé, le plant de houblon se trouve garanti de l'humidité.

Dans la culture en usage dans certaines localités du département des Vosges, on ne met jamais qu'un seul plant de houblon, et Mathieu de Dombasle pense qu'on obtient ainsi une récolte égale à celle qu'on pourrait espérer d'un plus grand nombre de sujets.

La seconde méthode de plantation, celle par plants enracinés, est la seule qu'on doive suivre sur des terres riches et à loyer élevé, quand on veut obtenir le maximum de produit dans le temps le plus court possible. Pour avoir les plants, on place en pépinière dans une terre bien préparée les jets radicaux retranchés au printemps ; on les plante à $0^m,30$ de distance les uns des autres, ils s'enracinent et sont prêts à être mis en terre en automne. Une pépinière d'un are donnera 3333 plants, c'est-à-dire plus qu'il n'en faut pour planter un hectare. Le terrain à planter étant fumé complétement, enrayé, et les fosses creusées à 2 mètres de distance, on place en octobre un plant enraciné par fosse, qui donnera une pleine récolte l'année suivante après avoir occupé la terre un an. Le plant non enraciné, planté au printemps, ne produit qu'en automne de l'année suivante, après avoir occupé la terre dix-huit mois ; il faut ajouter qu'il est moins vigoureux, que la reprise est moins assurée et qu'il y a des remplacements à faire dans la saison.

Le houblon est une plante grimpante qui dans l'état de nature s'élève fort haut et jusqu'à la cime des arbres. Dans l'état de culture, elle exige qu'on lui fournisse des tuteurs qui la soutiennent et l'empêchent de ramper sur le sol. Il faut qu'elle puisse s'étendre et se développer à l'air et à la lumière ; quand elle ne peut pas monter et qu'elle trouve des appuis horizontaux, elle file dans cette direction et n'en produit quelquefois que plus de cônes. C'est ce que nous observons chaque jour sur

le houblon sauvage de nos haies, où les tiges pendantes et horizontales sont les plus chargées, et ce qui est conforme à ce qui se passe chez les autres végétaux dont les branches verticales portent le moins de fruits.

Généralement on fait grimper le houblon la première année en lui fournissant des perches de $1^{m},60$ à 2 mètres de hauteur. La seconde année, on plante auprès de chaque houblon des perches de 5 à 7 mètres qu'on fixe en terre au moyen d'un trou profond, creusé avec un pal de fer enfoncé à la masse jusqu'à $0^{m},70$ ou 1 mètre de profondeur. On donne trois perches pour deux plants quand le houblon pousse vigoureusement. En Lorraine, où le bois est commun, ces perches coûtaient 40 fr. le 100 à Mathieu de Dombasle ; c'était 1000 fr. par hectare, et la durée des perches étant de trois ans, on comptait $333^{f},33$ de dépense annuelle.

M. Denis [1] a pensé judicieusement qu'il était possible de remplacer la pousse verticale du houblon par sa pousse horizontale, et qu'on cultiverait à moins de frais en substituant le fil de fer au bois. La figure 2 fera comprendre son système.

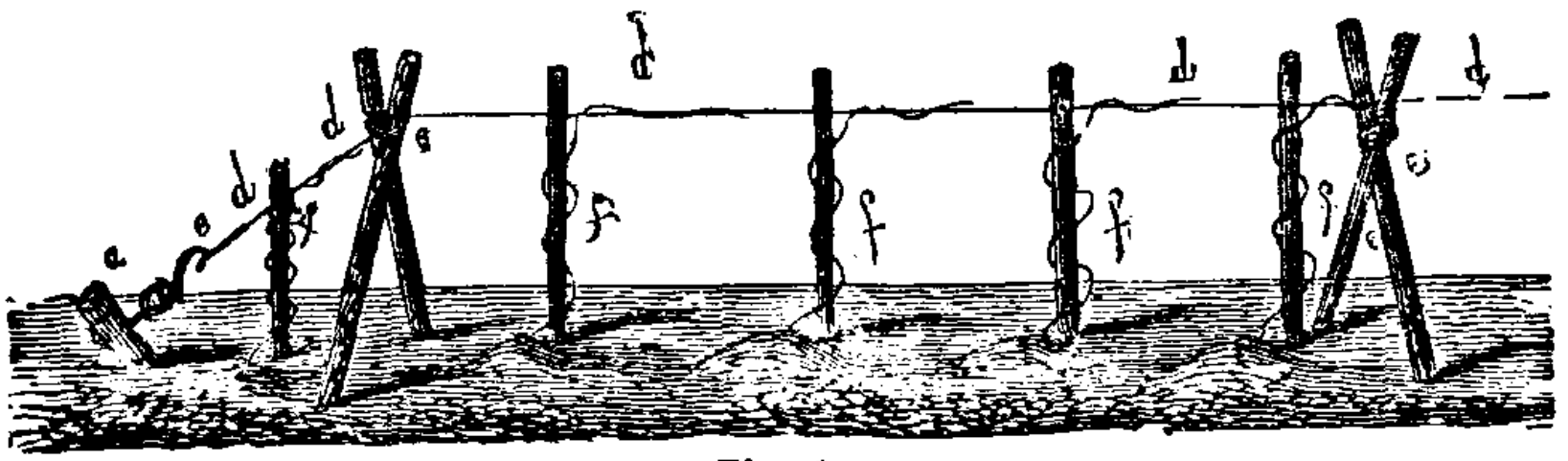


Fig. 2.

Il consiste en échalas de 2 mètres de longueur à travers lesquels on passe des fils de fer de $0^{m},011$ de circonférence. Mathieu de Dombasle estime les frais de cet appareil à 350 fr. par hectare et lui donne une durée de 10 ans ; il porte la dépense totale, y compris les pièces ferrées et la main-d'œuvre de la fin de chaque ligne, à 100 fr. par hectare et par an. Sa récolte a

(1) *Notice sur la culture du houblon*, Toul, 1828.

été aussi forte dans la partie soutenue par des fils de fer que dans celle qui n'avait que des perches.

C'est donc au printemps de la seconde année qu'on place les perches ou les fils de fer; les plantes, en poussant, s'en emparent et s'y enroulent ; mais il faut avoir soin de redresser celles qui prendraient une fausse direction, en se rappelant que leur mode d'évolution est de droite à gauche, que l'extrémité de la tige est très cassante, et qu'il faut faire cette opération avec délicatesse.

La fumure de chaque année se fait à la fin de l'hiver, lors de la première culture qui a lieu à la bêche ; on bine ensuite quand les herbes adventives le rendent nécessaire et on butte le pied des houblons pour y maintenir la fraîcheur. On arrose par imbibition ou bien on dirige l'eau dans des fosses ouvertes au pied de chaque butte, si le climat et la saison rendent cette opération nécessaire. Dans les pays du nord, quand la plante a acquis 4 mètres d'élévation, pour que la chaleur parvienne mieux à la surface de la terre, on effeuille la partie inférieure de la tige jusqu'à 2 mètres de hauteur. Dans les pays chauds on augmenterait par là l'évaporation du sol et sa sécheresse.

La variété hâtive des houblons mûrit après avoir reçu 1318° de chaleur totale; c'est vers le 31 août dans le climat de Paris; la variété tardive exige 1636°, ce qui recule sa récolte jusque vers le 15 septembre. Cette dernière variété étant plus productive, on la préférera quand on pourra se promettre une continuité de beaux jours capables de produire cette série de degrés avant l'abaissement trop grand de la température.

On reconnaît que le houblon est mûr quand la couleur verte des cônes passe au jaune et que, sans être froissés, ils répandent une odeur forte et aromatique. Mais il ne faut pas attendre que les écailles des cônes brunissent entièrement, car alors la poussière odoriférante tomberait et se perdrait. C'est un point

assez difficile à saisir. Quand on a une grande exploitation, il faut commencer la récolte un peu avant cette maturité décidée pour pouvoir devancer à la fin l'ouverture spontanée des cônes. Aussi dans ce cas, on préfère planter une partie du terrain en houblon hâtif et l'autre en houblon tardif, pour être moins pressé pour la cueillette.

Il faut choisir un beau temps pour la récolte et ne la commencer que quand la rosée est dissipée. On coupe les tiges du houblon à $0^m,30$ de terre; un ouvrier arrache alors la perche avec une forte tenaille en fer formant levier et la dépose sur des chevalets préparés à cet effet de 3 en 3 mètres; il est aidé par les ouvrières qui en soutiennent l'extrémité. La perche étant ainsi couchée, on opère de deux manières différentes. Dans certains pays on enlève avec un instrument tranchant toutes les parties de la tige où se trouvent les fleurs, on les met dans de grandes corbeilles et on les transporte dans des ateliers, où des femmes détachent les bouquets. Ailleurs la cueillette des fleurs a lieu sur le terrain et autour des perches. Dans l'un et l'autre cas, ce travail doit être bien surveillé pour qu'on ne mêle pas de feuilles aux cônes, ce qui en diminuerait la valeur, et pour que les cônes soient enlevés un à un et non par grappes, afin que chacun d'eux ait son pédoncule. Quand on les arrache par grappes un grand nombre d'entre eux perd cet organe, et alors les écailles se détachent l'une de l'autre et il y a perte sur le produit de la récolte. Mathieu de Dombasle payait en raison inverse de l'abondance de la récolte de 5 à 7 c. et demi la main-d'œuvre nécessaire pour cueillir un panier de cônes pesant à l'état vert $1^k,72$ et donnant $0^k,50$ de houblon sec.

Quand on se sert de fils de fer au lieu de perches, on abaisse les tiges à $1^m,30$ de terre en écartant les pieds des chevalets qui supportent les fils, et la récolte se fait le long des lignes; quand un rang a été cueilli, on abat les fils de fer et

les tiges à terre, pour faciliter la circulation dans le champ.

Il ne reste plus qu'à faire sécher les cônes ; ce qui est très facile dans les pays chauds, puisqu'il suffit de les étendre sur des tables ou claies garnies de filets, en ayant soin de les remuer et de ne pas les entasser à plus de $0^m,50$ à $0^m,60$ de hauteur. Mais quand la saison de la cueillette est humide et froide, on n'obtient pas une dessiccation complète par ce moyen, et les cônes s'altèrent facilement. C'est ce qui fait préférer alors la dessiccation par le moyen du feu. On se sert pour cela de divers appareils[1]; mais nous pensons que le ventilateur à air chaud remplirait plus parfaitement et plus rapidement cet objet que tous les autres procédés. Il consiste dans un courant d'air échauffé par un calorifère à la température de 75° à 80° et mis en mouvement par un tarare. Cet appareil dessèche en un jour de 1500 à 1800 kilogr. de cocons, et pourrait dessécher une quantité supérieure de cônes. Il a été installé par M. Camille Beauvais aux Bergeries de Sénart.

Après la dessiccation, le houblon est entassé pour qu'il reprenne peu à peu sa dose d'humidité normale, et ne soit pas sujet à se briser quand il est manié. C'est alors qu'il faut l'emballer pour qu'il ne perde pas de sa qualité. Dans la pratique ordinaire les saches ont 1 mètre de longueur, on les suspend par les bords au moyen de crochets, et à mesure qu'on y verse les cônes, un ouvrier descendu dans la sache les presse avec les pieds. En Angleterre et aux États-Unis on se sert de la presse hydraulique pour réduire le houblon au moindre volume, et dans cet état il conserve plus longtemps sa qualité. Les insuccès qu'on a éprouvés en cherchant à imiter cette méthode en France viennent entièrement de la mauvaise dessiccation qui avait précédé. La fermentation s'était établie dans le houblon inégalement séché. On ne peut donc trop recommander aux cultivateurs en grand de cette plante de persévérer

(1) *Annales de Roville*, t. IX, p. 213.

dans leurs tentatives pour soumettre les cônes à l'action de la presse hydraulique.

La récolte étant terminée, on range les perches en faisceau pour passer l'hiver. Les fils de fer sont graissés et restent étendus sur le sol. Au printemps suivant on fume le terrain, on le bêche et, dès que la végétation commence à se ranimer, on procède à la taille. On creuse la terre autour de chaque pied sur un diamètre de $0^m,50$ en le déchaussant jusqu'aux grosses racines. On réserve deux ou trois jets latéraux à chaque plante et on enlève les autres en les coupant le plus près possible de la racine-mère, qu'on recouvre ensuite de terre. C'est alors que ceux qui ne veulent pas fumer en plein disposent l'engrais spécial (chiffons, tourteaux, etc.) qu'ils destinent au houblon autour de chaque plant, le recouvrant ensuite de manière à former de petits monticules. On continue ensuite la culture, comme la première année, par le placement des perches et des fils de fer, les binages, etc.

Les houblons sont attaqués par des puces de terre, dont jusqu'à présent on n'a pas trouvé le moyen de les débarrasser, mais qui disparaissent à la première pluie ; ils sont aussi sujets au miellat qu'on attribue aux brouillards secs ; la surface supérieure des feuilles se recouvre d'un vernis sucré, tandis que les pucerons se montrent à la surface inférieure. Cet accident, qui arrive à l'époque de la floraison, fait avorter les fleurs, dessèche les feuilles et détruit tout espoir d'une bonne récolte.

Voici comment on peut apprécier la valeur réelle du houblon :

FRAIS D'ÉTABLISSEMENT.

Défoncement de la terre.	2470 k. de blé.
12500 plants, à 75 c. le 100. (le blé à 12 fr. les 100 k.).	426
Plantation.	36
	2932

FRAIS ANNUELS.

Intérêts des frais d'établissement	293k20 de blé
Engrais à raison de 1600 kil. de récolte moyenne, les feuilles et les tiges restituées aux engrais de la ferme, reste 8k,8 d'azote pour 100 kil., ci 158k,4 d'azote	1261,28
Perches à raison de 1000 fr. pour trois ans. . . .	1514
Travaux pour préparer la terre, fumer, faire les trous et planter les perches	200
Travaux pour attacher le houblon.	73
Trois binages d'été.	273
Frais de récolte	1009
Séchage et ensachage..	809
Rente de la terre et frais généraux.	327
	5759,48

Les 100 kil. de houblon reviennent à $\frac{5760}{16} = 360$ kil. de blé ou 79 f. 20 c. (le blé étant à 22 fr. les 100 kil.).

Le prix moyen des houblons de Spalt a été de 171 fr. de 1796 à 1805. Mathieu de Dombasle a vendu les siens au prix moyen de 155 fr. 72 c. de 1823 à 1835. En 1844, le prix courant était de 125 fr., mais, comme pour toutes les denrées qui ne sont pas d'une consommation générale et qui sont l'objet d'un commerce spécial, on éprouve de la difficulté à vendre des houblons quand on n'est pas dans un pays de production, près des acheteurs, et qu'il faut l'expédier au loin pour être vendu par les mains des commissionnaires.

Les tiges et les feuilles, après avoir été coupées au moyen du hache-paille, sont mangées par les bestiaux. C'est encore un objet de récolte que nous n'avons pas compté, nous bornant à déduire la valeur de leur engrais de la somme totale de ceux destinés à la culture.

Si nous considérons qu'en faisant abstraction de l'engrais il y a une dépense fixe de 4499 kilogr. de blé dans cette culture, le prix moyen de 100 kilogr. de houblon étant de

$125^f = 568^k$ de froment, si nous cherchons la récolte qui couvrira les frais, nous aurons :

$$5{,}68 \times x = 4499 + x\left(\frac{8{,}8 \times 6{,}7}{100}\right)\text{; d'où } x = 883 \text{ kil. de cônes.}$$

C'est presque exactement la récolte de Mathieu de Dombasle, qui n'a pas dû être très enthousiasmé pour cette culture, parce qu'il ne cherchait pas à en élever assez haut le produit par l'abondance des engrais.

CHAPITRE VI.

Cotonnier.

L'emploi du coton s'est tellement répandu, on en a fait des tissus si variés et si économiques, qu'il est parvenu à supplanter les autres matières textiles dans une foule d'emplois. Les contrées où le cotonnier croît avec facilité se sont enrichies par sa culture. Le Brésil, les États-Unis, l'Égypte, l'Asie nous envoient d'immenses quantités de coton. L'idée de le cultiver en Europe ne manqua pas de se produire lors de nos dernières guerres maritimes ; le blocus continental avait donné un prix exagéré au coton, et l'Empereur chercha à encourager l'extension de sa culture jusqu'à l'extrême limite où ses variétés les plus précoces pourraient mûrir leurs fruits. Mais alors on trouva les obstacles qui se rencontrent toujours quand on entreprend de lutter contre le climat ; les récoltes cessèrent d'être assurées et la culture devint coûteuse. Ces essais artificiels disparurent à la paix ; c'est à peine si des droits protecteurs ont fait continuer quelques plantations dans le royaume de Naples. En effet, les grandes espèces arborescentes exigent une plus forte somme de chaleur que celle qu'elles peuvent trouver même en Égypte. Le cotonnier de Cayenne et de Fernambouc ne mûrit qu'avec

5500° de température moyenne à partir de sa germination; ce qui exige 7 mois et demi au Sénégal et en exigerait 8 dans la Basse-Égypte. L'espèce vivace qu'on cultive dans ce dernier pays (*Gossypium vitifolium*) ne mûrit encore qu'avec 4500° de chaleur moyenne, et ne pourrait réussir ni à Alger, ni en Sicile. Dans le Levant et à Malte on ne cultive que les espèces herbacées annuelles, les siams blancs et nankins (*G. herbaceum*). A la Guyane, le produit d'un hectare de terre fraîche cultivé en coton est de 225 à 350 kilogr., celui des terres hautes et sèches de 175 kilogr. Dans le royaume de Naples on récoltait de 120 à 200 kilogr.; mais les prix relatifs des cotons de la Guyane et des Napolitains étaient dans le rapport de 2 fr. 20 c. à 1 fr. 20 c. C'est jouer à chances trop inégales, puisque le rapport des deux récoltes est alors $287 \times 2{,}20 : 160 \times 1{,}20$, ou comme 631 : 192. Cette grande différence de produits vient surtout du petit nombre de capsules dont le midi de l'Italie permet d'espérer la maturité, et de ce que ces derniers cotons sont courts et produisent un fil grossier et inégal. Si l'on y ajoute les frais d'une plantation qu'il faut renouveler annuellement, comparés à ceux d'arbustes vivant plusieurs années, on comprendra comment la culture du coton doit, avec la liberté du commerce, se concentrer de plus en plus dans les pays où cette plante trouve son climat de prédilection.

Ces frais étaient de 171 fr. à Castellamare en 1811, ce qui, pour une récolte moyenne de 150 kilogr., faisait ressortir le prix à 1 fr. 13 c. le kilogr. C'était un magnifique produit alors que le prix du coton était de 12 fr.; mais aujourd'hui à 1 fr. 20 c. le kilogr. et avec le renchérissement de la main-d'œuvre on ne pourrait songer à entreprendre cette culture. Le prince de Canino fit en 1809 un grand essai de la culture du coton à Canino; il recueillit 120 kilogr. de coton par hectare, mais les frais étaient de 520 fr.; le prix de revient était

donc de 4 fr. 30 c. C'était, il est vrai, une culture de grand seigneur.

Dans les contrées chaudes, le coton est, de toutes les plantes, la plus facile à cultiver. C'est par elle que débutent les colons. Planter à poquets, sarcler, étêter quand la plante est parvenue à 2 ou 3 mètres de hauteur; la recéper tous les trois ans pour la renouveler; récolter deux fois par an quand les capsules s'entr'ouvrent; séparer la laine de ses graines au moyen de machines, et l'ensacher : voilà les opérations qu'exige cette culture. Dans les pays plus septentrionaux, semer sur un labour profond, biner et éclaircir en laissant un intervalle de $0^m,30$ entre les plants, écimer quand il y a huit à dix fleurs et même un moindre nombre si l'on approche de la limite météorologique, arroser si la terre est sèche, et récolter en saison convenable; tel est aussi le cours des cultures usitées. Le coton est très délicat au moment de la sortie et craint les terrains sujets à former une croûte à la surface; il faut tenir ceux-ci ameublis par le moyen de labours, s'il survient une pluie après le semis.

Nous ne nous étendrons pas davantage sur cette culture; nous pensons que ceux qui voudront s'y livrer compléteront leur instruction dans les livres spéciaux. Nous pourrions décrire ici tous les essais infructueux que nous avons faits pour la naturaliser à Orange, à l'extrême limite de la région de l'olivier, et ceux que M. Paris, sous-préfet de Tarascon, a fait dans cette ville. Nous nous bornerons à dire qu'ils ne furent suivis d'aucun succès, non plus que ceux de M. Vassali, agent du gouvernement à La Ciotat, qui obtint cependant 212 kilogr. de coton nankin, le plus précoce de tous, avec une dépense de 1704 francs; ce qui le faisait revenir à 8 francs 40 par kilogramme.

Nous ne devons pas taire cependant que dans la province de Bari, où cette culture s'est maintenue, on obtient 200 kilogr. de coton par hectare avec les frais suivants :

Trois labours.	26f70
Hersage	1 40
Deux binages à la pioche	22 40
Arrosage.	3 00
Récolte.	12 63
Séparation des graines	22 40
Rente de la terre	44 60
	133 16

Ce qui ne fait revenir le coton qu'à 67 c. Mais la rente est très faible pour une terre à irrigation, et les travaux sont à bas prix. En refaisant le calcul sur nos données, et en supposant que nous obtenions la même récolte, nous trouvons que les frais s'élèvent à 505 fr., ce qui fait revenir le kilogr. de coton à 2 fr. 53 c.

HUITIÈME CLASSE.

PLANTES ET RACINES TINCTORIALES.

Cette classe n'est pas complétement naturelle. Sous le rapport de la culture, d'abord, la garance s'éloigne beaucoup des autres plantes qui la composent; elle est cultivée pour sa racine, les autres pour leurs tiges; elle est vivace, elles sont annuelles. La garance aurait-elle été mieux placée avec les racines? C'est là que l'appelait l'analogie des cultures; nous avons cru cependant devoir négliger ce rapprochement pour conserver des rapports d'un ordre supérieur. Les racines que nous avons rassemblées dans notre troisième classe sont toutes comestibles, souvent elles sont consommées dans l'exploitation même qui les produit; elles lui rendent l'engrais qu'elles lui ont emprunté. Il en est autrement des plantes tinctoriales avec lesquelles commence la série des cultures indus-

trielles, parce qu'elles sont exclusivement employées dans l'industrie manufacturière. Leurs produits sont exportés en tout ou en partie hors du domaine de l'agriculture et n'y font jamais retour. Ainsi une part au moins de leurs matériaux sont une perte définitive pour la terre, et la réparation de sa fertilité exige des emprunts faits aux autres terres. Tout domaine qui n'a pas à sa portée des pâturages, des prairies, qui ne se livre pas à la culture des plantes améliorantes ou qui n'achète pas des engrais tout préparés, ne peut sans s'appauvrir se livrer à ces cultures exigeantes. Mais aussi ceux qui les entreprennent sans se trouver dans de meilleures circonstances épuisent la richesse acquise de leurs sols, et sont obligés d'y renoncer bientôt; ils ne les pratiquent que sur des espaces très circonscrits, et alors ces cultures étroitement limitées par l'étendue des terres naturellement fertiles, ou de celles dont on peut entretenir la fertilité par des fumures réitérées, constituent une espèce de monopole en faveur de ceux qui sont dans les cas d'exception. Tout monopole naturel ou artificiel, en bornant le nombre des vendeurs, leur fait trouver un prix plus élevé de leur travail, de leurs engrais, de la rente de la terre; c'est cette séduction souvent trompeuse qui crée et maintient les cultures industrielles dans des proportions qui excèdent parfois de beaucoup celles qu'elles devraient raisonnablement avoir.

Examinons sérieusement et sans esprit de système l'effet que l'introduction de ces cultures peut avoir sur les résultats agricoles, dans les divers cas que nous venons d'énumérer. Nous pouvons disposer d'un terrain possédant une fertilité acquise exprimée par un certain nombre de kilogr. d'azote. Si nous la mettons en action pour produire du blé, elle nous sera remboursée, dans les terres fraîches, à raison de 2 fr. 88 c. par kilogr. d'azote; cultivons-y du chanvre, le prix de notre azote sera de 4 fr. 64 c.; livrons-nous à la culture de la garance,

nous en obtiendrons 5 fr. 30 c.[1]. N'est-il pas bien naturel de choisir le prix le plus avantageux? Dans l'un et l'autre cas, si l'on ne renouvelle pas l'engrais, la terre se trouvera épuisée, aussi bien après la culture du blé qu'après celle du chanvre et de la garance; mais en supposant le prix du fumier (dosant 0,80) à 1 fr. 30 c. le quintal métrique, le blé aura restitué de quoi en acheter 222^k; le chanvre, 357_k; la garance, 408^k; pour peu que les frais de transport viennent se joindre au prix de revient, on gagne bien moins à vendre son engrais sous forme de blé que sous forme de chanvre ou de garance, et on pourra ainsi continuer une culture épuisante en enrichissant le sol au lieu de le détériorer.

On voit qu'ici la condition qui facilite la continuation de telles cultures, c'est l'existence d'un marché d'engrais, ou la création simultanée de cultures améliorantes qui permettent de le fabriquer. Le marché n'existe pas partout, et alors il faut calculer ce que coûte l'engrais produit pour reconnaître s'il revient à un prix inférieur à celui que procure son emploi. C'est dans l'établissement de ces calculs que réside une grande partie de l'habileté de l'agronome.

Il n'en reste pas moins évident que, par cela même qu'elles paient l'engrais à un plus haut prix, les cultures industrielles sont le stimulant le plus sûr pour activer la production, que partout où elles se sont établies, elles ont amené une ère de prospérité pour l'agriculture, introduit de bonnes méthodes et substitué le goût du progrès à la routine et à la négligence. Au reste, ces cultures étant très exigeantes, l'abus qu'on en pourrait faire est immédiatement réprimé par l'abaissement des produits, et elles se limitent d'elles-mêmes dans des bornes qu'elles ne peuvent pas dépasser.

Profiter toujours des circonstances locales soit climatériques, soit agrologiques, soit commerciales, pour cultiver les

(1) Tome I, p. 709 de la 1re édit., et p. 673 de la 2e.

plantes les plus avantageuses, et vendre ainsi ses engrais au plus haut prix possible, tel est le véritable but auquel doit tendre l'art de l'agriculteur.

CHAPITRE Ier.

Garance.

La garance et l'indigo sont les deux substances tinctoriales les plus importantes, car elles donnent lesteintures les plus belles et les plus solides qu'on connaisse. L'une peut donner toutes les nuances rouges; l'autre, toutes les nuances bleues.

On se sert de la racine de garance désignée dans le commerce par le nom d'*alizari;* de cette racine réduite en poudre qui porte alors le nom de *garance;* de sa poudre saturée par l'acide sulfurique concentré connue sous le nom de *garancine;* enfin de l'extrait alcoolique de la garancine auquel on a donné le nom de *colorine*.

Le principe colorant qu'on nomme alizarine cristallise en aiguilles rouges par l'évaporation de l'extrait alcoolique.

Les anciens connaissaient l'usage de la garance et la cultivaient. Pline nous apprend[1] que c'était une culture réservée aux pauvres qui en tiraient de grands profits, et que sa racine était employée à la teinture des laines et des cuirs. Dioscoride, qui écrivait dans le premier siècle de l'ère chrétienne, nous dit[2] que la garance de Toscane, et principalement celle de Sienne, était renommée, mais qu'on la cultivait aussi dans presque toutes les provinces d'Italie. Cette culture devait être commune dans les Gaules, car les invasions des Barbares ne l'avaient pas détruite lorsque, sous Dagobert, les marchands étrangers venaient l'acheter au marché qu'il avait établi à Saint-Denis; ce qui se voit par une charte où ce prince fixe le

(1) Lib. XIX, cap. 3, *Hist. naturelle.* (2) Lib. III, cap. 143.

droit qu'ils devaient payer pour son exportation [1]. Saint-Denis resta encore longtemps le marché aux garances et aux pastels de la France. En 1275, le prieur de cette célèbre abbaye passait des conventions au sujet de la dîme de la garance [2]. On trouve dans le cartulaire de Troarn des transactions pour la dîme de la garance, de l'année 1122 [3]. Sous Henri IV, Olivier de Serres fait mention de sa culture; mais les Flamands s'étaient emparés de cette branche profitable de produits, et cet auteur écrivait, à la porte du pays qui produit aujourd'hui la meilleure garance, qu'il fallait envoyer chercher en Flandre la garance de première qualité [4]. Dans le seizième siècle, Lobel nous indique l'Allemagne et la Zélande comme les contrées où cette culture était le plus répandue [5]. Schwerz affirme que la garance fut introduite en Alsace, dans la plaine d'Haguenau sous le règne de Charles-Quint et par les soins de cet empereur. Elle s'était pour ainsi dire fixée dans les provinces Bataves; d'où l'habile négociant hollandais la répandait dans toutes les fabriques de l'Europe, après l'avoir mêlée aux alizari du Levant. Mais c'était en Orient, dans la Syrie, l'Asie Mineure, la Grèce et surtout la Livadie, que cette culture s'était étendue et procurait d'immenses profits aux cultivateurs. Ainsi la garance, propagée au nord et au midi de la France, semblait en être repoussée par l'ignorance des cultivateurs et la négligence des propriétaires. Ce n'est qu'au milieu du siècle dernier qu'un Persan nommé Althen fit connaître cette culture dans le département de Vaucluse, où elle a trouvé les terres les plus propres à sa végétation et où elle domine aujourd'hui toutes les autres cultures. Le département reconnaissant vient d'élever un monument à la mémoire de ce bienfaiteur du pays. On

(1) *Recueil des hist. de France*, de D. Bouquet, t. IV, p. 617, D.
(2) *Discours préliminaire* de l'édition d'Olivier de Serres, de la Société centrale d'agriculture, p CXLV.
(3) *Mémoires de la société Linnéenne du Calvados*, t. I, p. 166.
(4) Tome II, p. 429, de l'édit. citée. (5) *Adversaria*, p. 357.

voit par cet aperçu que la garance réussit dans les climats les plus divers.

SECTION Ire. — *Végétation de la garance.*

Les tiges des autres espèces du genre *Rubia* sont vivaces, mais pour la garance usuelle (*Rubia tinctorum*) ses racines seules sont vivaces et sa tige se flétrit et meurt chaque année. Cette plante ne redoute que l'excès d'humidité. Quand la terre est trop sèche en été, sa végétation est suspendue pour reprendre au retour des pluies; mais dans les terrains frais elle continue sans interruption tant que la température ne descend pas au-dessous de + 10°. On comprend dès lors que son développement, à fertilité égale du sol, est proportionnel à la durée du temps pendant lequel elle végète sous l'influence de l'état de fraîcheur du terrain, et qui est différente selon les sols et les climats.

Cette observation nous avait frappé depuis longtemps, et nous avions trouvé que dans le climat de Vaucluse et dans les terres de même nature et de même richesse également situées, le produit était en rapport assez exact avec la faculté qu'avait la terre de retenir l'eau, comme le prouve le tableau suivant :

	Faculté de retenir l'eau.	Récolte.	Devrait être dans la proportion :
1. Terre paludienne du Thor. .	56,48	77	77
2. Terre d'alluvion d'Orange. .	51,30	68	70
3. Terre paludienne d'Orange .	48,36	60	66
4. Terre marneuse de Tarascon	43,60	57	60
5. Terre Bolbine	32,60	42	45

Mais on peut dire d'une manière plus générale que dans les terres douées d'une égale fertilité, le produit est proportionnel à la durée de la végétation, c'est-à-dire à la durée de l'état de fraîcheur du sol, multipliée par la chaleur totale pendant cette durée. Ce principe paraît établi par les produits relatifs des

terres paludiennes de Vaucluse, qui jouissent d'une humidité suffisante pendant toute la durée de l'été et qui donnent 3957 kilogr. de racine par hectare, ayant reçu 5078° de chaleur totale ; tandis que les terres sèches ayant deux mois de repos estival de la végétation, n'ayant reçu pendant ce temps que 3215° de chaleur totale, ne donnent que 2505^{k}; en effet

$$\frac{3957 \times 3215}{5078} = 2505$$

L'irrigation employée avec ménagement, dans le but seulement de maintenir la fraîcheur du sol, en la faisant agir par infiltration chaque fois que la terre est revenue à l'état de sécheresse (moins de 0,10 d'humidité à 0^{m},33 de profondeur) au moyen de l'introduction de l'eau dans les fossés qui séparent les planches de terrain, supplée à la fraîcheur naturelle du sol. L'abus de ce moyen influerait sur la qualité de la garance, dont le tissu deviendrait trop lâche et l'exposerait d'ailleurs à l'apparition du rhizoctône, comme cela lui arrive dans les terres où elle subit l'influence de l'humidité souterraine.

Section II. — *Composition et engrais de la garance.*

A l'état frais, la racine de garance arrachée à l'âge de trente mois retient 0,72 d'eau; arrachée à dix-huit mois, 0,74 [1]. M. Kœchlin trouvait en Alsace 0,7838 d'eau. Si la terre est humide, la quantité d'eau s'élève jusqu'à 0,80.

Dans cet état de dessiccation, où la racine est marchande et que nous appelons l'état normal, elle perd encore 7 à 8 p. 100 pour arriver à la dessiccation complète. Alors elle présente 9,78 p. 100 de cendres d'après l'analyse de M. Payen. M. Girardin a trouvé que la poudre de garance bien purgée d'écorce contenait 5 p. 100 de cendres, d'où il résulterait que l'écorce et

(1) Bastet, *Essai sur la culture de la garance*, p. 88.

les matières terreuses qui y restent inévitablement attachées représentent un poids excédant de 4,78 p. 100.

La racine, dans son état complet de dessiccation, a donné à M. Payen 1,33 p. 100 d'azote, par conséquent à l'état normal elle contient 1,24 p. 100.

La tige séchée à l'état normal retient encore 18,4 p. 100 d'eau. Elle dose 0,81 p. 100 d'azote à l'état sec, et par conséquent 0,66 à l'état normal.

Nous avons trois analyses des cendres de la racine, les deux premières faites sur la garance d'Alsace par M. Kœchlin, la troisième par M. May sur la garance de Zélande.

	I	II		III
Potasse.	20,30	18,07	Potasse.	2,73
Soude	11,04	7,91	Soude.	20,57
Chaux	24,00	19,84	Chaux	13.01
Magnésie.	2,60	2,50	Magnésie.	2,53
Peroxyde de fer . .	0,82	2,28	Peroxyde de fer. . .	2,13
Acide phosphorique	3,62	3,13	Chlorure de sodium.	10,04
— sulfurique . .	2,56	1,45	Acide phosphorique.	13,44
Chlore	3,27	8,98	— sulfurique . .	2,28
Silice.	1,16	3,63	Silice	13,10
Acide carbonique .	25,83	21,35	Acide carbonique. .	11,60
Carbone	4,13	11,48	Carbone.	5,93
	99,43	100,62		99,36

Dans ces analyses nous trouvons, en faisant abstraction de l'acide carbonique et du carbone, les quantités suivantes de bases alcalines.

	I	II	III	
Potasse.	29,00	27,00	3,30	
Soude	15,79	11,66	30,85	, y compris la soude
Chaux	34,28	29,60	15,77	du chlorure.
	79,07	68,26	49,92	
Acide phosphorique	5,17	4,67	16,29	
Silice.	1,77	5,42	15,88	

On voit à quel point peuvent différer, selon les terrains, les éléments minéraux puisés par les plantes dans le sol. Évidem-

ment la soude se substitue aux autres bases alcalines dans les terrains salés de la Zélande ; la solidité de la racine est due à la chaux dans les deux premières et à la silice dans la dernière. Ces analyses tendent à montrer que l'essentiel pour la végétation est que les plants trouvent des bases solubles dans le sol, et que le choix de ces bases est plus indifférent qu'on ne le croit généralement.

100 kilogr. de racines sont accompagnés dans l'espace de trente mois de 150 kilogr. de tiges séchées l'une et l'autre à l'état normal; nous aurions donc pour indice de l'engrais que cette plante puise dans le sol :

100 kil. de racines	1,23 d'azote.
150 kil. de tiges	0,99
	2,22

Nos dernières expériences nous ont prouvé que l'application de 960 quintaux métriques de fumier d'étable, dosant 384 kilogr. d'azote, donnaient 3840 kilogr. de racines; il faudrait donc 10 d'azote pour produire 100 kilogr. de racines; or, cette récolte ne prend que $2^{k},22$, c'est-à-dire que son aliquote de consommation est de 0,222 de l'engrais total. C'est donc une plante exigeante et paresseuse qui veut vivre dans l'opulence, mais qui en profite peu. Après sa récolte, le surplus, de l'engrais s'il a été préparé de façon à conserver l'azote, reste pour les récoltes subséquentes ; et en effet, la luzerne et le blé succèdent avantageusement à cette plante et témoignent par leur végétation du bon état de la terre.

La prolongation de l'usage du fumier d'étable dans la culture de la garance témoigne qu'il est bien un engrais complet pour cette plante, quand il provient d'animaux en bon état et parfaitement nourris ; mais ce genre d'engrais ne répond pas à l'un des *desiderata* de cette culture. Si nous avons à craindre, dans certains cas, la trop grande fertilité de

terrain quand il s'agit de plantes que nous cultivons pour leurs graines ou pour leurs fruits, il n'en est pas de même quand nous voulons produire des racines ou des tiges ; alors la limite de la fertilité s'élargit singulièrement. On a cherché à l'étendre de plus en plus pour la garance, mais on a été obligé de s'arrêter quand, par l'emploi d'une grande quantité de fumier d'étable, la terre, soulevée par la litière, a manqué de stabilité et laissé les graines et les racines sans appui, exposées à l'air dans les vides qu'elle présentait de toutes parts. On pouvait croire alors qu'on avait atteint le maximum possible de la récolte quand on récoltait, dans les terres physiquement les mieux constituées, 3375 kilogr. de racines après trente mois de culture ; mais l'emploi des engrais pulvérulents et principalement des tourteaux ayant été introduit, et cet engrais ayant pu se répandre en quantité presque illimitée sans changer sensiblement l'état physique du sol, on a pu obtenir aussi des récoltes plus considérables. Dans l'état actuel de culture, les *maxima* obtenus sont de 5620 kilogr. par hectare dans le département de Vaucluse. Le propriétaire du polder de Wilhelmina, aux environs de Goes, a récolté, en 1846, un produit moyen de 6096 kilogr. par hectare sur une étendue de 60 hectares de garance[1]. Cette récolte résulte d'une première mise d'engrais dosant 610 kilogr. d'azote, dans lesquels 135 kilogr. seulement sont absorbés par les plantes. Ils peuvent être fournis par 190 000 kilogr. de fumier de ferme ou par 15 487 kilogr. de tourteau de colza, ou mieux encore par un mélange des deux genres d'engrais dans des proportions qui, sans altérer les propriétés physiques du sol, fournissent une source suffisante d'azote et d'acide carbonique.

En effet, le tourteau n'est pas par lui-même un engrais complet comme le fumier ; quand on persiste à l'employer seul, les récoltes baissent sensiblement et cessent d'être en

(1) *Comptes rendus de l'Académie*, t. XXIV, p. 427.

rapport avec les doses de l'élément azoté ; elles se relèvent quand on mêle ou qu'on alterne ces deux engrais. Ce fait bien observé rendra toujours nécessaire une certaine dose de fumier pailleux avec l'engrais le plus riche, mais cependant une dose beaucoup plus faible que celle qu'on se croit obligé do donner.

SECTION III. — *Terrains convenables à la garance.*

C'est un fait qui est aujourd'hui admis généralement que la garance vient sur tous les terrains, qu'elle se plaît de préférence sur ceux qui sont légers, pourvu qu'en même temps ils soient frais ; enfin qu'elle n'acquiert complétement ses qualités colorantes que dans ceux dans lesquels le carbonate de chaux entre pour une grande part. Ainsi, les terrains paludiens de Vaucluse ont jusqu'à 90 p. 100 de carbonate de chaux ; les polders de Hollande sont aussi très riches en cette substance. Quand le terrain en manque, on est obligé de l'employer plus tard dans le traitement tinctorial pour aviver la couleur.

Mais la présence du carbonate de chaux ne suffit pas toujours pour obtenir des garances rosées, l'état physique du sol y contribue aussi par l'influence qu'il a sur l'abondance et la coloration des sucs propres. Dans le département de Vaucluse, sur des terrains très voisins les uns des autres et de la même composition minérale, on récolte sur les uns de la garance rouge, sur d'autres de la rosée, sur d'autres de la jaune, sans qu'on ait pu déterminer jusqu'ici la cause qui influe sur ces phénomènes. Nous savons bien que ce suc, naturellement jaune, ne devient rouge que par son oxydation ; mais quel est l'agent qui favorise dans ce cas, qui arrête dans l'autre l'action de l'oxygène ? Dans le territoire d'Orange en particulier, les garances les plus rouges viennent dans les terrains secs, où la végétation toujours faible est interrompue en été ; mais nous

n'oserions pas dire qu'il en fût de même ailleurs, et nous avons vu dans le Trenten (c'est le bassin de la Sorgue, principal siége de la culture de Vaucluse) des terres qui nous ont paru fraîches et qui donnent de la garance rosée. La garance du Levant, qui reste plusieurs années en terre, est toujours beaucoup plus colorée que la garance de Vaucluse.

Mais outre cette influence, qui consisterait à amener la coloration par les interruptions de végétation, le sol paraît en posséder une autre qui s'oppose à la formation des sucs colorants. Dans certaines parties de la vallée de la Garonne, les essais de culture n'ont donné que des garances grises, quoique les plantes eussent végété vigoureusement. La plante n'avait-elle pas sécrété de sucs propres, de même que les variétés blanches à fleurs rouges, ou a-t-elle été mise en présence d'agents désoxydants ou de substances fortement oxygénées qui ont brûlé son hydrogène? L'observation n'est pas assez complète pour qu'on puisse décider la question.

Nous avons déjà fait pressentir la nécessité de la fraîcheur du sol pour prolonger le temps de la végétation de la racine; son manque de ténacité a aussi une grande importance, outre qu'elle diminue considérablement les frais de culture, il faut qu'une racine aussi rameuse et qui s'enterre aussi profondément que la garance puisse pénétrer dans le sol sans obstacle. Il faut donc choisir autant que possible une terre fraîche et meuble. Les bonnes terres paludiennes de Vaucluse joignent à la première qualité celle de se manier facilement en tous temps et sans difficulté avec une pelle de bois, comme on ferait pour un tas de sable ou de cendre.

Section IV. — *Culture générale.*

On cultive la garance par deux méthodes, celle des semis et

celle de la transplantation. Pour toutes les deux il faut d'abord préparer la terre. On l'ouvre avant l'hiver ou au printemps par un labour à la charrue, ou mieux encore à la bêche. Dans les terres fortes sujettes à retenir l'humidité en hiver et à se dessécher en été, dans celles qui n'ont pas été défoncées depuis longtemps, le labour doit être profond pour ménager à la plante un plus grand réservoir à l'humidité; mais dans les terres meubles, il suffira d'un labour de $0^m,25$ de profondeur.

Plusieurs cultivateurs blâment les labours profonds et se bornent à entamer la terre à $0^m,16$, prétendant par là forcer la racine à se former plus près de la surface et diminuer le travail de l'extraction. Cela peut être vrai pour les terres habituellement fraîches, mais une telle culture conduirait à augmenter le temps de repos estival de la plante dans les terres qui se dessèchent facilement. Il resterait à balancer cette perte avec les frais qu'occasionnent les labours profonds; ce calcul ne peut être que le résultat de l'expérience faite dans chaque localité. Il y a des terres fraîches et profondes, où les racines ont une telle tendance à plonger, qu'elles parviennent jusqu'à 1 mètre de profondeur, et où il serait utile de les arrêter en leur présentant un obstacle; nous en connaissons où, par cette cause, on a été obligé de renoncer à leur culture; mais il n'en est pas de même dans les terres dures et sèches. Ainsi supposons un terrain ayant 2 mois de repos estival et donnant seulement 1950 kilogr. de racines, et un autre n'ayant pas de repos estival et qui en donne 3080 kilogr.; la différence de 1130 kilogr. représente, au prix moyen de la garance (75 fr. les 100 kilogr.), 847 fr. 50 ou 3140 kil. de blé. Or, nous trouvons[1] que pour creuser à $0^m,25$ à la bêche on dépense 52 journées de travail, et à $0^m,45$ on dépensera 269 journées, dans une terre ayant à la bêche dynamométrique une ténacité de $0^m,45$ à la surface et $0^m,50$ au fond. Ainsi d'un côté nous avons 52 journées coû-

(1) Tome III, p. 187 et suiv.

tant 310 kilogr. de blé, et de l'autre 269 journées coûtant 1603 kilogr.; différence, 1294 kilog. Le désavantage d'un travail peu profond, en se soumettant au repos estival prolongé, est donc évident dans ce cas. Le désavantage pourrait devenir moindre en remarquant que le prix des journées est beaucoup plus élevé que le prix moyen pendant la saison de l'extraction de la racine. Il y a donc deux choses à balancer, l'accroissement des produits et celui des frais. Dans une terre fraîche, il est avantageux que la garance croisse près du sol; il ne faut pas faire de labour préparatoire profond, $0^m,16$ suffisent. Dans les terres sèches, il faut creuser davantage, mais $0^m,25$ suffisent le plus souvent, en se résignant d'ailleurs à un plus long repos estival. Les labours profonds sont indiqués quand la garance est très chère et le travail à bon marché, mais quand les termes de ce rapport sont renversés, il faut modifier les procédés en conséquence.

On enterre le fumier par un labour qui suit le défoncement, s'il doit avoir lieu, sinon avec le premier labour. Après l'hiver, on donne un ou deux coups de scarificateur pour achever de briser les mottes, puis on herse. Quand on n'a pas sa provision d'engrais faite d'avance et qu'on en continue le charroi pendant tout l'hiver, de même que quand on se sert de tourteaux ou d'engrais pulvérulents, on les enterre par un demi-labour fait après l'hiver, et suivi des scarifications et du hersage.

On trace alors avec le sillonneur à bras des raies qui indiquent la largeur des planches sur lesquelles on veut placer la garance. Ces planches ont $1^m,32$ à $1^m,65$ de largeur, avec un intervalle de $0^m,32$ à $0^m,40$ entre elles. En Flandre on plante aussi sur des sillons étroits; en Alsace, on leur donne 6 à 10 mètres de largeur; nous l'avons vue semée en Camargue sur toute la surface du champ sans divisions des planches. Toutes ces pratiques demandent à être discutées.

La tendance des cultivateurs de Vaucluse a été constamment de rétrécir les planches. On les faisait autrefois de 2 mètres de largeur, ils les ont réduites à $1^{m},32$. Ils ont été guidés en cela par l'observation que la garance qui vient sur le bord des planches est toujours plus belle et compense ainsi le vide laisséentre les planches ; que dans le sarclage l'ouvrière atteint plus facilement les mauvaises herbes, sans quitter l'intervalle et sans fouler la plantation, et principalement par la facilité de trouver dans ces intervalles la terre nécessaire pour de forts buttages et par celle qu'il donne pour l'extraction des racines quand il a été transformé en fossé. Alors, en effet, la terre, n'étant plus retenue sur les côtés, est jetée dans le fossé par chaque coup de bèche sans opposer aucune résistance; et si l'on arrache à la charrue, la tranche est aussi renversée dans le fossé sans éprouver de pression latérale; elle se pulvérise en y tombant et met les racines à découvert. Enfin si l'on peut disposer d'eau pour l'irrigation, on la fait entrer dans les fossés; elle pénètre la terre par infiltration, et donne la facilité de commencer l'arrachage dans une saison où la sécheresse, ayant durci la terre, ne permet pas d'entreprendre cette opération dans le plus grand nombre des terrains. Or, les premières garances arrachées se vendent toujours à un meilleur prix, les fabricants ayant observé que les triturations d'été étaient meilleures que celles d'hiver. Toutes ces raisons concourent à faire regarder comme un avantage la multiplication des intervalles, et par conséquent la réduction de la largeur des planches.

La culture en planches ayant surtout pour but de fournir la terre nécessaire au buttage, on conçoit que si la cherté de la main-d'œuvre, l'absence d'une charrue à butter qui est en usage dans la Zélande, font renoncer à cette opération, il n'y a plus lieu à perdre le terrain destiné aux intervalles. On peut ajouter qu'en Camargue la racine s'approfondissant

peu, à cause sans doute de la salure des couches inférieures du sol, les raisons tirées de la facilité de l'extraction dans un travail profond n'y existent pas.

Il résulte donc de cet examen que dans toutes les terres qui ont du fond, il sera avantageux de faire des planches étroites, et qu'elles devront être d'autant plus étroites qu'on se propose de laisser la racine plus longtemps en terre sans être arrachée et qu'il faut plus de terre pour les buttages.

SECTION V. — *Culture par les semis.*

Les planches et leurs intervalles ayant été tracés par le sillonneur, on procède au semis. On ouvre dans la largeur de la planche, avec la houe à la main, un sillon peu profond dans lequel une femme répand la graine qui est recouverte par la terre d'un second sillon que l'on ouvre à côté du premier, et ainsi de suite jusqu'à ce que toute la planche soit semée. Dans les terrains qui n'ont pas encore porté de la garance et dans les terres fortes, on sème 70 kilogr. de graines par hectare; dans les terres légères qui n'ont pas encore porté cette plante, on pousse la dose jusqu'à 82 kilogr.; mais si elles ont déjà porté plusieurs récoltes de cette plante, on a remarqué que la graine sortait plus mal ou que les jeunes plants périssaient en plus grand nombre, et on porte la dose de semence jusqu'à 120 kilogr. Les graines doivent être recouvertes au plus de $0^m,03$ à $0^m,04$ de terre.

Après des travaux préparatoires aussi coûteux, on doit mettre la plus grande attention à bien choisir la semence. On a remarqué que les graines de garance perdent promptement leurs facultés germinatives; dès la seconde année, elles produisent un moindre nombre de plantes et deviennent d'année en année moins susceptibles de germination. Le germe de la bonne graine est blanc; il brunit à mesure qu'elle vieillit. C'est

le seul moyen que l'on ait, sur le marché, de reconnaître la bonté de la graine ; mais quand on en a le temps, il vaudra toujours mieux l'essayer en provoquant sa germination par les moyens que nous avons indiqués à l'article des semis[1].

Si avant la levée complète une pluie vient à battre le terrain et former une croûte adhérente à sa surface, il faut sans retard passer un léger râteau pour la briser. On y supplée avec avantage dans les grandes plantations à l'aide d'un rouleau de bois garni de pointes de fer que l'on promène à la main sur les planches et qui produit l'effet du râteau.

L'époque des semis est celle où la chaleur et l'humidité réunies favorisent le mieux la sortie des germes. On sème ordinairement, dans Vaucluse, vers les premiers jours de mars et quelquefois même en février. La température moyenne n'est alors que de 7 à 8°; mais la température solaire est de 12 à 15°. La graine alors reste en terre vingt à vingt-cinq jours. Plus tard, elle germerait plus promptement, à moins qu'elle ne soit surprise par la sécheresse, ce qui arrive quelquefois en avril. Cette crainte, qui n'est pas sans fondement, unie à la facilité d'obtenir le travail des femmes avant l'époque où les vers à soie occupent la population, ont fait adopter généralement les semis précoces. Les gelées blanches qui peuvent survenir ne font que retarder les plantes de quelques jours. Quand on opère sur des terres fraîches et qu'on n'a pas ces raisons pour avancer les semis, on pourra les faire avec plus d'avantage quand la température moyenne sera arrivée à + 12°. La sortie sera plus prompte, plus complète, et les plantes plus vigoureuses.

Rien n'est plus essentiel pour le succès de la garance que des sarclages très exactement faits à la main, que l'on commence dès que les plantes sont bien levées. On les réitère aussi souvent que le besoin s'en fait sentir. Dans certains terrains

(1) Tome III, p. 440.

disposés à produire beaucoup d'herbes, c'est une chose très coûteuse, et nous avons été obligé de renoncer à cette culture dans les terres d'alluvion de l'Ardèche, à cause des frais immenses de ces sarclages réitérés, sans lesquels nos garancières devenaient rapidement de vastes tapis de verdure.

Après chaque sarclage, on prend dans les intervalles une petite quantité de terre bien pulvérisée que l'on répand sur les planches pour remplir les vides causés par l'extirpation des plantes étrangères. On se dispense de ce soin dans les terres fortes qu'on ne pourrait pas émietter suffisamment. D'ailleurs les racines de la garance établies sur ces terrains ne sont pas ébranlées par l'opération du sarclage.

Avant l'arrivée des froids de l'hiver, on couvre complétement les plants avec de la terre émiettée prise dans les intervalles de la planche. Ces intervalles deviennent ainsi des fossés qui s'approfondissent progressivement et soutirent l'humidité des plantes. Le buttage est d'autant plus épais que la terre est plus légère; on lui donne $0^m,05$ à $0^m,08$ d'épaisseur. Le but de cette opération n'est pas, comme on l'avait cru, de préserver les plantes du froid. M. Decaisne, dans un excellent mémoire sur l'anatomie et la physiologie de cette plante [1], a montré ce qui se passe dans cette occasion. Hors de terre, la tige ne se remplit que de matière verte, tandis que le liquide de la racine est jaune, susceptible de passer au rouge par le contact de l'air; mais si la tige est mise à couvert de l'influence de la lumière et au contact de la terre et de l'humidité, ses sucs prennent la couleur jaune de ceux des racines. Ainsi par le buttage on augmente la masse végétale chargée de matière colorante et par conséquent le produit industriel que l'on recherche.

La plante passe ainsi l'hiver. Au printemps suivant on renouvelle le sarclage. S'il a été fait avec soin la première année, il occasionne peu de travail ; les plants de garance se sont alors

(1) *Mémoires de l'Académie de Bruxelles*, 1837.

emparés du sol et dominent complétement toutes les herbes étrangères.

La pousse de la seconde année est vigoureuse, et vers la fin de l'été les tiges fleurissent et portent graines. Quand la culture était peu étendue et que le prix de la graine était peu élevé, on trouvait de l'avantage à faucher la garance en vert à l'époque de la floraison pour la faire consommer par le bétail. Dans cet état, c'est un bon fourrage égal en qualité au meilleur foin. Il ne faut pas la juger par le dosage de la tige au moment de l'arrachage; ce n'est alors que de la paille de garance. Comme en fauchant le fourrage on coupe toujours des parties inférieures de la tige que le contact avec la terre et l'humidité ont chargée de matières colorantes jaunes, il a la propriété de teindre en rouge les os des animaux qui en mangent. On voit souvent aux boucheries des pays à garance des os de mouton et d'agneaux colorés de cette manière. Comme le produit en racines dépend de la réussite des semis et de la végétation des plants, on peut juger du poids que l'on en obtiendra par celui du fourrage récolté et qui est à peu près le même ; la troisième année on ne récolte que la moitié des fourrages obtenus la seconde année.

Le prix moyen de la graine depuis plusieurs années est, dans Vaucluse, de 1 fr. le kilogr. En 1816, il s'éleva à $7^{f},50$, et depuis il a varié de $0^{f},60$ à $2^{f},50$. Ces variations, l'espoir de rencontrer une année où la graine soit chère, ont fait tomber complétement l'usage de faucher la fane en fleur, si ce n'est dans les terrains paludiens légers où la fleur coule habituellement. Il est impossible de fixer la quantité de graine que l'on peut recueillir; elle dépend des saisons et des terrains. Les terres fortes donnent plus de graine que les terres légères, et la récolte varie de 660 kil. à zéro. Les cultivateurs habituels de garance se procurent de la graine en plantant des racines au pied des palissades ou des haies mortes sur lesquelles ils les font grimper.

Dans cette situation isolée, les plantes fructifient abondamment. M. Bastet a remarqué que les tiges des plantes qui se chargent le plus de graines se couvrent au printemps d'une bave résultant de la piqûre d'un insecte, et que cette extravasation de sucs prévient le coulage des fleurs [1].

La récolte de la graine se fait en fauchant la plante à l'époque de la maturité des baies, annoncée par la couleur violet noir qu'elles prennent. On fait sécher les tiges, en les agitant avec une fourche: les baies s'en détachent ; on les recueille, on enlève les parties de feuilles qui s'y trouvent mêlées, et quand elles sont complétement flétries et séchées, on les porte au grenier où l'on a soin de les remuer souvent.

Le buttage se fait à la fin de la seconde année comme l'année précédente.

La troisième année n'exige aucun travail jusqu'au moment où l'on procède à l'extraction de la racine. Ici deux méthodes sont employées, l'extraction à bras et celle à la charrue.

L'extraction à bras se fait au moyen de la bèche ou de la houe. On creuse à une profondeur qui varie, selon celle où ont plongé les racines, de 1 mètre à $0^m,32$. Dans les environs de Monteux, la profondeur de travail est de $0^m,75$. Nous avons donné, dans la Mécanique [2], les formules au moyen desquelles on détermine la quantité de travail nécessaire pour un simple défoncement. Nous trouvons par la moyenne que celui qui avait lieu à $0^m,75$ de profondeur, dans les terrains légers qui n'ont pas plus de $0^m,050$ de ténacité à la bèche dynamométrique et que l'on fend au moyen de trois coup de bèche successifs de $0^m,25$ chacun, exigeraient 52 jours $\times$ 3 = 156 journées d'hommes. Mais comme à chaque coups de bèche l'ouvrier est obligé de rompre la motte et de se baisser pour trier les racines de garance qui s'y trouvent, puis de les rejeter en tas devant lui sur la terre déjà fouillée, il y a une suite de

(1) *Essai sur la garance*, p. 76. (2) Tome III, p. 196 et suiv.

temps d'arrêts que l'expérience nous a indiqués comme étant les quatre dixièmes de temps employé à la fouille. Nous avons donc ici

$$156 + \frac{156 \times 4}{10} = 218^{\text{journ.}},4 \text{ ou } 2184 \text{ heures.}$$

Si dans le même terrain on n'était obligé qu'à creuser à $0^m,50$, on aurait pour résultat $145^j,6$. Dans les terres fortes les racines plongent moins, et en supposant une terre de $0^m,030$ de ténacité, qu'il faille creuser à $0^m,50$, nous avons d'après les formules indiquées :

$$269 + \frac{269 \times 4}{10} = 376^{\text{journ.}},6.$$

D'après ces indications, il sera facile de faire le calcul pour tous les cas, en connaissant la profondeur à obtenir et la ténacité de la terre.

A la fin de chaque journée on recueille dans des civières les racines extraites et on les porte sur l'aire où elles se sèchent. Dans le nord, où l'on n'a pas le bénéfice du soleil, on peut retarder davantage l'extraction, attendre le moment où la terre a le moins de ténacité, parce que l'on sèche la garance à l'étuve. Ce serait encore ici le cas d'employer le procédé de dessiccation à l'air chaud qui abrégerait et régulariserait l'opération.

L'extraction de la garance à la charrue exige que l'on pénètre d'un seul coup à la profondeur où s'étendent les racines ; en opérant par deux traits de charrue successifs, on couperait les racines en deux au détriment de la beauté et de l'égalité de la marchandise. Ce genre de travail ne peut convenir si l'on veut pénétrer au delà de $0^m,45$. Nous avons vu[1] qu'il faut compter pour des terres de $0^m,048$ de ténacité à la surface et de $0^m,032$ au fond sur une force de dix chevaux marchant à la vitesse de 1 mètre par seconde, ou sur celle de huit chevaux marchant à

(1) Tome III, p. 178.

celle de $0^m,80$[1]. Supposons que l'on opère sur 1 hectare carré ayant 100 mètres de côté; l'intervalle des planches prend 20 mètres et il nous reste 80 mètres de plein à labourer, et le sillon n'ayant que $0^m,20$ de largeur, nous avons 400 sillons de 100 mètres de longueur à tracer. Ils exigent chacun 125 secondes (en marchant avec la vitesse de $0^m,80$), et de plus 45 secondes pour tourner au bout des sillons, ce qui nous donne pour le temps total du labour $(125 + 45) \times 400 = 68000$ secondes ou $18^{heures},88$, ou enfin $1^{jour},89$. On en emploie ordinairement deux, à cause des retards causés par les avaries qui surviennent à la charrue ou aux harnais. Il faut donc avoir soin de se procurer un attirail bien solide et en avoir un de rechange. Nous avons pour prix de ce travail, savoir :

Deux journées de trois hommes conducteurs.	35^k76 de blé.
Vingt journées de bêtes	110,60
	146,36

On place des hommes et des femmes le long du sillon ouvert par la charrue, savoir : un homme et une femme tous les 5 mètres; les hommes tirent à eux la tranche soulevée par la charrue, l'émiettent, et les femmes en trient les racines, qu'elles placent dans des paniers, pour aller les déposer à un tas commun. Quand la racine est peu abondante, on espace davantage ces couples d'ouvriers. L'expérience d'une journée montre bientôt la quantité qui est nécessaire. En supposant qu'ils soient placés à 10 mètres, nous avons sur 100 mètres de longueur dix hommes et dix femmes, et pour les deux journées :

Vingt journées d'hommes	119^k20 de blé.
Vingt journées de femmes.	60,00
Nous avons de plus pour le travail de la charrue	146,36
	325,96

ou 88 fr. 01 (le blé étant à 27 fr. les 100 kilogr.).

(1) Il s'agit ici de chevaux vigoureux. Pour faire ce travail, on voit souvent atteler jusqu'à 18 ou 20 mules plus ou moins faibles.

Nous avons vu que dans un pareil terrain creusé à $0^m,50$ à la bêche, le travail revient à 145 journées ou $864^k,20$ de blé. Il y a donc une économie de plus de moitié en faveur de l'arrachage par la charrue, et qui augmente encore par le haut prix des ouvriers à cette époque de l'année. L'ouvrage est sans doute plus parfait à la bêche, il reste moins de racines en terre, mais toutes les observations que nous avons pu faire sur ces deux modes d'extraction nous ont convaincu que la petite quantité de racines que l'on néglige dans le travail à la charrue n'équivaut nullement à la différence des frais, et qu'ainsi l'extraction à la main devait être réservée : 1° pour les terrains où la garance s'enfonce à une profondeur plus grande que celle de $0^m,45$, qui est le cas le plus ordinaire dans les terres légères qui ont du fond ; 2° pour les champs de trop petite étendue dans lesquels la charrue ne tournerait pas facilement ou tournerait trop souvent.

Les racines étant desséchées de manière à ce qu'elles cassent net sans plier, on les met à l'abri dans des hangars.

SECTION VI. — *Arrachage de la garance de dix-huit mois.*

Nous venons de parler de l'extraction de la garance faite trente mois après son semis, c'est-à-dire le second automne qui le suit, mais plusieurs motifs peuvent porter à ne pas attendre ce terme.

Le premier de ces motifs et le plus fréquent est la crainte que le rhizoctone n'attaque la garance et ne la fasse périr. Quand on a déjà l'expérience de la tendance du terrain à produire ce détestable cryptogame, il n'y a pas à balancer, surtout si l'on s'aperçoit du commencement de son invasion dès la première année.

Mais il y a aussi des motifs économiques qu'il nous faut examiner.

Nous avons dit que la racine de garance est pérenne. On ne peut assigner aucun terme à sa vie et elle continue à grossir pendant toute la durée de son existence. Cette racine est composée d'un épiderme extérieur brunâtre, qui ne renferme pas de matière colorante et qu'on élimine dans la trituration ; puis du tissu cellulaire et des vaisseaux de latex renfermant le principe immédiat, qui se dépose entre les cellules et devient toujours plus abondant à mesure que la racine avance en âge. Les couches successives d'aubier qui se forment présentent ce principe dans son état le moins avancé de pureté, mais il semble s'épurer de plus en plus en vieillissant, et les couches centrales présentent les matières colorantes les plus pures, les qualités *extra-fines*. Les alizaris du Levant, qui restent plus longtemps en terre, sont payés à un prix plus élevé que les racines d'Europe. Dans quelles proportions se trouvent ces différentes parties aux différents âges? D'après les observations et les expériences faites par M. Bastet, on obtient aux différents âges la proportion suivante de ces parties sur le même espace de terrain[1] :

	A l'état frais.	A l'état sec.	Ligneux frais.	Aubier frais.	Ligneux sec.	Aubier sec.	Rapport du ligneux à l'aubier sec.
A 10 mois.	86	22,047	7,50	78,50	3,285	18,762	0,15
A 18 mois.	93	24,998	13,95	79,05	6,105	18,893	0,32
A 30 mois.	100	30,069	31,00	69,00	13,578	16,491	0,82
A 42 mois.	107	36,385	66,34	30,66	29,057	7,328	3,96

Ces chiffres ne seraient sans doute pas exacts dans tous les cas, mais comme ils résultent d'expériences directes, ils peuvent nous servir à apprécier les avantages et les inconvénients de la pratique, et nous expliquent le prix que les fabricants attachent aux garances vieilles. La deuxième colonne servira de base à nos raisonnements agricoles.

Supposons une terre sèche dans laquelle le poids du fourrage

(1) *Essai*, p. 90.

de la deuxième année fasse espérer 1950 kilogr. de racines à trente mois; si nous prolongeons sa durée jusqu'à quarante-deux mois, nous pouvons espérer 2359,^{k}5, près de 400 kilogr. en sus, qui coûteront :

L'engrais, représenté par 88^{k},8 d'azote, coûtant . .	594^{k} de blé.
Au prix moyen de 75 fr. les 100 kil., ou 278 kil. de blé, les 400 k. de racines vaudront.	1112
Reste pour la rente de la terre. . .	518

Toute la question se borne donc à savoir si la rente de la terre pour un an et l'intérêt du capital déjà dépensé seront couverts par cet excédant de récolte de 518 kilogr. de blé. Dans toutes les terres sèches du midi, la spéculation serait bonne, et il paraît qu'elle est excellente dans les terres de l'Asie et de la Grèce, où l'on prolonge beaucoup la durée de la garance.

Faisons les mêmes calculs pour une garance de dix-huit mois. Nous supposons qu'elle eût dû rendre 1950 kilogr. de racines à trente mois; on ne pourrait en espérer que 1618^{k},5. La différence serait donc de 331^{k},5 valant 921 kilogrammes de blé.

Mais nous aurions en déduction de cette perte :

1. La différence du travail d'extraction. La garance ne devant plus être censée qu'à 0^{m},25 au lieu de 0^{m},50, l'économie est exprimée par 224$^{journ.}$ — 156 = 68i, ci. .	405^{k}
2. L'engrais consommé par la plante moindre 73^{k},6 d'azote, valant.	492
3. Une année de la rente de la terre	x

Or, il est évident que 897^{k} + x est supérieur à 921 kilogr. On conçoit donc, dans les circonstances où se trouvent les cultivateurs de Vaucluse, leur tendance à arracher leurs garances à dix-huit mois, malgré l'infériorité du prix de ces jeunes racines qui ne détruit pas la balance favorable de l'opération. Ils ne retardent l'extraction jusqu'à trente mois que quand les

prix courants sont bas et qu'ils préfèrent attendre la hausse en laissant la garance s'accroître de poids, ou dans les terres qui paient peu de rente.

On vend aussi la garance fraîche soit aux fabricants, soit aux planteurs. Elle subit alors une diminution de prix de 75 p. 100 sur la garance séchée. Cette évaluation est à peu près exacte pour la garance de dix-huit mois; elle ne le serait plus pour celle de trente mois, qui, quand elle est arrachée par un temps sec, ne perd que 0,70 à la dessiccation. Ceci nous conduit à parler de la culture de la garance par la transplantation.

SECTION VII. — *Plantation de la garance.*

Quand on veut planter la garance, on prépare la terre comme pour le semis, en défalquant de la quantité d'engrais à donner à la terre celle qui équivaut à $9^k,4$ d'azote par chaque 100 kilogr. de racine fraîche que l'on plante.

On ouvre les sillons avec la houe comme pour les semis, puis on étale les racines au fond de ces sillons. On emploie 1200 à 1600 kilogr. de racines fraîches pour planter un hectare. On recouvre la racine comme on aurait recouvert la graine, mais en l'enterrant à $0^m,06$ ou $0^m,08$ de profondeur. Les cultures sont ensuite les mêmes que pour une garance d'un an.

La transplantation est une méthode forcée pour les terres trop poreuses dans lesquelles la graine germe mal, pour les climats où le semis serait trop retardé. Voyons quel est le résultat économique.

Si l'on achète le plant de garance à son prix naturel, il coûtera 1232 kil. de blé, au prix de 275 kilogr. de blé pour la racine sèche et par conséquent de 77 kilogr. pour la racine fraîche. On rachète de cette manière les frais suivants incombant à la première année de culture qui aurait fait obtenir la même quantité :

1. L'engrais qui produit 1400 kil. de racines fraîches, dont l'indice est 17k,5 d'azote, valant	117k25
2. Le prix de la semence 150 k. de graines, à 3k,7 de blé	555,00
3. Le travail de la première année.	197,16
4. Une année de la rente de la terre, dont le prix moyen pour la terre paludienne de Vaucluse est de 888 kil. de blé	888,00
	1757,41
Bénéfice	544k.27

Mais on a la certitude beaucoup plus grande de réussite, car les semis, toujours fort chanceux, sortent quelquefois clairs, et les jeunes plantes sont sujettes à des accidents dont sont exemptes celles qui sont enracinées. La méthode du semis paraît donc toujours la plus avantageuse, et le fort capital qu'il faut avancer pour l'achat des plants détermine toujours en sa faveur les cultivateurs qui ne seront pas contraints à la plantation par la nature de leurs terres et de leur climat.

Telle est la culture de la garance. On remarque qu'elle dispense d'un défoncement qu'il aurait fallu faire à pure perte dans une bonne culture et qu'on obtient par l'extraction de la racine. Sur cette culture profonde, on établit sans frais des plantations d'arbres et d'arbustes, des luzernes, des sainfoins, des racines; le froment n'y réussit pas très bien jusqu'à ce que la terre se soit rassise, comme il arrive au reste à la suite de tous les défoncements.

Il ne nous reste plus maintenant qu'à chercher le prix de revient de cette matière importante pour notre industrie.

Compte de la culture d'un hectare de garance.

1re ANNÉE.

	Terre légère, racines à 0m,75 de profondeur.		Terre forte, racines à 0m,50 de profondeur.
Labour préparatoire à la bêche de 0m,25 de profond., 32 journ.	310k76	lab. à 0m,45, 269 j.	1603k00
2 coups de scarificateur.	15.26	. . . . .	18,00
Report. . . .	326,02		1621,00

	Terre légère, racines à 0m,75 de profondeur.		Terre forte, racines à 0m,50 de profondeur.
Report. . . .	326k,02		1621k,00
Hersage	3,07	. . . . .	4,00
Transport des engrais et labour de 0m,25.	116,00	. . . . .	144,00
Semis, 8 journées d'hommes et 4 de femmes.	60,00	. . . . .	60,00
Graines, 82 kil. à 3k,7 de blé. .	303,40	70 kil. de graines	259,00
3 sarclages à la main	327,00	2 sarclages . . .	218,00
3 buttages, 4 journées d'hommes par buttage	71,56	2 buttages . . .	59,60
Pour couvrir en plein à la fin de l'année, 10 journées.	59,60	12 journées . . .	71,52
Fumier, 703 kil. d'azote, dont 83k,25 seulement pris par la récolte	557,75	. . . . .	557,75
Intérêts de 619 kil. d'azote, en plus, valant 4152 kil. . . .	415,20	. . . . .	415,20
	2239,60		3349,87
	2e ANNÉE.		
Intérêts de la 1re année	223,40	. . . . .	334,98
2 sarclages	88,00	1 sarclage. . . .	44,00
2 buttages.	59,60	1 buttage. . . .	29,80
Pour couvrir en plein.	59,60	. . . . .	71,52
Intérêts de 619 kil. d'azote. . .	415,20	. . . . .	415,20
	845,80		895,50
	3e ANNÉE.		
Intér. des 2 années précédentes	316,98	. . . . .	424,54
Extraction de la racine, 218 j.	1299,28	376 journées . .	2240,96
Intérêts de 619 kil. d'azote. . .	415,00	. . . . .	415,00
	2031,26		3080,50
	RÉCAPITULATION.		
1re année.	2239,60	. . . . .	3349,87
2e année.	845,80	. . . . .	895,50
3e année.	2031,26	. . . . .	3080,50
	5116,66		7325,87
	RECETTE.		
5625 kil. de fourrage.	823,50	800 kil. graine à 3k,7 par kil. .	2960,00
3750 kil. de racines	10425,00	2297 kil. racines	6385,60
	11248,50		9345,60
Bénéfice. . . .	6131,84	. . . . .	2019,73

Il faut retrancher de ce bénéfice la rente de la terre pendant trois ans; nous ne l'avons pas portée en compte parce qu'elle varie beaucoup d'un pays à l'autre. Dans Vaucluse, la moyenne de la rente des terres paludiennes est de 1000 kilogr. de blé ; les terres fortes se louent au moins 630 kilogr. de blé pour cette destination, et plus si elles n'ont jamais porté de garance. Le bénéfice serait donc réduit à $3131^{k},42$ de blé pour les terres légères, et à 129 kilogr. seulement pour les terres fortes. Mais il faut considérer que le prix du travail pendant l'époque de l'extraction de la garance est augmenté de moitié en sus; ce qui réduit les bénéfices dans le premier cas, et constitue une perte dans le second.

La position des propriétaires des terres à garance est infiniment meilleure que celle des cultivateurs qui amodient ces terres :

Ainsi ils reçoivent dans les terres paludiennes trois années de rente	3000 k.
Et il leur reste l'équivalent de 703 kil. d'azote en engrais.	4710
sans compter un défoncement pour mémoire.	
	7710

ou 1661 fr. 70 ; par an, 553 fr. 90 c.

Cette situation favorable se modifiera probablement si la culture continue à s'étendre au loin sur les terres légères et paludiennes qu'on rencontre en grand nombre sur les rivages de la Méditerranée; mais même dans ce cas, à moins de circonstances tout à fait exceptionnelles, il restera de beaux bénéfices à ceux qui se livreront à cette culture, car les avances considérables qu'elle exige la rendront toujours impossible à la masse des cultivateurs, et la concentreront nécessairement dans un petit nombre de mains.

On a vu que la garance cultivée dans des terres légères revient à

$$\frac{5116^{k} - 823}{37,50} = 114^{k} \text{ au lieu de } 275^{k} \text{ les 100 kil.}$$

et pour les terres fortes à

$$\frac{7326 - 2960}{22,97} = 181^{k}$$

Examinons maintenant le cas où la garance a été faite sans fumier sur des terres neuves profondes qui peuvent produire 1280 kilogr. de blé par hectare et qui possèdent par conséquent 97 kilogr. d'azote. La couche dans laquelle le blé puise sa substance étant de $0^{m},25$, et celle à laquelle parvient la garance de $0^{m},50$ au moins, nous avons donc 194 kilogr. d'azote à la disposition de cette dernière plante, et nous pouvons espérer un produit de 1550 kilogr. de garance. Mais comme la couche inférieure a été moins épuisée que la supérieure, ou parce que les principes fertilisants sont plus facilement assimilables que ceux du fumier, le produit est ordinairement de 2000. Il n'en serait plus de même à une deuxième et ensuite à une troisième récolte, parce que toute la couche aurait été déjà atteinte par la racine de garance, qui n'y trouverait plus une nourriture aussi facile. Nous aurons comme ci-dessus :

	Terre légère.	Terre forte.
1re Année, moins le fumier.	1266k00	2376k92
2e Année. Intérêt de la somme précédente	126,60	237,69
Culture	206,20	145,35
	332,80	383,04
3e Année. Intérêts des deux années précédentes	159,80	275,99
Extraction de la garance	1299,00	2240,96
	1458,80	2516,95

RÉCAPITULATION.

1re Année	1266,00	2376,92
2e Année	332,80	383,04
3e Année	1458,80	2516,95
	3053,60	5276,91

RECETTE.

3000 kil. de fourrage. . . .	438,60	500k de graines.	1850,00
2000 kil. de racines	5500,00	1500 de racines.	4125,00
	5938,60		5975,00
Bénéfice.	2885,00	. . . . .	698,09

Il faut ajouter aux frais la valeur de la rente qui est toujours plus élevée que celle des terres à blé, puisque l'on puise dans le sol lui-même toute la fécondité que demande la plante. On peut les compter au moins sur le pied de moitié en sus, soit 490k,50, et pour trois ans 1370 kilogr. Ajoutons ce nombre aux frais; nous avons pour la racine de garance :

$$\text{Terres légères : } \frac{3053{,}60 + 1370 - 438{,}60}{20{,}00} = 199^{k},25 \text{ ou } 51 \text{ f. } 79.$$

$$\text{Terres fortes : } \frac{5276{,}91 + 1370 - 1850}{15{,}00} = 319^{k},79 \text{ ou } 86 \text{ f. } 34.$$

Mais ces entreprises de culture de garance sans engrais se faisant ordinairement à la charrue, nous devons examiner son prix de revient dans ce cas :

1re ANNÉE.

Labour à la charrue de 0m,50 de profondeur, 50 journ. de bêtes et 20 d'hommes (t. III, p. 181)	395,70 de blé
Deux coups de scarificateur.	17,00
Hersage.	4,00
Semis.	60,00
Graines.	303,00
Deux sarclages à la main	218,00
Deux buttages	59,60
Couvrir en plein	71,52
	1128,82

2e ANNÉE.

Intérêts de la 1re année.	112,88
Sarclage.	44,00
Buttage.	29,80
Couvrir en plein	71,52
	258,20

3e ANNÉE.

Intérêts des deux années précédentes.	138k70 de blé.
Extraction de la racine	325,96
	464,66

RECAPITULATION.

1re Année.	1128,82
2e Année.	258,20
3e Année.	464,66
	1851,62

On obtient environ :

300 kil. de graines.	1110 fr.
1500 kil. de racines.	4125
	5235

Le prix de location de ces terres qui font partie d'un corps de ferme ne présente qu'une différence très minime avec le prix de location des terres à blé; on a donc pour trois ans 981 kilogrammes à ajouter à la dépense, et nous avons pour prix de la garance :

$$\frac{1851,62 + 981 - 1110}{15,00} = 114^{k},84 \text{ ou } 31 \text{ fr.}$$

Ainsi l'on obtient :

Dans les terres légères, avec engrais, la garance a	114k00 de blé.
Dans les terres fortes avec engrais.	181,00
Terres légères sans engrais, travaux à bras . .	199,25
Terres fortes sans engrais, travaux à bras. . .	319,79
Terres moyennes, sans engrais, trav. à la charrue.	114,84

Nous ne pouvons pas faire un prix moyen de tous ces prix différents, parce que ces industries ne concourent pas dans la même proportion sur le marché. Le prix moyen de marché, qui est de 275 kilogr., met déjà hors de ce concours les terres fortes cultivées à bras sans engrais ; elle est bien près d'atteindre les terres fortes cultivées à bras avec engrais. Les seules cultures qui soient encore profitables sont celles des terres légères et de ténacité moyenne, faites sans engrais quand elles

sont *neuves* pour la garance, et celles qui possèdent cette virginité se réduisent chaque année de nombre ; ou enfin les terres légères et moyennes cultivées avec des engrais abondants ; celles-ci résisteront à l'extension donnée ailleurs à la culture, parce qu'au moyen d'une quantité d'engrais suffisante elles pourront toujours atteindre et dépasser le produit des terres cultivées sans engrais, surtout si on leur applique les procédés de culture moins coûteux que procurent les machines attelées.

CHAPITRE II.

Plantes indigofères en général.

Jusqu'au commencement du dix-septième siècle ce fut le pastel (*Isatis tinctoria*) qui fournit les couleurs bleues à nos teintures. Plusieurs cantons s'étaient approprié cette culture en faisant une espèce d'arcane de sa préparation. En France, la culture du pastel faisait la richesse du Lauragais (environs d'Alby et de Castelnaudary) qui en avait pris le nom de *pays de Cocagne*, mot qui confondait dans l'opinion populaire une rare aisance avec le commerce des *coques* de pastel ; en Italie et en Allemagne, le pastel était aussi resté le privilége spécial de certains cantons. L'introduction de l'indigo vint mettre un terme à ces prospérités, et, malgré la protection que les souverains accordèrent à l'ancienne industrie, la nouvelle substance, qui présentait la matière colorante dans son état le plus pur et de l'emploi le plus facile, fut généralement adoptée. L'usage du pastel se restreignit dans des limites assez étroites, et aujourd'hui il ne sert plus qu'à monter les cuves de teinture. Pendant les guerres de l'empire, le blocus continental éleva tellement le prix de l'indigo, qu'il devint possible de faire les dépenses nécessaires pour extraire cette substance

pure du pastel; mais quand on cessa de le payer 100 fr. le kilogr., quand à la paix il tomba à 16 ou 24 fr., ces tentatives furent abandonnées.

Jusqu'à ces derniers temps le pastel était la seule plante indigofère dont la culture se fût établie en Europe; les missionnaires de la Chine, lord Macartnay, dans la relation de ses voyages, avaient parlé d'une espèce de renouée comme fournissant aussi la couleur bleue; en 1816, Jaume Saint-Hilaire l'indiqua d'après eux au gouvernement français, comme pouvant être cultivée sur notre territoire; mais c'est seulement en 1835 que M. Delille l'obtint dans le jardin de Montpellier de graines envoyées de Russie, et signala la persicaire des teinturiers (*Polygonum tinctorium*) comme pouvant devenir l'objet d'une culture profitable en France. Ces essais ont été suivis pendant quelques années et ont obtenu du succès. Voilà donc une seconde plante indigofère dont le continent européen a été doté.

Enfin l'indigo lui-même trouve dans nos départements du midi une saison chaude assez prolongée pour fleurir au moins une fois et y mûrir ses graines. Il a été cultivé dans les départements de Vaucluse, du Var, de l'Hérault, comme il l'avait été en Toscane; il l'est en Égypte et il peut l'être en Algérie. Avec ces trois plantes, qui peuvent faire un indigo égal à celui de l'Inde, comment se fait-il que l'Europe ne puisse pas se le fournir à elle-même et qu'elle le reçoive encore des contrées tropicales? Cette question mérite d'être examinée, car elle peut décider s'il convient de prolonger les tentatives pour naturaliser chez nous le produit de l'indigo.

D'abord, il semble difficile de lutter avec des contrées qui, grâce à leur climat, peuvent faire dans l'année trois récoltes de la plante la plus riche en cette substance, l'indigotier, tandis que nous ne pouvons en faire qu'une seule, même en Algérie; mais ce qui se passe à l'égard du sucre, la concurrence que

l'habileté de nos cultivateurs et de nos fabricants nous permet de faire, avec une plante qui ne contient que 8 à 10 centièmes de sucre, à une autre qui en contient 18 à 20 et fournit, à égalité de surface, moitié en sus de sucre fabriqué, nous engage à ne pas désespérer avant d'avoir examiné. Ce phénomène industriel tient, comme on le sait, à la cherté du travail esclave, à l'imperfection du travail des colonies qui manquent d'ouvriers habiles et de machines. Peut-être un jour ces deux obstacles disparaîtront, et alors le sucre des tropiques viendra peser de tout son poids sur le sucre d'Europe qui succombera à la lutte; mais, en attendant, les pays qui se sont adonnés à cette production s'enrichissent de l'infériorité de leurs rivaux, et celle-ci peut durer encore longtemps. N'en serait-il pas de même de l'indigo?

L'obstacle le plus sérieux à l'établissement de cette culture sera la nécessité du traitement industriel de la plante pour en retirer l'indigo, opération qui devra être faite par le cultivateur lui-même, tant qu'on n'aura pas adopté le traitement de la feuille sèche, tel qu'il se pratique dans l'Inde[1]; mais si la plante desséchée était achetée par les fabricants, cette difficulté disparaîtrait et il ne resterait plus que celles qui résultent de la culture.

L'indigotier exige un terrain frais ou arrosé. Il donne sa première coupe quand il a reçu 2400° de chaleur totale, après que la chaleur moyenne est arrivée à + 18°; ce qui arrive à Valence (Espagne) et à Alger trois mois et demi après son semis; quatre mois dans le midi de la France, trois mois à Cuba, deux mois sur la côte de Coromandel. Partout où l'indigo peut jouir de cette somme de chaleur, accompagnée d'une humidité suffisante, il peut prendre, à l'aide d'engrais, la dimension de 1 à 2 mètres d'élévation, et il possède toutes les qualités tinc-

(1) Plagne, *Annales maritimes et commerciales*, 1825, t. II, Sciences et Arts, p. 48 et suiv.

toriales; sa limite au nord est fixée par un climat où l'on n'obtient pas pendant trois mois consécutifs une chaleur moyenne de + 22° au moins. Mais la période où la plante jouit d'une chaleur suffisante se renouvelle trois fois sous les tropiques et n'a lieu qu'une fois dans les régions tempérées.

La renouée, pour parvenir à son complet développement, exige un terrain humide ou abondamment arrosé. M. Vilmorin l'a fait croître entièrement dans l'eau; c'est évidemment une plante de marais. Aux environs de Paris on peut faire deux coupes de polygonum; on en a fait trois à Chambéry. C'est donc une plante qui s'accommode très bien de notre climat.

Enfin le pastel croît aussi sur toute la surface de l'Europe; il préfère les terres fortes et saines.

D'après M. Plagne[1], les cultivateurs de l'Inde retirent d'un hectare de terrain en plusieurs coupes 2976 kilogr. de feuilles sèches rendant 0,35 pour 100 de leur poids en indigo, ou 8928 kilogr. de feuilles fraîches rendant 0,117 p. 100; on obtient donc d'une culture signalée comme bien imparfaite 105 kilogr. de matière colorante par hectare. A Guatimala le produit moyen d'un hectare est de 127 kilogr. d'indigo, d'après M. Codazzi, cité par M. Boussingault[2]. Les produits de Cuba sont bien moindres, selon Ramon de la Sagra[3]; on ne récolte que 460 kilogr. d'indigo par caballeria, mesure du pays qui équivaut à 13$^{hect.}$,7; ce n'est que 33^{k},57 d'indigo par hectare.

M. Vilmorin a recueilli 12000 à 13000 kilogr. de feuilles fraîches de polygonum par hectare; M. Margueron de Tours, 8000 kilogr. Ces feuilles donnent, d'après les essais de Montpellier, 0,0094 p. 100 de leur poids d'indigo; MM. Vilmorin

(1) *Annales maritimes*, loco citato, p. 58.
(2) *Economie rurale*, t. I, p. 373.
(3) *Histoire économique de l'île de Cuba*, p. 82.

et Baudrimont n'ont obtenu que 0,0050; mais en général on s'accorde à regarder le produit de 0,0075 p. 100 comme le rendement sur lequel on peut compter.

M. Chaptal récoltait 15000 kilogr. de feuilles fraîches de pastel par hectare, et il en retirait 0,0018 d'indigo pur. Nous avons donc les produits suivants de ces différentes plantes :

		Récolte en feuilles fraîches.	Produit en indigo.	Valeur de la récolte brute, l'indigo étant à 20 fr.
Indigo.	Guatimala . . .	10854^{k},7	127^{k},00	2540^{f},00
	Coromandel . .	8928,0	105,00	2100,00
	Cuba.	3927,7	33,57	671,40
Renouée.	M. Vilmorin . .	13000,0	97,50	1950,00
	M. Margueron..	8000,0	60,00	1200,00
Pastel . .	M. Chaptal . .	2206,0	39,70	794,00

Ces rapprochements sont loin de nous décourager. Nous croyons que l'indigo pourrait, dans le midi de la France et en Algérie, donner en une ou deux coupes un produit avantageux, s'il y était traité comme on traite la luzerne sa congénère, et qu'on l'arrosât à propos. De nouvelles tentatives doivent être faites avant de renoncer à l'espoir de produire chez nous l'indigo à un prix qui permette de soutenir la concurrence avec celui des colonies.

CHAPITRE III.

Persicaire des teinturiers (Polygonum tinctorium).

La persicaire des teinturiers est une plante des terrains humides et même marécageux ; elle exige un terrain frais ou susceptible d'être arrosé. On le prépare par un bon labour, suivi

(1) *Annales de l'agriculture française*, t. XXXIV, p. 328.

de hersages qui le mettent dans un état satisfaisant d'ameublissement. Elle vient de semence et même de bouture, mais il est si essentiel qu'à son début le plant prenne de la force, que M. Vilmorin qui l'a le mieux étudiée conseille de préférer la méthode de la transplantation. On la sème à l'abri sur un terrain bien préparé vers le mois de mars, de manière à pouvoir transplanter quand la température moyenne est arrivée à + 12° (avril dans le midi, mai à Paris). Un mètre carré de pépinière peut fournir 500 plants, par conséquent il faudrait 60 mètres pour obtenir les 30000 plants que l'on place dans un hectare. On emploie 5 kilogr. de graines pour se procurer cette quantité de plants, et on éclaircit la pépinière de manière à ce que les jeunes plants puissent se développer facilement.

Dans un terrain maigre la persicaire sera toujours chétive, et le succès dépend de la largeur et de l'abondance de ses feuilles; mais le résultat de 12000 à 13000 kilog. de feuilles nous porte à croire qu'il faut lui consacrer un engrais dont l'indice soit de 240 kilogr. d'azote (60000 kilogr. de fumier de ferme), dont la récolte prendra la moitié.

On plante la persicaire en lui donnant $0^m,65$ entre les allées et $0^m,50$ de distance entre les plants de chaque rang. On met le plant en terre quand il a quatre à cinq feuilles. Ensuite on bine et on sarcle, jusqu'à ce que les plants couvrent le terrain; on arrête alors les travaux pour ne pas blesser les plantes qui éclatent facilement[1].

M. Philippar, qui a donné une très bonne notice sur cette culture[2], conseille de faire un premier fauchage quand la plante a $0^m,25$ à $0^m,30$ de hauteur et que ses feuilles sont bien marbrées de bleu, en ayant soin de ne couper qu'à $0^m,6$ à $0^m,8$ du sol pour ne pas détruire les bourgeons qui doivent reproduire les tiges. Il a pu faire cette première récolte à la fin de mai, et l'a renouvelée ainsi de mois en mois. Il a obtenu trois coupes;

(1) *Bon Jardinier*. (2) *Annales d'agriculture*, juin et juillet 1839.

il est probable que dans le midi on en aurait quatre à cinq.

Après le fauchage on sépare immédiatement les feuilles des tiges et l'on procède à l'opération de l'extraction de l'indigo, si l'on agit sur les feuilles fraîches ; mais il nous semble que celle qui a lieu sur les feuilles sèches est bien préférable, non-seulement pour le succès de l'opération, mais encore parce qu'elle pourrait dispenser plus tard le cultivateur de s'y livrer, si la culture de la persicaire finissait par s'établir en grand dans nos contrées, en créant des ateliers manufacturiers. Voici le procédé d'extraction suivi par M. Vilmorin fils, et qui n'est autre que celui des laboratoires chimiques appliqué en grand.

Quand on traite la feuille fraîche, il y a deux opérations : la première a pour objet d'obtenir les pâtes ou précipités; la seconde, de retirer et épurer l'indigo. On fait macérer les feuilles entières dans l'eau chaude à 60 à 75°, puis un cinquième de sulfate de fer et environ un tiers d'eau de chaux ; on agite fortement. Il se forme bientôt un précipité abondant que l'on recueille par décantation et que l'on met égoutter sur un filtre. On met alors dix ou douze parties de ces précipités dans des vases plus profonds que larges avec deux parties de sulfate de fer, trois parties de chaux récemment éteinte et trois cents parties d'eau; on agite bien le tout pour opérer un mélange intime. Au bout de vingt-quatre heures, on peut décanter le liquide surnageant qui est parfaitement limpide et qui contient l'indigo réduit. En agitant le liquide au contact de l'air, l'indigo s'oxyde rapidement, et devient d'un bleu intense et ne tarde pas à se précipiter. On le recueille sur un filtre-crin pour réunir les produits successifs de l'opération. La cuve, en effet, n'est pas épuisée à beaucoup près par la première décantation ; on la remplit d'eau de nouveau et on continue à le faire tant qu'elle fournit, en se servant pour cela des eaux qui en sont sorties et dont l'indigo a été précipité. Lorsque le filtre est plein, on lave l'indigo qu'il contient avec de l'acide chlorhydri-

que très étendue pour le débarrasser du carbonate de chaux qui s'est précipité avec lui et on le sèche à une chaleur douce. En ne lavant pas avec l'acide, on obtient un produit plus léger, d'un bleu clair et qui se rapproche des indigos du commerce.

Dans la plante sèche l'indigo est devenu insoluble. Il faut faire bouillir plusieurs fois les feuilles dans l'eau pour les débarrasser d'une très grande partie de la gomme et du tannin qu'elles contiennent; puis on les sèche, on les broie le plus finement possible. On monte la cuve comme nous l'avons expliqué avec le sulfate de fer et la chaux. Au bout de vingt-quatre heures, la dissolution a été opérée, le bain est décanté et traité comme nous l'avons expliqué précédemment[1].

La persicaire grène difficilement au nord de la région de la vigne; aussi vend-on ses semences à un prix fort élevé, jusqu'à 24 fr. le kilogramme; mais elle en produit beaucoup dans le midi, et elle tomberait à un prix fort bas si le besoin s'en faisait sentir.

En partant des données que nous possédons, voici quel serait le prix de l'indigo recueilli :

Un labour à $0^m,25$.	$144^k,00$ de blé.
Deux coups de scarificateur.	15 ,25
Hersage.	3 ,07
Engrais représenté par 120 kilogr. d'azote. . .	804 ,00
Plants à 0,30 ou à $1^k,14$ le cent de blé.	342 ,00
Binage.	114 ,00
Fauchage pour 12000 kilogr. d'herbes	106 ,80
Effeuillaison sur le pied de 4 kilogr. de blé pour 100 kilogr. de feuilles et séchage.	480 ,00
Rente de la terre..	327 ,00
	$2336^k,12$

Les 100 kilogr. de feuilles reviennent à $19^k,46$ de blé. Cette quantité produirait $0^k,75$ d'indigo qui reviendrait à 7 fr. le kilogramme, plus les frais d'extraction. Les procédés très imparfaits de M. Margueron faisaient ressortir à $3^f,89$ les frais de fabrication qui, ajoutés à 7 fr., nous donnent le ki-

(1) *Bulletin des sciences de la Société centrale d'agriculture*, t. I.

logramme d'indigo à 10f.89 Il y a une grande marge de ce prix à celui de 20 fr. que l'indigo se vend en France, et elle ne peut qu'encourager ceux qui tenteraient cette culture.

CHAPITRE IV.

Pastel.

A voir, dans le tableau que nous avons donné dans le chapitre II, le peu d'indigo que contient le pastel (le tiers de celui que renferme l'indigo, le quart de la persicaire), sans donner une plus grande masse de végétation, on comprend les raisons qui ont réduit à de si petits espaces les terrains encore consacrés à cette culture. En Angleterre, elle est livrée à des entrepreneurs ambulants qui louent les défrichés des prairies naturelles et artificielles, et profitent de la fertilité qui y est accumulée. Ils en donnent une rente supérieure à celle des sols ordinaires, et qui s'élève à 250 fr. l'hectare; par ce moyen ils achètent l'engrais à bon marché. En France, cette culture s'est de plus en plus resserrée dans le voisinage d'Albi, dans quelques cantons de la Normandie. En Italie, on cultive surtout le pastel à Riesi, dans les Abbruzzes; en Allemagne, dans la Thuringe.

Le pastel préfère les terrains riches, profonds; il ne réussit pas dans ceux qui sont trop compactes et qui retiennent l'eau; il se plaît dans les sols calcaires, ou chaulés ou marnés; il profite du plâtrage. Quand il manque de l'élément calcaire, il ne donne que des pousses peu élevées.

Si l'on en jugeait par la modicité des fumures que l'on applique à cette plante dans le Tarn [1], qui ne sont que de 15000 kilogr. de fumier dosant sans doute 120 kilogr. d'azote, cette plante serait peu avide d'engrais, ou elle s'emparerait d'une

(1) *Agriculture du Tarn*, par les inspect. de l'agriculture, p. 292.

très forte aliquote de celui qui lui est destiné. Cette dernière supposition nous paraît la plus probable, car on considère le pastel comme une plante épuisante et après laquelle il faut renouveler la fumure. Nous croyons que l'on obtiendrait des récoltes plus abondantes avec une quantité plus considérable d'engrais.

On connaît plusieurs variétés de pastel. Celle à feuilles velues et à semences jaunes (pastel sauvage) donne peu de couleur, et n'est pas recherchée par les bestiaux; au contraire les variétés à feuilles lisses, à couleur plus ou moins foncée, à feuilles larges, à semences de couleur bleue ou violette, sont celles qui contiennent le plus de matière colorante et qui fournissent au printemps un pâturage très précoce.

La semaille du pastel se fait en automne ou au printemps. Les semis d'automne donnent une cueillette de plus et doivent être préférés. C'est l'époque qui a été adoptée dans presque toute l'Italie. En France, en Allemagne, en Angleterre on ne sème qu'au printemps. Ces deux semis se font dans le même temps que les semis de blé de chacune de ces saisons.

Le sol ayant été bien ameubli et fumé, on jette à la volée la quantité de 150 litres de graine par hectare (la graine est enveloppée de son silicule). Il ne faut pas la projeter avec le blé, car, ayant beaucoup de surface et peu de poids, elle ne se répartirait pas également; mais on la laisse tomber par petites parties, par pincées, comme l'on fait pour les plantes potagères. On les recouvre avec le râteau ou une herse légère. La semence reste en terre de dix à trente jours, selon l'état de la terre et la température. Quand elle a éprouvé des alternatives fréquentes d'humidité et de sécheresse, elle ne lève pas; elle est sujette à être dévorée par les altises à sa sortie : alors on sème de nouveau et quelquefois assez avant dans le printemps, pourvu que la terre ait conservé assez de fraîcheur pour favoriser la germination.

Quand les plantes ont quatre feuilles, on sarcle à la main et l'on éclaircit, en ayant soin d'enlever toutes celles qui appartiennent aux variétés velues. On laisse une distance de 0^m,08 à 0^m,10 de l'une à l'autre. On bine ensuite avec la houe et tant que les mauvaises herbes repoussent; cette opération se renouvelle quatre et cinq fois s'il le faut. Il serait préférable de semer en ligne pour pouvoir faire plus facilement les binages. Si l'on rencontre des feuilles couvertes d'*uredos* sous forme de taches jaunes, on les enlève avec soin. On cherche à se défaire des altises au moyen de cendres ou de chaux répandues sur le terrain.

Si la saison est trop sèche, le pastel se flétrit; on peut remédier à cet inconvénient au moyen de l'irrigation.

Les feuilles sont bonnes à cueillir dès qu'elles offrent sur leurs bords une teinte violette, et sans attendre qu'elles jaunissent et se fanent comme on le fait trop souvent. On les cueille à la main, par un temps sec, en opérant un mouvement de torsion. La première récolte a lieu à l'époque de la maturité des blés et se renouvelle tous les vingt à vingt-cinq jours. Ainsi se font cinq cueillettes dans l'Albigeois, trois sur les bords du Rhin et deux seulement en Normandie.

Dans certains pays on ne cueille pas les feuilles des porte-graines; mais dans l'Albigeois on dit avoir éprouvé que l'on ne recueille pas moins de graine bien conditionnée des plantes qui ont été effeuillées. C'est au second printemps que la graine mûrit et donne 300 à 600 kilogr. par hectare.

D'après Chaptal, le produit en feuilles fraîches d'un hectare de pastel serait de 15000 kilogr. susceptibles de donner 27 kilogr. d'indigo. Mais on a renoncé à tirer l'indigo de cette plante, et elle se vend sous forme de *coques*. Pour les fabriquer, on fait triturer les feuilles fraîches par un moulin; on les réduit ainsi en pâte. On les étend sous un hangar carrelé et incliné pour en laisser écouler l'eau. La surface de cette

masse doit être retournée à la bêche chaque fois qu'elle se crevasse. Après être restée dans cet état pendant deux mois, on la moule en forme de poires, et c'est alors qu'elle prend le nom de *coque*. On compte dans le Tarn qu'un hectare de pastel effeuillé cinq fois donne 20000 coques qui se vendent $2^{f}.50$ le cent, ce qui fait un produit brut de 500 fr. par hectare.

La fraude s'est glissée dans la fabrication des coques, ce qui a porté les teinturiers à préférer les feuilles desséchées qui se vendent à raison de 20 fr. les 100 kilogr.

Voyons maintenant le prix de revient de ce produit, en partant du rendement indiqué par Chaptal que nous croyons trop faible, et qui peut être beaucoup amélioré dans les terrains bien fumés, surtout si l'on considère qu'en Angleterre on donne 250 fr. de rente d'un hectare dans de bonnes conditions, que la valeur vénale de la feuille séchée ne serait que de 300 fr., et qu'ainsi l'industrie et la culture ne seraient représentées que par 50 fr.

Un labour à $0^{m},25$ de profondeur.	$144^{k},00$ de blé.
Semis.	24 ,54
Eclaircir et sarcler à la main.	114 ,00
Trois sarclages ordinaires.	273 ,00
Fumier représenté par 120 kilogr. d'azote. .	804 ,00
Cinq cueillettes : 4 kil. de blé pour 100 kil. de feuilles	600 ,00
Séchage et mise en serre.	40 ,00
Rente de la terre..	327 ,00
	$2326^{k},54$

La feuille valant plus que la toile d'emballage, poids pour poids, nous ne l'avons pas fait entrer dans l'évaluation. Nous avons donc 22060 kilogr. de feuilles fraîches se réduisant à 5225 kilogr. de feuilles sèches qui reviennent à

$$\frac{23,26}{52,25} = 44^{k}52 \text{ de blé les 100 kilogr., ou } 9^{f},79.$$

Les 5225 kilogr. de feuilles sèches auraient produit 39k,70 d'indigo. En portant à 18 kilogr. de blé (3f·89) les frais d'extraction d'un kilogr. d'indigo, nous avons pour la valeur des 39k,70 :

Frais de culture.	2326 kil. de blé.
— d'extraction.	714
	3040

Le kilogramme d'indigo reviendra donc à

$$\frac{3040}{39,70} = 76^{k},57, \text{ ou } 19^{f},91.$$

Nous l'avions obtenu par la culture de la persicaire à 9f·20.

CHAPITRE V.

Maurelle (Tournesol, Croton tinctorium, Chrysophora tinctoria).

La couleur bleue fournie par la maurelle n'est pas de l'indigo, mais la combinaison de deux principes rouges avec les alcalis (chaux, potasse, ammoniaque). Les habitants de Grand-Gallargue (Gard) exploitent exclusivement, et de temps immémorial, l'industrie qui a pour but d'extraire les sucs de la maurelle et de les transformer en principe colorant bleu. Ils allaient recueillir cette plante dans toute la région des oliviers, parcourant le Languedoc, la Provence et prolongeant leurs voyages jusqu'en Espagne. Ces industrieux voyageurs, réunis en petites bandes, traversaient d'immenses distances, précédés de leurs ânes porteurs de leur récolte; ils connaissaient les stations de la plante, y dirigeaient leurs courses avec une entière certitude. Le parc de notre château de Pomerols, près de Tarascon, était une de ces stations favorites, et nous les y voyions arriver chaque année, peu après la moisson, pour y faire leur cueil-

lette. Ces voyages avaient lieu de temps immémorial; Lobel et Pena en font mention dans leur *Adversaria* imprimé en 1570 (page 101). Mais en 1830 cette plante a été soumise à la culture; les premiers essais ont été faits à Carpentras (Vaucluse); les Gallarguois en affermèrent les produits, et ne tardèrent pas à imiter cette tentative, et depuis cette époque la culture régulière de la maurelle s'est établie chez eux et a fait cesser l'exploitation nomade qui avait lieu auparavant.

Pour cultiver la maurelle, on donne la préférence aux terrains secs, non qu'elle ne s'accommodât très bien des bonnes terres d'alluvion fraîches, elle y croîtrait avec plus de vigueur; mais le suc, qui par la préparation doit devenir d'un bleu foncé, reste toujours vert dans ce cas. On n'a pas trouvé la plante au delà de 44° de latitude, et dans l'enceinte même de la région des oliviers elle manque dès qu'on atteint les terrains jurassiques et primitifs. On la trouve dans tous les terrains tertiaires, y compris la formation néocomienne, et le suc en est également bon, pourvu que le sol ne soit pas humide. A Gallargue, c'est dans les sables et marnes sub-appennins, la molasse et le terrain néocomien recouverts en quelques points de diluvium alpin, qu'on pratique cette culture [1].

La maurelle est du petit nombre des plantes qui semblent ne pas pouvoir se succéder longtemps à elles-mêmes. On croit qu'un terrain qui a porté trois récoltes de maurelle n'est plus susceptible d'en produire de longtemps. Quoique cette culture soit récente, les Gallarguois disent être obligés d'aller chercher maintenant hors de leur territoire des terrains qui n'en aient pas encore porté. C'est une des données de la grande question des assolements que nous traiterons plus loin.

(1) Je dois à l'obligeance de M. Emilien Dumas, de Sommières, bien connu par sa belle carte géologique du département du Gard, les détails que je présente ici sur cette culture. Voyez aussi l'ouvrage de M. Hugues intitulé : *Une excursion dans la commune de Grand-Gallargue*, Nîmes, 1836.

On prépare la terre à la bèche (liget) que les habitants de Gallargue manient avec supériorité en poussant le manche avec la cuisse, au lieu de peser sur un étrier. Ils cultivent ainsi parfaitement 6 ares de terrain par journée de 10 heures de travail; mais l'obliquité de l'instrument ne permet pas alors de lui donner plus de $0^{m},16$ à $0^{m},20$ d'entrure. C'est l'effet d'une bonne œuvre à la houe. On fume le terrain avec un engrais mélangé de litière et de tiges de *typha* et de *sparganium* (triangles) dosant 0,30 pour 100 d'azote, et dont on applique 533 kilogr. (deux tiers de mètre cube) par are, 53300 kilogr. par hectare, et donnant 160 kilogr. d'azote par hectare. On reconnaît que l'effet de cette fumure dure deux ans, soit que l'on sème la maurelle deux années consécutives, soit qu'on la fasse suivre d'une récolte de blé.

On sème la maurelle en février, et quelquefois avant l'hiver, en lignes ou à la volée. On emploie $4^{k},2$ de graine par hectare. Les lignes sont espacées de $0^{m},35$ à $0^{m},40$. Cette méthode facilite les opérations du sarclage et du binage. La plante ne sort de terre qu'au commencement de juin, et à peine a-t-elle atteint quelques centimètres de hauteur, qu'on sarcle à la main les mauvaises herbes, ce qui est suivi d'un binage. La plus jeune plante renferme le suc colorant comme celle qui est plus avancée. Il n'y a donc pas d'époque de la végétation qu'on puisse désigner comme celle de la maturité tinctoriale de la plante. Lors de la récolte nomade, on réunissait indifféremment les plantes de tous les âges. Aujourd'hui on attend le temps qui précède son effeuillaison, et l'on récolte au commencement d'août en continuant jusque vers le milieu de septembre, époque à laquelle commencent les pluies de l'équinoxe.

Le fruit de la maurelle, plante de la famille des euphorbiacées, consiste dans une capsule à trois loges qui contiennent chacune une semence. Sa maturité est naturellement indiquée

par la dessiccation de la capsule qui se détache de la plante; mais la semence est botaniquement mûre avant la désunion du fruit. Cependant on accuse à bon droit de la non-réussite d'un grand nombre de semis le peu de soin avec lequel les graines sont récoltées dans beaucoup de contrées. Pour avoir la certitude que la graine dont on se servira est bonne, il faut ramasser dans le champ celle qui y est tombée des capsules qui se sont ouvertes naturellement, ou bien faire cueillir les capsules sur les plantes, puis les mettre sécher au soleil. Ainsi détachées et recouvertes d'un canevas, ces capsules éclatent et laissent échapper des semences rondes de la grosseur de la tête d'une épingle.

D'après des calculs qui nous paraissent exacts, on obtient, terme moyen, 5000 kilogrammes de plantes fraîches sur un hectare de terrain.

Pour obtenir la matière colorante, la plante de maurelle est écrasée sous une meule qui la réduit en pâte. En ce moment dix moulins sont employés au Grand-Gallargue pour cette opération. On presse fortement la pâte ainsi obtenue et on en recueille le suc. Le tourteau qui a fourni ce premier suc est émietté, imbibé de 8 kilogrammes d'urine pour 25 kilogrammes d'herbes, puis il est replacé sous le pressoir. Selon M. Hugues, les deux pressées, défalcation faite de l'urine qui y a été mêlée, produisent en sucs la moitié du poids de la plante.

Aussitôt que la maurelle est pressée, on procède immédiatement à l'étendage, car faute de cette précaution le suc ne tarderait pas à *passer*. On trempe alors des chiffons bien propres dans le suc pur, de manière à ce qu'ils en soient complétement imbibés, puis on les plonge dans le suc mêlé d'urine. On les étend ensuite pour les faire sécher à un soleil ardent.

On a préparé une couche de $0^{m},30$ d'épaisseur composée de

bon fumier de cheval recouvert de paille fraîche, sur laquelle on étend les chiffons le lendemain de la première opération; on les recouvre d'un drap de lit et ensuite d'une nouvelle couche de fumier de $0^m,5$ d'épaisseur. Les chiffons y restent de une heure à une heure et demie, selon la quantité de gaz ammoniacaux qui émanent de la couche. Dès qu'ils ont pris une teinte bleue foncée et qu'ils sont ramollis par la vapeur d'eau, on se hâte de les retirer ; plus tard ils prendraient une teinte jaunâtre. Tel est le procédé en usage aujourd'hui pour cette opération.

On prépare ainsi 25 kilogr. de chiffons (drapeaux) pour 100 kilogr. de plantes ; un hectare en fournit donc 1250 kilogr., dont le prix, depuis un assez grand nombre d'années, varie seulement de 100 à 120 fr. les 100 kilogr., au lieu de 300 à 400 fr. qu'ils se payaient autrefois. Ainsi au minimum on retire encore aujourd'hui 1250 fr. de la récolte d'un hectare de terrain.

Les Hollandais sont les seuls acquéreurs des drapeaux de maurelle (tournesol); on dit qu'ils les emploient à donner à leurs fromages la teinte rougeâtre qui les distingue ; ainsi on n'aurait transformé les sucs rouges en bleus par le moyen des alcalis que pour les changer de nouveau en rouge par l'effet des acides de fromage. La teinture de tournesol est bien connue des chimistes par son emploi comme réactif. La baisse des prix devait nécessairement suivre la production plus grande d'une substance dont l'emploi n'avait pas augmenté dans la même proportion, sans qu'il soit besoin d'accuser la cupidité des marchands qui ne font jamais que momentanément la loi aux marchés. Gallargue fournissait autrefois 15000 kilogrammes de drapeaux, et aujourd'hui il en fournit plus de 40000 kilogrammes.

Voici, d'après des expériences répétées, le prix de revient des chiffons de maurelle :

Labour à 0^{m},25 de profondeur.	144^{k},00	de blé.
Semis.	24 ,00	
Eclaircir et semer à la main.	114 ,00	
Binage.	91 ,00	
Fumier représenté par 80 kilogr. d'azote .	536 ,00	
Récolte de 5000 kilogr. de plantes fraîches.	36 ,00	
Rente de la terre (spéciale).	555 ,00	
	1500^{k},00	

Par conséquent 100 kil. de plantes fraîches coûtent $\frac{1500}{50}$=30 kil. de blé ou 7^{f},80.

Les frais de fabrication sont ainsi établis par M. Hugues pour 300 kilogr. de drapeaux de tournesol :

Mouture de 300 kilogr.	25 fr.
Chiffons.	62
Fabrication..	30
	117

ou 39 fr. ou 144^{k},4 de blé pour 100 kil. de drapeaux fournis par 400 kil. de plantes coûtant 120 kil. de blé.

La valeur réelle des drapeaux du tournesol est donc pour 100 kilogr. :

Prix de fabrication.	144^{k},4
Prix de culture.	120 ,0
	264^{k},4

Le prix vénal est de 100 fr. ou 370 kil. de blé; ainsi on a 105^{k},6 de blé, ou 28^{f},51 de bénéfice pour 100 kil. de drapeaux, et 356^{f},37 pour un hectare de terre.

Ce bénéfice minime, en comparaison de celui que donnent les autres cultures, ne permettra pas à la culture du tournesol de s'étendre, et la réduira probablement au niveau des autres cultures industrielles.

CHAPITRE VI.

Gaude (Reseda luteola).

La gaude fournit à la teinture le jaune le plus pur et le plus solide. On cultive cette plante dans les terrains qui ont peu de

ténacité et jusque dans les sables, pourvu qu'ils aient un peu de fraîcheur et de fertilité. Les récoltes que l'on obtient sur les terrains pauvres sont faibles et ne couvrent pas les frais; la gaude ne présente des avantages réels que sur ceux qui sont en bon état.

On sème la gaude au printemps ou en été, ce qui, à la longue, a formé deux variétés très distinctes que l'on ne peut semer indifféremment dans l'une ou dans l'autre saison. Il faut se procurer pour les semis des graines de plantes qui aient contracté l'habitude de croître à l'une ou à l'autre de ces époques.

La gaude de printemps occupe moins longtemps la terre, mais les plantes risquent à être étouffées par les mauvaises herbes sans des sarclages à la main répétés pendant leur première croissance qui est très lente. Celle d'automne n'exige de sarclages qu'au moment de sa sortie, et le printemps suivant elle est maîtresse du terrain et domine les autres herbes qui végètent autour d'elle.

On peut semer la gaude seule ou associée à une autre plante: tantôt avec le sarrasin à la fin de l'été, ou au printemps avec le trèfle, le sainfoin ou la luzerne. Comme celle semée en automne, la gaude semée au printemps se récolte l'été suivant, mais elle est toujours moins productive que la première.

Dans un terrain bien préparé et fertile, la récolte s'élève jusqu'à 3800 kilogr. de tiges sèches, tandis que dans de mauvais terrains sablonneux et secs elle n'est souvent que de 1000 kilogr.

Le terrain doit avoir été préparé par des labours et bien ameubli par des hersages répétés. La graine étant fort petite, on la mêle avec du sable fin pour pouvoir la répandre à doses convenables. Elle doit être récente, car elle s'altère rapidement. 4 kilogr. de graines suffisent pour ensemencer un hectare. Nous voyons cependant que Schwerz[1] en exige 16 kilogr. Mais cette erreur provient de notes prises sans doute chez

(1) *Culture des plantes économiques*, page 160.

des personnes qui employaient de mauvaises graines; nous voyons aussi dans le midi des cultivateurs en employer 8 kilogr., sans doute pour la même cause; quand elles réussissent toutes, la gaude est certainement trop épaisse.

Il faut que la semence soit à peine enterrée par un fagot d'épines que l'on fait traîner par un cheval et qui est suivi du rouleau. Quand la plante est sortie et qu'elle se distingue bien, on sarcle à la main pour que le champ reste aussi exempt que possible de mauvaises herbes. Il faut répéter plusieurs fois cette opération pour les semis de printemps. La gaude grandit; alors on cesse les sarclages et l'on attend pour faire la récolte que la graine ait noirci dans les capsules jusqu'au tiers de la hauteur des tiges. On arrache alors les plantes avec les racines et on la fait sécher. Les marchands exigent que les racines restent avec la tige et il ne faut pas faucher.

La dessiccation des tiges est facile et prompte dans les pays chauds; il suffit de les étaler sur l'aire pendant un jour ou deux. Dans ceux qui sont plus humides, la dessiccation complète exige cinq à six jours; mais quand le temps est incertain, Mathieu de Dombasle propose d'en faire de petites moyettes, en réunissant les tiges en faisceaux écartés du pied et qu'on lie à la partie moyenne par un lien d'osier. Les tiges étant sèches, on les bat sur un drap pour en obtenir la graine dont on retire de l'huile, et puis on les lie en bottes de 5 kilogr. Le prix moyen de la gaude est de 20 fr. les 100 kilogr.

Par l'association de la gaude à d'autres plantes on réduit beaucoup son prix de revient; mais si on la cultive à part, voici les frais qu'elle supportera en supposant une consommation de 2 kilogr. d'azote pour 100 de tiges.

Un labour à 0^m,16 de profondeur.	84^k,00 de blé.
Deux hersages.	12,28
Trois sarclages.	75,00
Fumier dosant 78 kil. d'azote	522,60
A reporter.	693,88

Report.	693,88
Arrachage.	11,40
Séchage et bottelage.	11,40
Rente de la terre.	327,00
	1043,68

Le produit étant de 3900 kil. de tiges, les 100 kil. reviennent à $\frac{1044}{39}$=26^{k},8 de blé ou 7^{f},24. Leur prix est de 20 fr., ou 91 kil. de blé.

CHAPITRE VII.

Sumac (Rhus coriaria).

Les feuilles de sumac contiennent une assez forte proportion de tannin et elles sont employées pour les teintures en noir, en gris, et pour le maroquinage des peaux. Les poudres de sumac qui sont dans le commerce proviennent de différents arbrisseaux (*Rhus coriaria* et *cotinus*, *Coriaria myrtifolia* et *Terebinthe*); mais le sumac des corroyeurs a seul été cultivé dans les terrains calcaires, ocreux et secs de la Sicile, où cette culture avait pris, pendant un certain temps, une grande extension, favorisée par l'élévation des prix. Mais ces avantages ayant ouvert les yeux des industriels, il en résulta une immense exploitation de sumacs venant spontanément dans les bois des différentes contrées chaudes. L'Espagne, le Portugal, l'Italie, le midi de la France en fournirent une grande quantité, et les prix tombèrent de manière à réduire beaucoup cette culture en Sicile. Cependant cette île n'a pas cessé de produire une plus grande masse de marchandises que toutes les exploitations nomades, et nous avons encore trouvé en 1839 beaucoup de terres couvertes de ces arbustes. La culture modèle existait toujours dans le jardin de la Favorite près de Palerme, où le roi avait établi sa résidence pendant son séjour dans cette capitale.

Le sumac a le grand avantage de croître sur les terrains secs

peu propres aux autres cultures, de durer fort longtemps et de ne pas exiger de grands frais. Nous croyons donc que c'est à tort qu'on le néglige dans les pays chauds, où l'on possède des terrains que, faute d'un capital suffisant ou par leur situation ou leur nature, on ne destine pas à des plantations plus profitables.

On plante le sumac au moyen de drageons pris au pied de l'arbuste, ou par des plants enracinés que l'on se procure facilement par un semis en pépinière. La première méthode est la plus usitée. On dispose les plants de $0^m,40$ à $0^m,60$ les uns des autres, on leur donne deux binages pendant la saison pour en extirper tous les rejets qui ne tarderaient pas à couvrir le terrain. Quand la pousse de l'année est terminée, en juillet ou en août selon le climat, on coupe les plants vers le sol, et l'on porte les tiges (feuilles et bois) au moulin, où elles sont réduites en poudre plus ou moins fine, ou bien on les vend en nature après dessiccation. On obtient ainsi d'un hectare de terrain 4000 à 5000 kil. de produit estimé à 16 fr. les 100 kil. quand il est de bonne qualité. Son prix de revient peut être fixé ainsi qu'il suit :

PLANTATION.

Un labour.	$144^k,00$
Hersage.	6,14
40000 plants.	1800,00 [1]
Plantation à la charrue ; le plant mis dans le sillon est recouvert par la tranche suivante.	25,00
	1975,14

FRAIS ANNUELS.

Intérêt du prix de la plantation.	$197^k,50$ de blé.
Deux binages et éclaircir.	195,00
Récolte.	37,75
Séchage.	25,00
Rente de la terre.	327,00
	782,25

On obtient 4000 kilogrammes de tiges et feuilles.

(1) Il s'agit ici de plants élevés en pépinières ; on peut les obtenir à un prix très inférieur en recueillant des drageons.

Il faut des terrains aussi propres à la culture que ceux des environs de Palerme pour produire 4000 kilogr. de sumac; mais il est facile de voir que le pair pourra être obtenu par une récolte de 1321 kilogr. seulement; cette culture laisse une grande marge aux bénéfices dans les climats chauds.

NEUVIÈME CLASSE.

PLANTES CULTIVÉES POUR LEURS FEUILLES NON APPLICABLES A L'ALIMENTATION.

Tabac.

Le tabac seul est compris dans cette classe. Cette plante d'Amérique fut d'abord apportée du Brésil en Portugal. Le cardinal Santa-Croce, légat à Lisbonne, la fit connaître à Rome, où elle prit le nom d'*herbe de Sainte-Croix* et ne tarda pas à être prohibée comme nuisible à la santé. Nicot, ambassadeur de France en Portugal, l'apporta en France en 1559 et la présenta à la reine Catherine de Médicis; il fut alors connu sous la dénomination d'*herbe à la reine* ou d'*herbe à Nicot*. Le nom de *Nicot* a été consacré au genre entier par les botanistes (*Nicotiana*). Les gens de mer, après avoir d'abord pris le tabac en poudre, empruntèrent des Américains l'usage de le fumer, et sous ces deux modes de consommation il est si usité aujourd'hui dans le monde entier, qu'il y est devenu un objet important de culture et de commerce et une grande ressource pour les finances des États. Aucune matière ne semble plus propre à supporter l'impôt; loin d'être un objet de première nécessité, son abus, qui n'est que trop fréquent, a de

graves dangers pour la santé; c'est purement une consommation de luxe, luxe qui pénètre jusque dans la chaumière aux dépens d'autres consommations plus utiles. L'impôt qui en restreindrait l'usage serait un véritable devoir pour les gouvernements chargés de veiller à la santé et au bien-être des peuples; mais dans des vues toutes fiscales, il est maintenu dans des limites telles qu'il ne puisse pas décourager l'acheteur et que la combinaison de son prix et de la quantité consommée donne le maximum de produit.

Dans l'usage du tabac à fumer on recherche une sorte d'ivresse stupéfiante qui endort la pensée; dans le tabac à priser, une excitation des membranes nasales qui peut devenir une cause habituelle de céphalalgie quand le sujet est très irritable, ou que l'on fait usage de poudres trop excitantes ou trop fines. Ces effets paraissent être produits par un alcoloïde particulier à cette plante (la nicotine) qui est peu sensible dans les feuilles simplement desséchées, mais qui, mis en liberté par la combinaison de l'ammoniaque avec l'acide auquel il se trouve combiné, combinaison que favorise la fermentation, agit alors avec une puissance proportionnée à l'étendue de désagrégation de la plante et de sa richesse de nicotine. Celle-ci s'exhale alors avec l'ammoniaque libre, et cette fermentation lente continue fort longtemps. La nicotine pure est si vénéneuse, que trois ou quatre gouttes suffisent pour tuer un chien, ainsi que l'ont appris les recherches de M. Barral, auxquelles nous empruntons une partie des détails contenus dans ce chapitre.

La consommation du tabac dans les différents pays a été estimée ainsi qu'il suit dans l'enquête à laquelle se livra la Chambre des députés, savoir :

	Par individu.		Par individu.
France, 1836.	0k,418	Belgique.	1k,000
— 1844.	0 ,492	Sardaigne	0 ,850
Angleterre.	0 ,416	Suisse	1 ,500
Autriche.	1 ,000		

La culture du tabac présenterait peu d'intérêt si presque partout il n'était frappé par le monopole. Par exemple, la consommation totale de la France est de 16,000,000 kilogr., et cette quantité pourrait être récoltée sur 10000 hectares de terre, et même sur 5000, si on cultivait avec les soins et les engrais qu'on lui accorde en Flandre : c'est l'étendue de territoire d'une commune. Si cette culture était libre, ne verrait-on pas bientôt la production dépasser toutes les limites de la demande; bientôt elle se concentrerait dans les terres naturellement riches, fraîches et meubles, autour des grands centres de fabrication, et deviendrait un monopole de localité comme la culture de la betterave. Ce qui le prouve, c'est que dans les pays où les qualités du tabac ne sont pas supérieures et où sa culture est libre, comme en Suisse, en Belgique, la culture du tabac décroît plutôt que de s'étendre, et que dans ceux où les qualités sont excellentes, comme la Virginie, Cuba, Venezuela, on ne le cultive aussi en grand qu'à la faveur du monopole établi dans les États qui viennent y acheter une partie de leur approvisionnement.

Il y a un grand nombre de variétés de tabac (*nicotiana tabacum*); celle que l'on cultive le plus généralement en Europe a les feuilles larges ; celle qui produit le tabac de Virginie les a beaucoup plus étroites. Dans l'Orient on cultive une autre espèce de tabac à feuilles crépues (*nicotiana crispa*), qui est originaire du Pérou, et dont les feuilles sont étroites et crispées. Notre variété donne des récoltes plus abondantes que les autres, qui d'ailleurs produisent des feuilles d'un prix plus élevé. Quelle que soit l'espèce ou la variété que l'on cultive, le climat tend à en modifier beaucoup la qualité. Le piquant des bonnes feuilles tend à se changer en âcreté dans les pays froids; le parfum et l'odeur tiennent tellement au sol, qu'avec le même climat on n'obtient pas partout ces qualités au même degré. Ainsi à la Havane on con-

naît d'une manière précise le lieu où s'arrêtent les qualités supérieures. Il en est des parfums du tabac comme du bouquet des vins que l'on ne peut communiquer par aucun moyen artificiel. Au reste l'abondance de nicotine est loin d'indiquer la qualité supérieure du tabac, pas plus que celle de l'alcool ne fait un vin de première qualité. Les tabacs de la Virginie, de Maryland, de Cuba, ont moins de nicotine que les tabacs d'Europe.

Le tabac est une des plantes qui contiennent le plus de matières fixes. Ses racines donnent 7 p. 100 de cendres; ses tiges, 10; les côtes (nervures des feuilles), 22, et ses feuilles, 23 p. 100.

D'après l'analyse de Posselt et Reimann, les feuilles de tabac possèdent la composition suivante :

Nicotine.	0,07	*Report*.	6,95
Matière extractive. . . .	2,87	Chlorure de potassium.	0,06
Gomme.	1,74	Nitrate et malate de po-	
Résine verte.	0,27	tasse.	0,21
Albumine.	0,26	Phosphate de chaux. . .	0,17
Gluten.	1,06	Malate de chaux.	0,72
Acide malique.	0,51	Silice.	0,09
Malate d'ammoniaque. .	0,12	Ligneux.	4,97
Sulfate de potasse. . . .	0,05	Eau.	88,84
A reporter. . . .	6,95		102,01

MM. Will et Fressenius, ayant fait l'analyse de 10 tabacs de Hongrie, ont trouvé que les feuilles donnaient en moyenne 22,62 p. 100 de cendres, et les tiges 22,2.

Ces cendres réunies ont donné les résultats suivants sur 100 parties :

Potasse.	12,89	*Report*.	59,37
Soude.	00,00	Phosphate de chaux. . .	0,00
Chaux.	26,51	Sulfate de chaux. . . .	5,07
Magnésie.	8,47	Silice.	6,85
Chlorure de sodium. . .	3,76	Acide carbonique. . . .	16,19
— de potassium. .	3,14	Carbone et sable. . . .	12,54
Phosphate de peroxyde de fer.	4,60		100,02
A reporter. . . .	59,37		

Les feuilles de tabac sèches du commerce renferment 5 à 6 p. 100 d'azote. La tige et les racines ont à peu près le même poids que les feuilles. Les feuilles de tabac à l'état normal, telles qu'elles se vendent, n'ont perdu que la moitié de leur humidité. On peut admettre que 100 de feuilles ou 200 de substance, y compris les tiges et racines à l'état normal, représentent 44 kil. à l'état sec et contiennent 5^k,28 d'azote, 0^k,114 de potasse et 0^k,194 de chaux. C'est donc un engrais beaucoup plus azoté que celui de ferme qu'il faudra donner à la plante, si l'on ne veut pas lui fournir en surabondance les autres éléments qui entrent dans sa composition, puisque le fumier de ferme contient plus d'alcalis fixes que d'azote [1].

Dans le département du Nord le produit est de 2400 kil. de feuilles à l'état normal, qui dosent 126^k,72 d'azote. On emploie la fumure suivante :

3300 kil. de fumier de ferme dosant.	13^k,20 d'azote.
200 tonnes d'engrais liquide de 125 kil. chacune dosant.	51 ,25
6600 tourteaux (7128 kil.).	350 ,00
	414 ,45

Ainsi l'aliquote prise par le tabac est $\frac{126,72}{414,45} = 0,30$

En Belgique, on récolte jusqu'à 3850 kil. de tabac à l'état normal, qui, avec les tiges réunies, dosent 203^k,28. On fume de la manière suivante :

66 voitures de fumier (51000 kil.) dosant. .	204 k. d'azote.
8400 kil. de tourteaux.	413
	617

L'aliquote de l'engrais prise par le tabac est de $\frac{203,28}{617} = 0,33$

A Cahors, on récolte 900 kilogr. de feuilles à l'état

(1) Voyez son analyse, t. I, p. 599, 2e édit.

normal dosant $47^{k},52$ d'azote. On fume ainsi qu'il suit :

48000 kil. de fumier dosant. . . . . 192 kil. d'azote.

L'aliquote d'azote prise par la plante est donc de $\frac{47,52}{192} = 0,25$

Il apparaît de tous ces calculs que le tabac, dans les terres fumées avec des engrais riches, prend les 0,33 de son azote, et seulement 0,25 quand les engrais sont d'une décomposition plus difficile. Cela explique pourquoi Albroëck recommande d'être très économe de fumier d'étable, non-seulement, comme il le dit, parce que ces engrais hâtent trop la maturité, mais parce que le tabac n'y trouve pas une nourriture suffisamment préparée. Ce sont donc principalement des engrais riches qu'il faut employer pour se procurer d'abondantes récoltes de tabac. Cette plante demande avant tout des engrais décomposés et faciles à absorber, et dans les fumiers qu'on lui donne elle ne s'empare que de la partie soluble. Elle laisse donc après elle une forte partie de l'engrais qui n'a pas encore subi la fermentation. C'est pour cela qu'on la voit se succéder à elle-même, sur le même terrain, avec une faible fumure, qui complète ce qui reste de l'engrais précédent, parvenu graduellement à l'état de solubilité.

On conçoit aussi comment, sur une fumure aussi riche que celle que l'on consacre au tabac, on peut obtenir sans autre engrais une récolte de colza, puis une de pavot, et deux récoltes de céréales, ainsi que le dit Schwerz[1].

Ainsi, sur l'engrais donné en Belgique.	0.617 d'azote,
le tabac a pris les 0,33.	0,202
Reste.	0,404
Le colza prend les 0,36.	0,149
Reste.	0.266
Le pavot les 0,27..	0,072
Il reste pour les deux récoltes de blé. . .	0,194

(1) Schwerz, *Culture des plantes économiques*, p. 141.

Quoique le tabac réussisse sur toute espèce de terrain, depuis le plus tenace jusqu'au plus graveleux, cependant ceux où l'on a établi le siége principal de sa culture sont des terrains meubles et frais. Il se développe abondamment dans ceux qui sont humides, mais il conserve toujours un goût herbacé et acide.

Le tabac se transplante toujours. La finesse de sa graine serait un obstacle pour les semis en place. Un centimètre cube de graine en renferme 11105 pesant 55 grammes; par conséquent un tiers de litre contiendrait 376833 graines, neuf fois plus qu'il ne doit entrer de plants dans un hectare. Dans les pays où sa culture est établie depuis longtemps, on trouve à acheter des plants tout préparés, autrement il faut se les procurer par les semis. Un espace de 10 mètres carrés de pépinière suffit pour obtenir ceux qui sont nécessaires pour planter un hectare; mais pour se procurer de beaux plants, il vaut mieux tripler cet espace. On y sème un tiers de litre de graines, après que la terre a été bien préparée à la bêche et bien fumée avec du fumier consommé ou de la colombine, ou du guano. On répand la semence mêlée à du plâtre fin ou de la farine pour bien distinguer les places qui sont couvertes; on les recouvre légèrement avec le râteau. Le terrain choisi pour les semis doit être abrité des vents; on le divise en plates-bandes séparées par des intervalles pour que la main puisse atteindre partout sans fouler les planches. Dans le nord on sème sur couches pour avoir des plants plus précoces.

Si on ne se sert pas de couches, on sème quand la température moyenne est arrivée à + 6°. Après le semis on arrose tous les jours légèrement, à moins que le temps ne soit humide ou pluvieux. Si l'on craint la gelée blanche, on couvre les planches de branchages ou de fagot d'épines.

Cependant on doit avoir préparé la terre pour la plantation.

Dans l'automne qui la précède, on répand sur le terrain tout le fumier de litière qu'on lui destine et on l'enterre par un trait de charrue à $0^m,16$ à $0^m,18$ de profondeur. A la sortie de l'hiver on donne un nouveau labour à la même profondeur, pour mêler le fumier à la terre, on roule et on herse pour briser les mottes. A l'approche du moment de la plantation, on répand les engrais riches, les tourteaux, la poudrette, les engrais flamands, de manière à compléter la quantité de 617 kilogr. d'azote pour obtenir 3850 kilogr. de tabac; on les enterre par un labour à $0^m,8$ à $0^m,10$; on le fait suivre d'un hersage double. On enraie ensuite la terre à la distance où l'on veut placer les plantes.

Dans le midi de la France, la régie exige que l'on plante seulement 10000 pieds par hectare; ils se trouvent donc à 1 mètre en tous sens les uns des autres. Peut-être est-ce tout ce que le terrain peut supporter en raison du peu d'engrais que la terre reçoit et du plus grand développement que prennent les pieds. Mais en Flandre on met 40000 à 50000 pieds par hectare. Si l'on considère qu'en ce pays les plantes jouissent d'une moindre quantité de lumière et de chaleur solaire, et que cependant elles se développent bien et fournissent des tabacs estimés, on jugera qu'avec des engrais suffisants on pourrait partout atteindre le même nombre sans inconvénient. Mais alors on ne pourrait plus se servir de la charrue pour les binages, comme on le fait dans les départements du midi; il faudrait les faire à la houe. L'abondance des produits compenserait bien l'augmentation des frais. La limitation du nombre des plantes résultant des règlements est absurde; elle condamne à une médiocrité uniforme les cultivateurs qui pourraient employer des méthodes et des quantités d'engrais différentes. Il n'est pas étonnant qu'avec de telles entraves les habitants du Lot se plaignent d'être constitués en perte par leur culture. Là où elle sera libre et où l'on cultivera dans de bonnes

conditions, on peut sans hésiter mettre 40000 plants par hectare et les espacer de $0^m,50$ en tous sens.

Quand le terrain est enrayé on procède à la plantation. On enlève les plants de la pépinière après l'avoir abondamment arrosée pour que les racines se séparent facilement de la terre. Les plants doivent alors avoir trois à quatre feuilles. On choisit ceux qui sont le moins endommagés, les plus forts, et on les place en terre au plantoir. Le moment le plus favorable pour la plantation est celui où la terre est fraîche sans être humide, et où le temps paraît disposé à la pluie. Si la terre est sèche, il faut arroser, et même dans les pays chauds couvrir chaque plant d'une large feuille (choux, bardane, potiron) ou d'un peu de paille mouillée après l'arrosement fait au pied. Après la reprise, on attend quinze à vingt jours pour donner le premier binage ; quand les plantes ont acquis $0^m,30$ de hauteur, on fait le second et l'on butte légèrement la plante. Enfin, quand le tabac commence à montrer ses boutons à fleurs, c'est le moment de l'arrêter par l'écimage, à la hauteur où l'on peut espérer que les feuilles inférieures prendront tout leur développement. On ne laisse fleurir que celles que l'on destine pour porte-graines. La chaleur reçue par les plantes pendant la végétation détermine le nombre de feuilles qui peuvent devenir vendables. En France, la régie ne permet pas de conserver plus de neuf feuilles par plante. En Belgique, on en recueille dix à douze ; à Tunis, on a jusqu'à vingt-cinq feuilles, mais en général vingt. Eu égard au développement observé des feuilles proportionnelles à la chaleur totale, et en supposant qu'en Belgique on puisse en effet obtenir onze bonnes feuilles, nous aurions :

	Chaleur totale.	Quantité de petites feuilles.
En Flandre, de juin, époque de la plantation, à la mi-septembre, époque de la maturité. .	2266°	11
En Languedoc, de mai en août.	2931	14
A Alger, de mars à la mi-juillet.	3986	19

Les feuilles supérieures, restant petites, sont en général d'un bon usage et sont employées par le commerce libre; mais les monopoles n'achètent que les feuilles larges et excitent à les produire, plutôt que d'en avoir de plus nombreuses et de plus étroites.

Aussitôt que la plante a été écimée, les bourgeons axillaires des feuilles poussent et tendent à produire des rameaux latéraux. Si l'on veut avoir un bon produit, il faut avoir soin de détruire ces rameaux au fur et à mesure de leur apparition : cette opération est surtout d'une urgente nécessité dans les pays où ce regain ne viendrait pas à maturité ou ne pourrait paraître sur le marché. Quand les feuilles du tabac jaunissent et qu'elles s'inclinent vers la terre, le moment est venu d'en commencer la récolte. Dans les cultures soignées, on enlève les feuilles supérieures à mesure qu'elles se flétrissent; mais en général la récolte se fait en une seule fois, soit en coupant la tige près du sol, soit en cueillant les feuilles une à une sur la tige.

Pour décider quel est celui de ces deux procédés qu'il est le plus convenable de suivre, il faut se rappeler que dans la préparation du tabac ce qu'on recherche surtout, c'est de mettre graduellement en liberté la nicotine et l'ammoniaque, par une fermentation lente et continue, qui une fois excitée se prolonge pendant un temps indéfini; que toute fermentation exige la présence de l'eau; que si l'humidité est trop forte et qu'elle soit secondée par la chaleur, la fermentation ne tarde pas à devenir *putride*, et qu'ainsi, si l'on entassait les feuilles encore fraîches, le tas ne tarderait pas à se convertir en pur terreau.

Il faut donc procurer aux feuilles une demi-dessiccation qui leur permette de fermenter, sans que cette fermentation soit trop rapide. Dans les pays méridionaux, les feuilles moins épaisses, moins saturées d'eau, ne tardent pas, sous l'influence

d'un climat chaud et sec, à se dessécher aussi complétement que l'herbe des prés qu'on convertit en foin; dans cet état elles conservent leur verdeur, mais la fermentation ne peut s'établir. Pour prévenir cette forte dessiccation, il faut donc, ou soustraire immédiatement les feuilles à l'action du soleil en les portant à l'ombre au moment où on vient de les cueillir, ou couper la tige à laquelle adhèrent les feuilles, ce qui conserve plus longtemps leur humidité. Voilà les considérations qui peuvent déterminer le choix entre les deux modes de récolte.

Dans les pays septentrionaux, au contraire, on ne cueille les feuilles que successivement; on les porte dans des séchoirs construits exprès, où elles se sèchent lentement et quelquefois seulement à l'aide d'une chaleur artificielle. Mais comme elles conservent encore trop d'humidité, après le premier séchage on les met en tas pour qu'elles s'échauffent; elles commencent alors à fermenter, la feuille noircit, l'arome se développe fortement, on ouvre le tas, et à la faveur de cette chaleur excitée, l'évaporation s'établit rapidement et la feuille parvient à une dessiccation suffisante. Mais on a alors du tabac noir et fort. Ce procédé est tout à fait analogue à celui que l'on emploie pour avoir du foin brun. C'est celui au moyen duquel les Hollandais préparent le tabac d'Amersfort. Cette méthode suppose une précision manufacturière qui n'est pas le fait du plus grand nombre des cultivateurs. Il leur faut des pratiques plus simples et plus sûres.

A Tunis, quand les plantes sont coupées, on les place à l'ombre, ou on les couvre de nattes ou de toile pour les préserver du soleil. Elles sont disposées par couches peu épaisses (cinq à six plantes couchées l'une sur l'autre). Après le coucher du soleil on les transporte au séchoir, où on les dispose en petits tas de trois à quatre plantes, les unes sur les autres, en les recouvrant de paille. Elles restent ainsi trois jours, pendant les-

quels on a soin de les retourner et de les agiter chaque jour pour qu'elles ne s'échauffent pas trop. Par l'effet de cette opération, les feuilles changent de couleur et deviennent jaunes, de vertes qu'elles étaient. On tord alors les tiges, en les saisissant par les deux extrémités, et on les suspend verticalement au plancher par de petites ficelles sans les trop serrer les unes contre les autres. La dessiccation s'opère ainsi à l'ombre et lentement. Les feuilles ayant passé à la couleur brune, on les détache de la tige et on en forme des lits peu épais, que l'on expose au soleil pendant quelques heures. On recommence cette opération pendant deux à trois jours jusqu'à ce que la côte ait perdu toute son humidité et que la feuille soit devenue luisante, de terne qu'elle était en sortant du séchoir. On les lie alors par cent, au moyen de petites feuilles, et l'on en fait un grand tas. Elles y reprennent toute leur souplesse en quarante-huit heures; dès que le tas manifeste un peu de moiteur, on l'ouvre et l'on en forme des couches peu élevées que l'on visite fréquemment. Si, au bout de quinze jours, il ne se manifeste aucune trace de moisissure ou d'humidité, on double les tas, en maintenant toujours dans toutes ces opérations le classement des feuilles inférieures, moyennes, supérieures; classement que l'on a fait de prime abord, au moment de l'effeuillaison. Le magasin bien fermé est visité fréquemment et les feuilles remuées. Quand les dernières chaleurs de l'automne sont passées et qu'on ne craint plus de fermentation prompte, on lie les feuilles entre elles par paquets de vingt-cinq à trente, la dernière de ces feuilles servant à lier les autres : c'est ce qu'on appelle des *manoques*. On les met en couches couvertes d'une grosse toile en attendant la vente.

A Venezuela [1], on enlève les feuilles successivement; après les avoir fait sécher à l'ombre sous des hangars, et quand le tabac est devenu jaune et flexible, on enlève les côtes et on le

(1) Codazzi, *Economie rurale* de Boussingault, t. Ier, p. 431.

tord en cordes que l'on met en peloton du poids de 30 à 40 kilogr.; on fait un lit de ces pelotons, on le couvre et on le laisse fermenter pendant quarante-huit heures en arrosant le tabac s'il est trop sec ; si, par l'effet de la fermentation, le tabac s'écbauffe, on l'expose à l'air pour la ralentir, ensuite on déroule les cordes, on les suspend à l'ombre pour faire évaporer l'humidité, et il reste suspendu jusqu'à ce qu'en le tordant il ne rende plus de jus. La dernière façon est d'en former des pelotes du poids de quelques kilogr. Si, avant de commencer cette opération, on s'apercevait que le tabac n'est pas *fait*, on l'exposerait de nouveau à la fermentation. Dans ce procédé une fermentation excessive est prévenue par la mise en cordes, qui soustrait le tabac à l'action de l'air en serrant fortement les feuilles les unes contre les autres.

Dans le nord de la France et en Belgique, les feuilles sont toutes récoltées à la fois ; elles sont enfilées à des ficelles et exposées dans le séchoir où elles sèchent lentement. Quand elles ont acquis le degré de dessiccation convenable, on les assemble en manoques de soixante à soixante-dix feuilles, on les étend sur le grenier et les retourne tous les huit à dix jours. Quand la température a baissé, on les met en tas de 0^m,66 de hauteur sur 0^m,90 de largeur. Si le tas vient à s'écbauffer, on l'ouvre et on l'étend. Quand il a passé quelque temps dans cet état et qu'il ne s'échauffe plus, on le couvre d'une toile sur laquelle on place des poids pour maintenir une fermentation lente. Ici, ce qu'on craint le plus, c'est de ne pouvoir parvenir à une dessiccation suffisante, et l'on ne provoque la fermentation que tard, quand la feuille est arrivée à un état de dessiccation tel qu'une fermentation pressée ne peut plus s'établir.

Nous nous arrêtons ici. Nous en avons dit assez pour faire comprendre quels sont les principes qui doivent guider le planteur dans la préparation du tabac. Mais dans tous les pays

à monopole, il faudra de plus consulter les ordonnances qui régissent la matière pour pouvoir contenter le seul acquéreur qui soit possible. Selon les différentes régions, l'administration prescrit certaines conditions dont on ne peut s'affranchir, même pour faire mieux que les autres. C'est à la régie financière elle-même à étudier la matière, à sortir de ses cadres uniformes pour rechercher les différences que les climats doivent apporter dans la culture et la préparation.

Quand on cueille les feuilles à part, les tiges sont généralement arrachées et servent pour le chauffage. Dans son *Agriculture d'Alsace*, Schwerz dit que leur séjour sur le sol lui fournit un engrais dont l'effet est très marqué.

On pourrait se procurer un regain de feuilles en laissant pousser les ramifications après avoir enlevé les feuilles. Quoique sa qualité soit très inférieure, ce supplément de récolte pourrait avoir de l'importance dans les pays chauds où l'été est prolongé.

Le prix des tabacs sur les lieux de production est de 46 fr. les 100 kilogr. à Cuba; 64 à 70 fr. en Virginie; 81 à 75 fr. en Maryland; 41 à 53 fr. en Kentuky. Le prix moyen payé par la régie en France varie de 74 à 56 fr., prix moyen 63 fr. (286^{k},36 de blé).

Le prix de revient du tabac cultivé convenablement est le suivant :

Trois labours.	432^{k},00 de blé.
Engrais pour un produit de 3000 kil. de feuilles, 158^{k},4 d'azote.	1061,28
Cette aliquote d'engrais est prise sur une masse de 528 kil. d'azote ; il restera donc en terre 448^{k},80 d'azote valant 3006^{k},96 de blé, et dont l'intérêt pour un an.	300,69
40000 plants à 2^{f}50, ou 11^{k},36 de blé le 1000. .	454,40
Plantation.	46,00
Arrosement.	46,00
Deux binages.	182,00
Écimage : 12 journées.	71,52
A reporter.	2593,89

Report.	2593,89
Enlever les bourgeons : 6 journées.	18,00
Récolter, couper un hectare : 15 journées. . .	85,40
Transport.	10,00
Frais de dessiccation à raison de 33k,3 p. 100..	1000,00
	3707,29

Le prix de revient de 100 kil. est de $\frac{3707,29}{30}$ = 123k,57 de blé ou 33f,36.

On voit que le bénéfice serait considérable avec une culture libre et bien dirigée ; mais avec la limitation du nombre de plantes, de celui des feuilles, avec la petite quantité d'engrais dont on dispose en certains lieux, les frais de culture restant les mêmes, il n'est pas étonnant que cette culture soit peu lucrative et ne doive être enviée que par ceux qui ne connaissent pas cette situation.

DIXIÈME CLASSE.

PLANTES TEXTILES.

La consommation des filaments tirés de l'écorce des plantes subit une grande concurrence par l'effet de l'introduction du coton dans la fabrication des étoffes. Le bon marché de son lainage, la plus grande facilité qu'il offre par sa filature, lui ont assuré une grande part dans la consommation qui était autrefois dévolue entièrement aux plantes textiles. Cependant, à ne considérer que la France, la consommation de ce pays absorbe encore 2 kilogr. de filasse de chanvre et 1 kilogr. de filasse de lin par individu ; or, la consommation du coton étant d'environ 2 kilogr., et son usage s'étendant ou se rédui-

sant à proportion de l'abaissement ou de l'élévation du prix des substances rivales, on conçoit qu'il soit un régulateur qui fixe, pour ainsi dire, l'état du marché dans des limites que l'on ne peut dépasser.

Quoique très épuisantes, les plantes textiles n'occasionneraient pas une grande déperdition d'engrais si leur préparation pouvait être dirigée sur d'autres principes. En effet les feuilles, les tiges et les graines riches en azote restent au profit du sol, soit dans la fabrication des fumiers, soit par la fabrication des tourteaux; il n'y a de perdu irrévocablement que l'albumine fixée à l'écorce dans les procédés actuels de rouissage. Ces plantes ne sont donc pas d'une manière absolue des plantes épuisantes, puisqu'à la rigueur elles ne céderaient au commerce que des fibres ligneuses dépourvues de parties azotées. Il suffirait de prendre les précautions nécessaires pour conserver au terrain qui les a produites les résidus dont la perte constitue en effet le vice de cette culture.

Une des raisons qui militaient en faveur de cette culture, c'était le travail industriel qu'elle réservait aux cultivateurs. La filature du chanvre et du lin a été longtemps une ressource importante pour nos campagnes. Elle occupait les moments de loisir de la ménagère; elle était la seule occupation de la vieillesse. L'invention des métiers à filer diminue chaque jour cette ressource. C'est maintenant le travail agricole seul, auquel on peut ajouter le serançage, que nous devons considérer dans cette culture. Le chanvre et le lin sont les deux plantes textiles principalement cultivées; le fil du lin est beaucoup plus fin, mais moins tenace que celui du chanvre. On cultive encore le genêt d'Espagne dans les terrains sablonneux de quelques communes de l'arrondissement de Lodève[1], et l'on en utilise la filasse; le *phormium tenax*,

(1) *Mémoires de la Soc. d'agricult. de Paris*, 1785. Automne. p. 137.

plante de la Nouvelle-Zélande, réussit sur les sables des bords de la Méditerranée ; mais on n'est pas parvenu à le teiller convenablement, et les lessives décomposent son fil avec beaucoup de rapidité ; il ne doit être employé que pour les cordages. Sa culture ne s'est pas étendue. On vante l'ortie blanche de la Chine (*urtica nivea*), qui a été cultivée en petit par M. Regnier d'Avignon, mais qui n'a pas été essayée en grand, et plus encore la ramie de Java, que M. Decaisne annonce comme donnant lieu à une grande exploitation et à un commerce étendu, mais qui ne s'accommoderait pas de nos climats européens[1].

CHAPITRE Ier.

Chanvre.

Le chanvre fait la richesse de contrées entières. En France les départements de la Sarthe, de Maine-et-Loire, de l'Isère et du Puy-de-Dôme sont ceux où cette culture est le plus étendue. Le Bolonais et la Romagne en Italie, l'Ukraine en Russie, l'Amérique septentrionale présentent des cultures importantes de chanvre. Auprès de chaque ferme on trouve le plus souvent en tous lieux la chènevière, petit espace de terrain possédant les qualités propres à la production du chanvre, et qui est sous la tutelle spéciale de la fermière qui en tire sa provision de toile de ménage. Ce grand nombre de petites parcelles n'offre rien à l'industrie manufacturière. Dans les pays où le chanvre est cultivé en grand, cette plante occupe tous les terrains frais ; elle absorbe tous les soins et tous les engrais, et rend la contrée presque inhabitable pendant le mois qui suit la récolte par l'odeur désagréable et malsaine qu'elle répand par son rouissage. A cette époque il est impossible de traverser certaines parties de la Lombardie, les environs de Gre-

(1) *Journal d'agriculture pratique* de Bixio, 1845, p. 767.

noble, les rives de la Loire au-dessus d'Angers, sans être saisi péniblement de l'infection répandue dans l'air. Des faits nombreux prouvent évidemment que cette opération devient la source de fièvres intermittentes dans les lieux où elle s'effectue. D'après ses expériences et la discussion de ces faits, M. Charvet, docteur-médecin à Grenoble, conclut que chaque routoir est un petit marais temporaire contenant des végétaux en putréfaction, qui devient une centre d'émanations nuisibles dont l'action fâcheuse s'accroît au moment où l'on écoule les eaux pour extraire le chanvre, opération qui se renouvelle plusieurs fois dans chaque routoir pendant la même saison, et qui augmente d'autant les chances fâcheuses pour les populations environnantes. Cette considération, unie à d'autres considérations économiques que nous exposerons plus loin, doit faire désirer vivement que l'on trouve un moyen de détacher la fibre de l'écorce, et de la dégager de la gomme-résine qui l'enduit, sans recourir au mode fâcheux de la fermentation putride. Des tentatives nombreuses sont faites chaque jour dans ce but; espérons, dans l'intérêt de la santé publique et de l'agriculture, qu'elles finiront par obtenir du succès.

La rapidité de la croissance du chanvre permet de le cultiver dans les climats les plus divers; mais si elle n'est pas limitée par la température, elle l'est par le choix des terrains qui lui conviennent. Il ne prospère que dans ceux qui sont frais pendant toute la durée de sa végétation, sans conserver de l'humidité dans le fond; il réussit mal dans ceux qui sont tenaces; enfin il craint les grands vents qui, en agitant et faisant heurter les tiges entre elles, altèrent sa fibre, la rendent dure, la couvrent de nodosités et lui font perdre une grande partie de sa valeur.

Isolé de toute autre plante, le chanvre atteint parfois 7 mètres; sa tige acquiert alors de la dureté, se ramifie, les filaments de son écorce sont tenaces et grossiers. On en obtient seulement

du chanvre propre à faire des cordages. Le fil devient plus fin à mesure que les plantes sont plus serrées, et que, recevant moins de nourriture par la concurrence des voisines, elles prennent moins de développement, et qu'enfin, par l'ombre qu'elles projettent l'une sur l'autre, elles subissent une espèce d'étiolement. Ce fil est moins tenace que celui du chanvre qui est venu avec plus de liberté; c'est celui qui produit le chanvre à toiles.

Le chanvre à toiles de la Mayenne acquiert 2 mètres de hauteur et $0^m,03$ de circonférence; il perd de sa valeur quand il a moins de $1^m,60$ d'élévation. C'est à la culture, à l'exposition, aux choix des semences parmi les pieds les plus élevés continués pendant plusieurs générations, que l'on doit les deux variétés de chanvre. Dans la Lombardie on cultive essentiellement le chanvre à cordages, parce que c'est avec le lin qu'on fabrique la toile, tandis qu'en France on cherche à obtenir du chanvre fin. Ces deux variétés amènent d'assez grandes différences pour que nous devions en tenir compte.

Une tige de chanvre femelle de grande taille ($0^m,45$ de circonférence au bas de la tige) a présenté les résultats suivants à l'état sec :

		Dosant en azote pour 100.	Dosant en azote pour la totalité du poids.
Bois désigné sous le nom de chenevotte.	80gr.	0,43	0g ,34
Filasse verte sortant du rouissage non sérancée.	18	7,56	1 ,36
Feuilles.	92	1,82	1 ,67
	190		3 ,37
Rapp. de la filasse au bois, 0,225. Azote pr 100 de la pl. sèche,			1 ,77

Tige de chanvre fin (de $0^m,16$ de circonférence à sa base).

Chenevotte.	18gr.	0,43	0g. ,07
Filasse verte.	7	7,56	0 ,52
Feuilles.	36	1,82	0 ,65
	61		1 ,24
Rapp. de la filasse au bois, 0,389. Azote pr 100 de la pl. sèche,			2 ,03

(1) Gallesio, *Mémoire sur la culture du chanvre. Annales de l'agriculture française.* Décembre 1829 et janvier 1830.

Dans l'opération du rouissage, 100 de la plante sèche moins les feuilles se réduisent à 58,8. Il reste dans le routoir 41,2 d'extrait contenant 3,28 d'azote p. 100, c'est-à-dire que pour 100 de la plante nous avons 1,35 d'azote; les feuilles pesant 94 dosent 1,71. Nous retrouvons donc ici 3,06 d'azote, et nous n'en avons perdu que 0,31. Il en résulte d'une manière évidente que si nous pouvions recueillir exactement l'extrait du routoir, son azote étant ajouté à celui des feuilles, nous n'aurions qu'une perte légère de 0,31 pour chaque poids de plantes sèches représenté par 194.

Si nous rapportons cette perte à la filasse, nous trouvons que 194 de plantes sèches produisent 5,4 de filasse. Donc pour avoir 100 kilogr. de filasse nous devons obtenir 3592 de plantes sèches, qui nous donnent une perte de $5^{k},73$ d'azote. Voilà à quoi se bornerait le titre de l'engrais propre à réparer les pertes de la culture, si l'on recueillait l'extrait des routoirs et qu'on enterrât les feuilles dans le champ lui-même. Il n'en est pas ainsi dans l'état actuel des choses. On ne conserve tout au plus que l'azote des feuilles dosant pour 3592 kilogrammes de plantes sèches 31 kilogrammes. Mais l'azote total est de $63^{k},58$; il y a donc une perte de $32^{k},58$ d'azote pour 100 kilogrammes de filasse, ces calculs étant faits sur la grande espèce de chanvre. On voit donc que dans la pratique actuelle l'engrais se trouve consommé en pure perte, et que la culture du chanvre est une véritable destruction de celui qu'on lui fournit.

La rapidité de la croissance du chanvre fait pressentir qu'il lui faut surtout des engrais consommés, dont la décomposition avancée lui permette de s'emparer des éléments qui lui conviennent. M. Kane[1] a donné l'analyse complète de la tige du chanvre telle que nous la rapportons ici :

(1) *Philosoph. transact.*, 3e série, t. XXIV, p. 98.

Carbone.	3991	*Report.*	9716
Hydrogène.	504	Chaux.	191
Oxygène.	4872	Magnésie.	22
Azote.	174	Potasse.	34
Acide carbonique.	145	Soude.	3
— sulfurique.	5	Silice.	30
— phosphorique. . .	15	Oxyde de fer et alumine. .	4
Chlore.	7		10000
A reporter.	9716		

On voit qu'excepté la chaux qui lui convient si fort que dans les terrains qui en manquent on a remarqué le bon effet du plâtrage ou du chaulage, le chanvre n'a pas d'avidité spéciale pour d'autres espèces d'éléments minéraux.

Crud appréciait l'épuisement causé par le chanvre à 1500 kil. de fumier ou 60 kil. d'azote pour 100 kil. de filasse; nous avons trouvé que cette perte était de $63^{k},58$. Voici maintenant les différentes pratiques qui sont suivies pour réparer cette perte. Dans le Bolonais on répand sur le terrain que l'on veut semer en chanvre pour la première fois 40000 kil. de fumier (320 kil. d'azote), et 20000 (160 kil. d'azote) seulement sur les fonds qui sont soumis de longue main à cette production. En été on sème des fèves sur ces engrais, et on les enterre en automne quand elles sont parvenues à la hauteur de $0^{m},40$ à $0^{m},50$, au moyen d'un labour profond de $0^{m},35$ qui se fait au moyen de larges bêches. On obtient ainsi au moins l'équivalent de 5000 kilogr. de fanes de fèves sèches dosant 3,0 d'azote p. 100, ou 150 kilogr. d'azote. Au moment du semis du chanvre, on couvre la terre de matière fécale, de poudrette ou de tourteaux que Crud apprécie $\frac{18}{100}$ de l'engrais précédent (fumier et fanes de fèves), ou à $84^{k},6$ d'azote; nous avons donc un engrais total ainsi composé :

Fumier.	$320^{k},00$ d'azote.
Fanes de fèves.	150 ,00
Tourteaux.	84 ,60
	554 ,60

au moyen duquel on obtient 1200 kil. de filasse, qui enlèvent, en laissant les feuilles sur le terrain, $12 \times 32,58 = 390^{k},96$ d'azote. Le chanvre a donc pris une aliquote de l'engr. représentée par

$$\frac{390,96}{554,60} = 0,7$$

Dans Maine-et-Loire[1] on fume avec 30 mètres cubes de fumier (24000 kilogr.) sans mélange apparent de litière, dosant 0,80, ou avec 192 kilogr. d'azote. Le terrain était dans un état de fertilité à pouvoir produire 21 hectol. de blé; il possédait donc déjà

$$\frac{43,26}{0,27} = 160 \text{ kilogr. d'azote,}$$

total de la fertilité 352 kilogr. d'azote. On récolte sur cette fumure 780 kilogr. de filasse qui emportent $254^{k},14$ d'azote. L'aliquote prise par la récolte est donc de

$$\frac{254}{352} = 0,72.$$

Dans l'Isère, sur un sol d'une fertilité à pouvoir produire aussi 21 hectol. de blé (160 kilogr. d'azote), on met 96000 kilogr. de fumier[2] dosant 344 kilogr. d'azote, total 504 kilogr., et l'on obtient une récolte de 1000 kilogr. de filasse qui empruntent au champ $325^{k},80$ d'azote; l'aliquote prise par la récolte est donc

$$\frac{325,80}{504} = 0,64.$$

De tous ces faits nous pouvons conclure que le chanvre dépouillé de ses feuilles consomme $32^{k},58$ d'azote pour 100 kilogr. de filasse, et qu'il les puise dans une quantité d'engrais qui est les $\frac{100}{75}$ ou $\frac{100}{70}$ de la quantité consommée. Ainsi voulant obtenir une récolte donnée de chanvre, pour connaître l'indice

(1) *Agriculture de l'Ouest* d'Oscar Leclerc, p. 298 et 304.
(2) *Statistique agricole de l'Isère*, p. 241.

de l'engrais qu'il faudra lui accorder (l'indice est toujours la quantité d'azote contenu dans cet engrais), on multipliera le nombre de kilogrammes de filasse à obtenir par 32,58 et on le divisera par 70. La récolte maximum que nous connaissons est de 1400 kilogr. de filasse. Si nous cherchons l'indice de l'engrais qui lui est nécessaire, nous avons :

$$\frac{1400 \times 32{,}58}{70} = 651^{k},60.$$

La grande culture du Bolonais consiste à labourer après la moisson. Ce labour, profond de $0^{m},35$, s'exécute à la charrue avec pelleversage, ou avec une grande bèche; dans ce dernier cas on emploie 60 journ. d'ouvrier par hectare pour les terres meubles de ce pays; on roule et on herse. Quand les herbes adventives ont poussé, on charrie le fumier destiné au chanvre, on l'enterre en semant en même temps des féverolles; ce fumier forme la moitié de l'engrais total nécessaire. Lorsque celles-ci ont atteint $0^{m},40$ à $0^{m},50$ de haut, et avant l'époque des gelées, on les renverse par un coup de charrue. La valeur de cette fumure verte servira de guide pour déterminer le complément d'engrais que l'on donnera plus tard avant le semis du chanvre.

Le terrain demeure en cet état jusqu'à ce que la température de l'air soit remontée à + 9° à + 10°; alors on répand la graine de chanvre à la dose de 125 à 150 litres par hectare, de manière que les plantes soient espacées de $0^{m},05$ à $0^{m},06$ et qu'il y ait environ 300 tiges par mètre carré. Elles se réduisent ensuite, soit d'elles-mêmes, soit par le sarclage, au nombre nécessaire proportionné au degré plus ou moins fin de la filasse que l'on désire obtenir. 100 graines de chanvre pesant $1^{gr},62$, un litre renferme 36260 graines; 125 litres en renferment 4532500, ce qui donne 453 graines par mètre carré. Selon M. David, on regarde dans son pays comme compromis et équivalent à un chanvre grêlé celui dont les plantes ne sont pas éloignées l'une de l'autre d'au moins $0^{m},08$ (157 plantes

par mètre). Crud les veut espacées de 0m,065 (250 par mètre); le chanvre est alors plus fin, mais la récolte est moins abondante.

On enterre ordinairement la semence avec la houe plate à la main, puis on aplanit le terrain avec un râteau de fer. En même temps que la semence, on répand sur le sol le complément de l'engrais, sous forme pulvérulente.

Dans la fumure verte, on substitue quelquefois le colza ou la navette à la féverole, mais c'est à tort, puisque celles-ci puisent leur nourriture dans le sol, et qu'en les enterrant on ne fait que lui restituer ce qu'on lui a pris, tandis que la féverole la prend en grande partie dans l'atmosphère.

Aussitôt que le chanvre a levé, on lui donne un premier sarclage à la main ou avec de petites houes portatives. On le récidive quand la plante a atteint 0m,30 de hauteur, et alors on éclaircit de manière à ne laisser que le nombre de plantes qui doivent rester définitivement. On attend alors l'époque de la récolte; le chanvre étouffant désormais sous son ombre toutes les mauvaises herbes, de nouveaux sarclages sont inutiles.

Dans la vallée de la Loire on donne le labour préparatoire en novembre avec la bèche ou la houe à la main, à la profondeur de 0m,25 à 0m,27. On exécute ce travail, qui enterre le fumier destiné au chanvre, avec quatre-vingt-dix journées d'hommes. Au mois d'avril on donne une seconde œuvre plus superficielle avec la houe pour détruire les mauvaises herbes, ce qui se fait en quinze journées; on la réitère quelquefois avant le semis s'il y a eu une nouvelle pousse d'herbes. Pour exécuter le semis on fait à la houe des sillons de 0m,04 à 0m,05 de profondeur, on répand la graine sur le plafond du sillon, et on la recouvre avec la terre que l'on extrait en ouvrant le sillon voisin. On plombe à mesure le terrain avec le dos de la houe. Ce genre de semis exige 7 iourn.,6 par hectare. S'il se forme une croûte dure à la surface du terrain et que le chanvre tarde à

sortir, on passe le râteau pour rompre l'adhérence de la terre. On se fie assez dans ce pays à la rusticité du chanvre qui étouffe la végétation adventive, pour se dispenser de faire des sarclages. Il paraît que, livré ainsi à lui-même, il conserve 400 tiges par mètre carré; aussi est-il très fin, mais sa récolte ne s'élève pas au-dessus de 800 à 900 kil. de filasse par hectare.

Si nous avions à juger les deux méthodes, nous donnerions sans hésiter la préférence à celle du Bolonais, soit pour la conduite des travaux, soit pour la répartition exacte et abondante de l'engrais, soit pour les soins qui suivent la sortie.

Si l'on veut faire du chanvre à cordages et l'obtenir en quantité, pas de doute qu'il ne faille en tirer la semence des pays où il est déjà cultivé depuis longtemps et où il est de haute taille. Dans le cas contraire, on la prendra dans les pays où la filasse est la plus fine. Dans l'un et l'autre cas, il ne tardera pas à se modifier conformément au terrain et au climat nouveaux où on l'a transporté, et on ne conservera les propriétés primitives qu'au moyen de nouvelles importations de graines.

Pendant sa végétation le chanvre est exposé à plusieurs accidents. Dans les lieux où le ver blanc est commun, il fait le désespoir des cultivateurs du chanvre. Les vents violents brisent ses tiges, ou au moins les fatiguent et durcissent le chanvre; la grêle leur est funeste : chaque grêlon qui les frappe forme un calus qui détruit la continuité de la filasse. Dans certains pays l'orobanche est un des fléaux les plus rédoutés ; cependant Schwerz assure qu'elle ne fait pas de grands dégâts, quoique en Allemagne cette plante parasite porte le nom de bourreau du chanvre (*haufmurger*). Le chanvre craint peu les inondations, et le même auteur nous apprend que dans une inondation du Rhin le chanvre fut couvert d'eau jusqu'à la hauteur de $0^{m},60$ pendant trois semaines, sans que cela lui nuisît d'une manière sensible[1].

La récolte du chanvre se fait en une fois ou en deux fois,

(1) *Assolements de l'Alsace*, p. 256.

selon que l'on se borne à la récolte de la filasse, ou qu'en outre on veut avoir celle de la graine.

Si l'on veut obtenir tout le produit en filasse de la meilleure qualité, on commence la récolte quand les fleurs mâles ont défleuri et que les feuilles commencent à jaunir. Elle se fait ou en coupant la tige près du collet avec des sapes (méthode italienne usitée pour les grands chanvres), ou en l'arrachant à la main. Le sciage des tiges exige douze journées par hectare. En Italie, après les avoir coupées, on les place en javelles sur le champ, et on les y laisse sécher de deux à trois jours. Lorsqu'elles sont sèches, on les secoue pour en faire tomber les feuilles. On transporte ensuite le chanvre à la ferme pour l'assortir. Pour cela on le met en tas horizontal, le pied des plantes appuyé contre un mur; on le charge d'un plateau pour empêcher qu'il se dérange. On retire alors les brins les plus longs, puis les moyens, puis les courts, les liant en petites gerbes, unissant enfin plusieurs de ces gerbes pour en faire des faisceaux dont chacun ne contient que des brins de longueur égale. On retranche le sommet des brins pour ne conserver que ce qui peut faire de la bonne filasse et on envoie les faisceaux au rouissage[1].

En France et partout où l'on cultive le chanvre à toile, on l'arrache de terre par petites poignées composées de six à quinze brins, selon la résistance que le sol plus ou moins dur oppose à l'arrachage; on détache la terre qui tient aux racines en les frappant contre un corps résistant (le sabot des ouvriers quand ils en portent). Ces poignées sont réunies en javelles de $0^{m},50$ de circonférence que l'on nomme *poignées*. Selon l'état du sol, il faut de quinze à trente journées pour arracher le chanvre d'un hectare. Quand le chanvre est tout arraché, on le lie en gerbes de 1 mètre de circonférence au moyen de liens d'osier ou de paille de seigle, et on les met rouir le même jour. Le chanvre est moins blanc quand on diffère le rouissage.

(1) Crud, *Economie de l'Inde*, § 220.

Quand on veut récolter la graine à part, on commence par arracher les plantes mâles (femelles dans le langage vulgaire) quand les fleurs ont défleuri et que les feuilles jaunissent; il reste alors dans le champ un tiers environ de plantes femelles (mâles du vulgaire) qui végètent plus à l'aise et que l'on arrache à leur tour quand leurs feuilles jaunissent et que la graine commence à brunir. On les lie en petites bottes, on en fait des faisceaux que l'on redresse pour que la graine achève de mûrir. On les bat ensuite pour en extraire la graine. Dans l'intervalle, il faut les préserver des oiseaux qui en sont très friands. Dans une culture pareille, on compte sur 293 kilogr. de graines et sur 689 kilogr. de filasse, au lieu de 780 kilogr. de filasse qu'on aurait obtenus en arrachant tout le chanvre à la fois[1]. La graine de chanvre se vend prix moyen 30 fr. les 100 kil. En supposant la filasse à 92 fr. les 100 kil., nous avons :

Pour la culture avec graine. . . . . $2{,}93 \times 30 + 6{,}89 \times 92 = 721$ f. 78.
Pour la culture pour la filasse seule. $7{,}80 \times 92 = 717$ f. 60.

Les soins de double récolte et de double rouissage font plus que compenser cette différence. Aussi dans toutes les cultures avancées on se procure autrement la graine dont on a besoin. Il suffit de semer quelques graines de chanvre avec la luzerne, ou sur le bord des récoltes sarclées des maïs ou des betteraves. Ces plants isolés se ramifient beaucoup et donnent une grande quantité de semences. Le chènevis sert à fabriquer de l'huile qui s'y trouve à la dose de 19 p. 100 de graine. Cette huile est douce et agréable au goût. Le tourteau contient 4,78 d'azote p. 100 à l'état sec.

Les filaments de l'écorce des plantes textiles sont fortement agglomérés ensemble par une matière gommo-résineuse qui s'oppose à leur séparation avant qu'on soit parvenu à la détruire. Le moyen employé jusqu'ici pour opérer cette destruction consiste à exciter par l'humidité et la chaleur une fermentation qui décompose la gomme-résine. On obtient ces deux éléments néces-

(1) Oscar Leclerc, *Agriculture de l'Ouest*, p. 302.

saires : 1° en étendant les plantes sur les prés à l'action de la rosée. La fermentation est alors interrompue chaque jour par la dessiccation amenée par l'action du soleil, et l'opération dure un mois et plus avant que la filasse se détache et se sépare entièrement. On a alors le chanvre gris qui a un peu moins de valeur que le blanc. Cette opération prend le nom de rosage (de *ros*, rosée). 2° En plongeant les gerbes de tiges dans l'eau et les y laissant jusqu'à ce que la fermentation ait détruit la gomme-résine. Cette opération s'appelle le rouissage. S'il a lieu dans une eau courante qui entraîne à mesure la matière colorante, le chanvre acquiert une belle couleur blanc-jaunâtre qui est très recherchée. On doit dans tous les cas éviter de faire rouir dans les eaux limoneuses qui donnent une mauvaise apparence au chanvre. Si l'opération a lieu dans l'eau dormante, elle est beaucoup plus courte à raison de l'échauffement que prend l'eau. Mais l'eau croupie se putréfie et émet des gaz infects dont l'action est incommode et malfaisante. On profite pour le rouissage des étangs, des fossés qui entourent les champs, ou bien l'on pratique des bassins qui prennent le nom de routoirs. La rapidité de l'opération est en raison de la température. Nous ne possédons aucune observation bien faite qui puisse nous guider sur le temps nécessaire pour obtenir un rouissage parfait. S'il est trop long, le chanvre perd de son poids et de sa force; s'il est trop court, il est difficile à travailler. Dans le Bolonais, où le rouissage a lieu dans les eaux dormantes, on commence à visiter le chanvre au bout de quatre jours et à l'enlever du routoir au moment précis où la filasse se détache facilement du bois. L'opération se termine en six jours.

En retirant le chanvre de l'eau croupissante, on le trempe à plusieurs reprises dans l'eau pour le laver et le dépouiller du limon qui peut s'y être attaché. On dresse alors les faisceaux les uns contre les autres pour les laisser égoutter; ensuite on les délie et on les étend sur le pré ou sur l'aire pour achever

leur dessiccation. Dans l'Italie, le séchage a lieu dans la journée; dans l'ouest de la France, il exige trois à quatre jours, et le chanvre est d'autant plus beau qu'il a séché par un plus beau soleil. On le rentre alors, et dans les pays à gros chanvre on détache les filaments de la tige, opération qui se fait à la veillée, en brisant à grands coups de bâton, sur la tranche d'un plateau, les tiges qui composent une gerbe. Un seul coup suffit pour briser toutes les chènevottes d'une brassée de tiges, et l'on donne un coup de $0^m,3$ en $0^m,3$ sur toute sa longueur. Les chènevottes détachées de la filasse tombent à terre, et la filasse se trouve tout à fait dépouillée.

On n'a pas besoin d'employer autant de force pour le chanvre à toile, dont la chènevotte a de plus petites dimensions. Après avoir passé les tiges au four pour achever leur dessiccation dans les pays où le soleil est insuffisant, on écrase les tiges par poignées avec un maillet, puis on les soumet à l'action de l'instrument appelé *broie* (*fig.* 3) qui achève de briser les chènevottes qui tombent à terre, et alors on a la filasse brute.

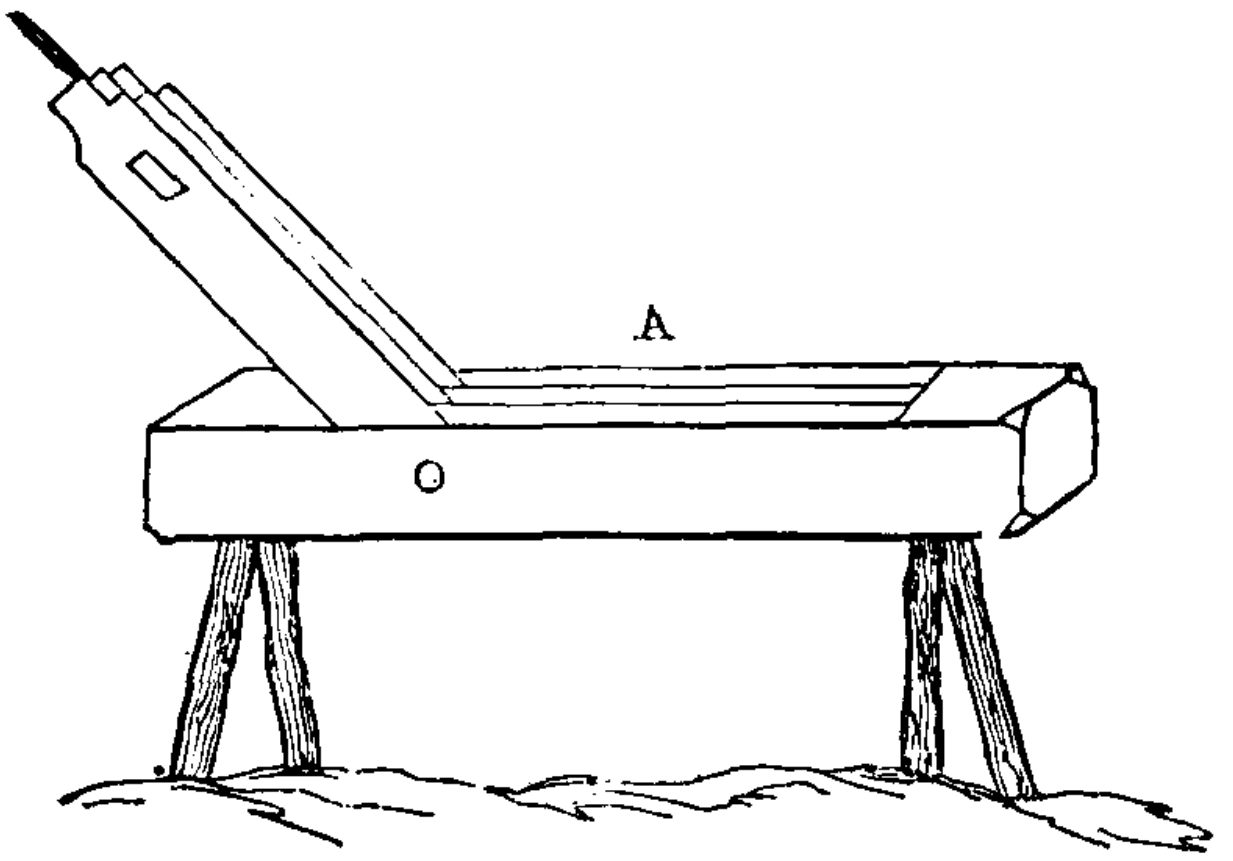


Fig. 3.

Quand le chanvre est court et la chènevotte peu forte, on rompt les tiges avec les doigts et l'on en détache ainsi la filasse. Mais la broie, outre qu'elle brise la chènevotte, détache aussi par son choc répété le limon et les débris de gomme-ré-

sine qui restent sur l'écorce et donne une filasse beaucoup plus nette. Les machines que l'on a inventées pour remplacer la broie n'ont pas eu le succès que l'on en attendait.

Selon les usages commerciaux du pays, la filasse soumise au broyage est triée pour enlever à la main les brins de chènevotte qui y restent et les filaments de filasse qui ont été brisés et qui forment ce que l'on appelle les peignures de chanvre ; rebut qui sert à la fabrication des cordages de pacotille. Ensuite on met la bonne filasse en paquets ou poignées liées par la tête. Dans le Bolonais on se contente de la plier en deux. C'est dans cet état que le chanvre est livré aux marchands.

Voici, selon Crud, le compte d'un hectare de grand chanvre à cordages dans le Bolonais et la Romagne :

	Blé.
Premier labour sur les deux tiers de la surface	73k
Rouleau.	18
Fumier, 160 kil. d'azote	1072
2 hectol. de fèves tous les 2 ans, ou 1 hectol. par an . .	56
Enterrer les fèves et le fumer.	73
Rouler et raies d'écoulement.	45
Labour à la bêche pour enterrer les fèves, 52 journées d'hommes	310
125 litres de graines, à 12 fr. 50 l'hect.	58
Tourteaux à enterrer avec la semence, 84k,60 d'azote.	566,82
Enterrer la semence et les engrais avec la houe à la main et passer le râteau, 16 journées de femmes. . .	54
Deux sarclages	108
Sciage des tiges	54
Semer, transporter, assortir et lier.	127
Rouissage, battage, etc. Ce travail se fait à la tâche, pour 20 fr. les 100 kil. de filasse (75 kil. de blé). Ainsi pour 1000 kil..	750
Emballer et vendre	75
Partie de loyer de l'étang de rouissage.	75
Rente de la terre.	327
	3841,82
Reste en terre 164 kil. d'azote. .	1098,80
Reste	2743,02

On récolte 1000 kil. de filasse qui coûtent 271k,30 les 100 kil. Le prix commun est de 92 fr. (340 kil. de blé).

*Compte d'*Oscar Leclerc *pour le chanvre de Chalonnes (Maine-et-Loire).*

	Blé.
Fumier, 192 kil. d'azote, plus l'ancienne fertilité du champ absorbe 62 kil. d'azote (total 254 kil.).	1701,80
Labour de défoncement, 91 journées.	542
Houer et râteler deux fois	182
125 litres de graines	58
Rayonner, semer et couvrir	50
Frais accidentels, arrosage au moment du semis, râtelage au moment de la sortie	90
Récolte	60
Rouissage	200
Broyage et sciage, à 5 fr. 36 c. le 100.	154
Frais variables de transport, séchage et usure de la broie, 2 fr. 30 c. le 100	67
Rente de la terre.	327
Total.	3431,80

On récolte 780 kil. de chanvre dont les 100 kil. coûtent $\frac{3440}{7,80}$ = 441 k. de blé ; le prix vénal est de 431 kil. de blé (92 fr.).

Les cultivateurs ne trouvent pas même leur compte en cultivant des terres où l'alluvion ramène chaque année la fertilité naturelle du champ ; alors il y a à retrancher des frais la valeur de 62 kil. d'azote, ou 415 kil. de blé, ce qui réduit la dépense à 3016 kil. et le prix de revient à

$$\frac{3016}{7,80} = 386 \text{ kil. de blé.}$$

Examinons les perfectionnements que l'on pourrait apporter à ces cultures. Quand on connaît les effets du défoncement au moyen de la charrue Bonnet, on peut sans scrupule substituer son action au défoncement à la bêche ; le premier ne coûtera que 177 kilogr. de blé[1] au lieu de 542 kilogr. qu'il coûte dans le compte ci-dessus.

L'enfouissement des fèves n'exigeant pas de culture parti-

(1) Tome III, p. 340.

culière, et fournissant une quantité considérable de bons engrais, ne doit pas être négligé. Les feuilles de chanvre doivent être laissées sur le terrain qui les a produites; mais l'amélioration la plus importante que l'on pourrait introduire serait celle qui modifierait les procédés de rouissage, de manière à conserver au terrain tout l'ammoniaque qui est perdu par les procédés ordinaires. Nous avons vu que 100 de plantes sèches produisent 43,5 d'extrait dosant 3,28 p. 100 d'azote; 100 de plantes sèches donnent 5,4 de filasse, donc 100 de filasse produiraient 844 kilogr. d'extrait, ou $23^{k},07$ d'azote. Mais nous avons vu plus haut que la perte pour 100 kilogr. de filasse était de $32^{k},58$ d'azote; elle se réduirait donc à $9^{k},51$ d'azote p. 100 de filasse, en recueillant exactement l'extrait produit du rouissage. Il faudrait pour cela procéder immédiatement, après avoir retiré le chanvre d'un routoir construit exprès, à l'évaporation rapide des eaux ou à leur absorption au moyen de matières pulvérulentes, de la marne, par exemple, en les mélangeant avec ces matières auxquelles on joindrait du plâtre ou du sulfate de fer pour prévenir l'évaporation de l'ammoniaque. Le moment de l'insalubrité, celui où se déclarent les maladies, étant celui où l'on retire le chanvre, serait aussi celui où l'on neutraliserait les gaz malfaisants par cette absorption.

Voulant obtenir une récolte de 1000 kilogr., la culture une fois en train, nous saurions que la récolte précédente ayant laissé ses feuilles sur le sol, il ne faudrait plus lui fournir que $325^{k},8$ d'engrais. Or, l'extrait de rouissage nous donne 8440 kilogr. d'extrait dosant $230^{k},7$ d'azote; il ne nous manquerait donc plus que 95 kilogr. d'azote qu'on obtiendrait surabondamment de l'enfouissement des fèves. Par ce procédé, la fertilité de la chènevière irait toujours croissant, sans emprunter d'autre engrais à la ferme que l'engrais vert, car à la seconde récolte nous aurions la fumure suivante :

Extrait de chanvre pour 1000 kil. de filasse.	230k,7 d'azote.
Engrais des fèves..	150
Feuilles de chanvre	310
	690 ,7

qui pourraient donner $\frac{690 \times 70}{32,58} = 1420$ kil. de filasse.

Voici maintenant quel serait le compte du prix de revient :

Labour de déchaumage	144k de blé.
Hersage	18
2 hect. de fèves.	112
Labour pour enterrer les fèves et l'extrait	73
Rouler et raies d'écoulement	45
Labour à la charrue Bonnet pour enterrer les fèves	177
125 litres de graine de chanvre.	58
Semis.	54
Deux sarclages.	108
Sciage des tiges	54
Transporter et assortir les tiges	127
Rouissage, battage, comme dessus.	750
Emballer et vendre.	75
Intérêt de la valeur du routoir	75
Opération pour préparer l'extrait et le mêler à la terre	200
Rente de la terre.	327
	2397

Maintenant les feuilles ayant restitué leur engrais, nous avons vu que le reste de la plante puisait dans le sol 32k,58 pour 100 de filasse, et pour 1000 kil., ci : 325k,80. Nous en avons fourni 230k,7 par l'extrait, 150 par les fèves, total : 380k,7. Il reste donc à déduire 50 kil. d'azote valant 335 kil. de blé qui restent dans le champ ; les frais se réduisent donc à 2397 — 335 = 2062 kil., et 100 kil. de filasse coûteront 206k,2 de blé. Le prix étant de 340 kil., il y a 133k,8 de bénéfice pour 100 de filasse et 1338 kil. par hectare (361f 26).

Sous cette condition, la culture du chanvre qui, par l'augmentation du prix des engrais, cède insensiblement la place

à d'autres cultures rivales partout où la nature seule ne fait pas les frais de la fertilité qu'elle absorbe, pourra reprendre le rang qui lui appartient, fournir aux besoins du pays et faire cesser une importation onéreuse. Elle n'attirera plus les reproches qui lui ont été adressés par les agronomes, puisqu'elle passera de la classe des plantes qui consomment et détruisent l'engrais dans la classe des plantes qui sont à peu près neutres, se fournissant à elle-même presque tout celui dont elles ont besoin.

CHAPITRE II.

Lin.

Depuis l'introduction des moyens mécaniques de filature, la culture du lin a reçu une forte impulsion, et son emploi dans la fabrication des toiles tend de plus en plus à exclure celui du chanvre, moins facile à soumettre aux mêmes procédés. Les toiles de lin sont moins fortes, moins durables, mais aussi plus fines que celles de chanvre, et la destination de ce dernier produit sera de plus en plus restreinte à la fabrication des toiles à voiles et à celle des cordages. Nos départements du nord, la Belgique, les Pays-Bas, la Westphalie, la Saxe, la Silésie, les bords de la Baltique, l'Irlande, l'Italie, voient s'étendre chaque jour, dans de grandes proportions, les cultures du lin, les mécaniques destinées à le filer ; la production de sa graine et son emploi dans les huileries deviennent une partie plus importante de l'industrie d'un grand nombre de pays; le perfectionnement de ses procédés de culture doit donc marcher du même pas que le progrès de la fabrication, si une partie de l'Europe ne veut pas rester déshéritée de ce produit au profit de l'autre partie. C'est ce perfectionnement qui doit maintenir l'équilibre des prix que les peuples en retard demandent à la protection douanière.

Le premier soin de celui qui veut cultiver le lin doit être de se procurer la variété la plus avantageuse, celle qui donne le plus grand produit. L'on est d'accord maintenant que cette variété est celle que l'on obtient des graines venues de la Livonie. La graine de Riga donne le lin le plus élevé, ne se ramifiant point, montant sur une seule tige et produisant peu de graine, mais de la filasse de bonne qualité. Celle de Window produit de la filasse plus fine que celle de Riga. Les graines venues d'Italie sont plus grosses, mais les tiges en sont peu élevées. Comme tous les produits de graines perfectionnées, le lin importé faiblit à la seconde génération, et il faut le renouveler au moins tous les deux ans. Mais ce commerce donne lieu à un grand nombre de fraudes et de mélanges. Les règles que l'on a indiqées pour les reconnaître tendent plutôt à constater leur bon état ou leurs qualités oléifères que ce que l'on peut attendre des plantes qui en proviendront. Ainsi on peut dire que la graine doit être pesante, brillante, d'un jaune d'or ou brun clair, glissante dans la main, riche en huile, ce qui se reconnaît à son pétillement quand on la met au feu ; enfin que, placé sur une éponge mouillée à une température moyenne, elle doit germer en 24 heures. Tous ces caractères sont ceux des graines qui donnent des tiges basses et à filaments grossiers comme de celles qui donnent du lin élevé et fin ; c'est donc seulement de la confiance que l'on aura dans le marchand de graine que dépendra le choix que l'on devra faire.

La graine de Riga est produite par des lins semés très clair, et qu'on laisse parvenir à leur complète maturité. Mathieu de Dombasle[1] voulut d'abord s'adonner à la production de la graine. Il cultiva du lin sur un terrain très riche, avec des sarclages réitérés, et se vit forcé à fixer son prix à 75 fr. l'hectolitre, tandis que l'on obtient celle venue de Riga à 50 fr., et

(1) *Annales de Roville*, t. I, p. 240.

que la graine ordinaire ne vaut que 15 fr.; aussi ne persévéra-t-il pas dans cette entreprise qu'il faut laisser aux pays où la rente de la terre et la main-d'œuvre sont peu élevées.

M. Kane nous a donné l'analyse des tiges de lin ainsi qu'il suit[1] :

Carbone.	3872	*Ci-contre*. . .	9664
Hydrogène.	733	Chaux.	62
Oxygène.	4839	Magnésie	39
Azote	56	Potasse	49
Acide carbonique . .	85	Soude	49
— sulfurique. . .	13	Silice	107
Phosphate.	54	Oxyde de fer et alumine.	30
Chlore.	12		10000
A reporter. . .	9664		

Dans les cultures ordinaires, où l'on ne vise pas à la production de la graine, on obtient 0,13 du poids de la plante sèche en graine. Cette graine fournit 0,28 d'huile et 0,72 de tourteau. Ainsi 100 de tiges produisent 9,36 de tourteau dosant 6 pour 100 d'azote à l'état sec. Nous avons donc :

Pour 100 kil. de tiges.	0,56 d'azote.
Pour 9,36 de tourteau.	0,56
	1,12

La composition minérale du lin nous indique qu'il exige un sol où il puisse trouver facilement des phosphates et des silicates alcalins pouvant fournir de la silice soluble. La quantité de soude qu'elle présente, rapprochée du fait qu'aux États-Unis et en Angleterre on répand du sel marin en même temps que la semence du lin, et qu'on a remarqué que ce mélange avançait beaucoup la végétation[2], rapprochée de ce que les principales cultures de cette plante sont dans des lieux voisins de la mer (Flandre, Pays-Bas, Livonie, Irlande), ou d'autres

(1) *Philos. Magazine*, 3e série, t. XXIV, p. 98 et suiv.
(2) Mémoire de M. André, *Annales de l'agriculture française*, 3e série, t. IX, p. 192.

dans lesquels le sel entre dans le régime du bétail (la Silésie), doivent faire regarder cette substance comme importante pour sa réussite.

La racine du lin est pivotante, peu garnie de fibres latérales et absorbant sa nourriture par l'extrémité, comme celle de la luzerne. Dans les terrains dont le fond est plus humide que la surface, elle s'allonge jusqu'à ce qu'elle rencontre la couche douée de la dose d'humidité qui lui est nécessaire ; dans certains sols de la Flandre[1], elle prend la moitié de la hauteur de la tige; dans d'autres sols (Aisne), où elle trouve à peu de profondeur les couches imperméables, inclinées, qui retiennent l'eau sans la laisser croupir, la racine du lin ne prend pas d'aussi grandes dimensions[2]; mais, dans tous les cas, il faut que le terrain renferme jusqu'à la profondeur à laquelle s'étendra la racine les éléments nourriciers qu'elle puise toujours par ses extrémités.

De ces considérations résultent les principes de la culture du lin : 1° donner à la terre un labour assez profond pour qu'il parvienne à la couche qui reste constamment humide pendant sa végétation ; 2° répartir l'engrais dans toute l'épaisseur de la couche ameublie.

Si l'on considère maintenant que les couches profondes sont habituellement les moins pourvues de principes de fertilité, que les sucs fécondants n'y pénètrent qu'avec lenteur si on ne les y dépose pas, on s'explique pourquoi, dans les terres profondes, il faut mettre un certain intervalle entre les retours successifs du lin, comme pour ceux de la luzerne, afin que les couches inférieures épuisées puissent, par l'effet des infiltrations, se charger de nouveaux éléments nutritifs. Ainsi, en Belgique, dont le sol est très profond, on ne fait revenir le lin que tous les neuf ans ; dans les environs de Mancy et de Coucy (Aisne), où

(1) Albroëek, p. 178.
(2) Mémoire d'André, cité ci-dessus, p. 67.

les terres manquent de profondeur, il revient tous les trois ans dans un assolement : 1° chanvre, 2° lin, 3° blé, et il reviendrait tous les deux ans si l'on ne considérait le blé comme propre à réaliser une partie de l'engrais qui reste en terre. Dans les riches alluvions de Chalonne, le lin alterne tous les deux ans avec le blé. Les linières de Riga sont perpétuelles.

La profondeur à laquelle l'engrais doit parvenir explique la grande surabondance de celui que l'on donne au lin, car, dès qu'on l'applique à la surface seulement, il faut qu'il y en ait beaucoup pour que l'eau pluviale se charge d'une quantité de son extrait suffisante pour engraisser les couches inférieures. On peut le conjecturer en voyant la faible consommation de principes azotés que fait cette plante en comparaison de la dose de fumier qu'elle reçoit, et surtout d'après la série de récoltes sans engrais que l'on fait après le lin. Ainsi, près de Douai, M. Broy fume le trèfle qui précède la récolte du lin avec 72000 kil. de fumier de ferme, 0,04 d'azote p. 100 (288 kil. d'azote en tout)[1], la terre venant de porter une récolte de 20 hectolitres de blé contenant encore une fertilité dont l'indice était 106 kil. d'azote. Total : 394 kilogr. d'azote.

Le lin a produit 700 kilogr. de filasse broyée résultant de 4375 kilogr. de tiges, la filasse étant à la tige :: 0,16 : 1. La consommation d'engrais a été de 52^{k},50 d'azote ; l'aliquote de la consommation de cette plante a été de 0,133 de la quantité totale de l'engrais. Il restait en terre 341^{k},50 d'azote après la récolte.

On a fait après le lin les récoltes suivantes :

1.	Blé très beau, récolte 30 hect., a consommé.	61^{k},50 d'azote.
2.	Colza, 30 hect.	123,90
3.	Blé, 20 hect.	41,50
4.	Avoine, 53^{b},8	57,00
5.	Fourrage de seigle	57,00
		340,00

(1) *Annales d'agriculture française*, 2^{e} série, t. XVII, p. [illegible].

Ces résultats prouvent évidemment le peu de consommation d'engrais que fait le lin; or, comme dans la manière actuelle de le traiter il ne réussit bien qu'avec des engrais surabondants, que ces engrais restent à la surface et ne sont pas consommés, on doit en conclure que si on le mélangeait plus intimement à la terre, le lin pourrait se contenter d'une moindre quantité.

On concevra aussi maintenant pourquoi les cultivateurs de lin recherchent avidement les défrichements des prairies dont les riches gazons ont fourni depuis longtemps des sucs aux couches inférieures; ceux des luzernes qui ont lieu au moyen de labours profonds qui plongent au fond du sol les engrais qu'a reçus la couche supérieure. On voit donc ces cultivateurs chercher au loin dans de vastes contrées toutes les parcelles de terrain qui leur promettent un fonds riche et frais à exploiter; ils en donnent une rente qui est sans proportion avec la rente ordinaire. C'est qu'ils savent bien ce qu'il en coûte de travaux et d'engrais pour améliorer une couche épaisse de terrain. M. André décrit les exploitations nomades qui ont lieu dans le département de l'Aisne, où l'industrie du lin se divise entre trois individus : « Le linier locataire,qui loue le terrain propre à cette plante au prix de 736 fr. l'hectare, fournit la graine pour être bien sûr de sa qualité, paie l'étaupinage, le sarclage, et confie la culture du champ et le soin d'y appliquer un léger engrais suffisant seulement pour améliorer la surface et favoriser la sortie des plantes à un second personnage : c'est le linier cultivateur; puis la récolte venue à maturité, il la vend au linier exploitant qui arrache les plants, recueille la graine, fait rouir les tiges, et met la filasse en état d'être portée au marché. » Il y a ici une division du travail qui s'accomplit d'une manière plus parfaite dans chacune de ses parties; car l'écueil de la culture des plantes textiles confiées à une seule main, c'est ordinairement la préparation de la filasse. Ce n'est que quand cette

division est établie dans un pays qu'on peut regarder la culture du lin comme y étant définitivement fixée.

Le lin vient dans tous les terrains qui possèdent de la richesse et de la fraîcheur. Il paraît ne refuser que ceux qui sont granitiques ou calcaires sans mélange d'argile. Il préfère les expositions du nord et de l'est. On sème le lin en automne ou au printemps. Le lin d'automne donne une plus grande abondance de graines, mais une filasse de moindre qualité. Les fortes gelées endommagent quelquefois les lins d'automne; aussi ceux-ci sont-ils de moins en moins usités en remontant vers le nord, tandis qu'en Italie on en sème beaucoup, et l'on se loue de leurs résultats. Nous parlerons successivement des uns et des autres.

Culture des lins de printemps. — Aucune plante n'exige plus que le lin un labour profond, et les Flamands ne manquent pas de le lui donner au moyen de la bêche. Ils portent ainsi dans les couches inférieures l'excès de fertilité qui est le plus souvent concentrée à la surface du terrain. Ils enterrent ensuite au moyen d'un labour l'engrais qu'ils destinent à cette plante, à moins que le terrain ne soit déjà riche par lui-même, qu'il ne vienne de porter une prairie naturelle, ou artificielle, ou du chanvre; alors on réserve le supplément d'engrais pour le moment du semis. Ces cultures doivent être faites avant l'hiver, pour que les gelées ameublissent le terrain et que l'engrais ait le temps de se consommer et de se répartir dans toutes les couches du sol. Nous supposons que l'on veuille mettre en lin une terre qui vient de produire 20 hectol. de blé et qui n'a jamais reçu d'engrais profonds; le lin y vient mal si l'on se borne à fumer même abondamment en n'enterrant le fumier que par un labour de $0^m,20$ à $0^m,25$, comme on le fait trop souvent. Nous calculerons autrement. Ce terrain renferme dans sa première couche une richesse que nous évaluons d'après la récolte :

$$\frac{20 \times 2,05}{0,\ 27} = 152 \text{ kil. d'azote.}$$

Cette richesse va se trouver reportée à $0^m,40$ à $0^m,45$ de profondeur par l'effet de la première raie de la charrue Bonnet; à mesure qu'elle est ouverte, nous faisons répandre au fond de la raie une nouvelle dose de fumier contenant 150 kilogr. d'azote (37500 kilogr. de fumier de ferme dosant 0,4 p. 100 ou l'équivalent). Ce fumier est soulevé avec la couche de terre par la seconde raie de la charrue qui le porte vers la couche supérieure. Ainsi toute la masse de terre se trouve également fertilisée à la dose de 300 kilogr. d'azote par hectare.

Après les gelées de l'hiver, on donne un labour pour mélanger parfaitement le fumier et la terre ; on herse à plusieurs reprises, de manière à ce que la terre soit meuble comme une terre de jardin ; on sème avec le dernier hersage. On emploie 200 kilogr. de graines par hectare et jusqu'à 380 kilogr. pour les lins dont on veut obtenir la filasse la plus fine (les lins ramés). Dans l'Aisne, on emploie 250 kilogr. de graines, 170 dans les environs de Cambrai et 134 kilogr. en Italie. Si le terrain n'était pas bien ameubli, si l'on semait de la graine de mauvaise qualité et dans une saison défavorable, il faudrait en employer une plus grande quantité que si l'on opérait dans de meilleures conditions. On plombe ensuite le terrain en y faisant passer un léger rouleau. Avec la semence on répand de la poudrette ou du tourteau en dose renfermant 45 kilogrammes d'azote.

L'époque du semis doit précéder de peu de jours celle où la température moyenne de l'air est arrivée à + 10° (le 15 mars en Lombardie). Alors le lin sort en sept à huit jours si la terre est fraîche, sinon il faut attendre que le terrain soit humecté par la pluie avant d'effectuer le semis, à moins que l'on ne jouisse de l'irrigation. Alors on inonde le champ avant de semer, et quand il est ressuyé on donne un léger labour et un hersage sur lequel on sème. Si les semences sont déjà en terre et que la pluie tarde à venir, on arrose le champ par infiltration.

En Flandre on sème du trèfle ou des carottes en même temps que le lin; ces plantes donnent un produit dans l'arrière-saison.

On commence à sarcler quand la plante a acquis $0^m,03$ à $0^m,04$ de hauteur. Des femmes et des enfants, pieds nus, enlèvent à la main toutes les herbes adventives et donnent une légère culture au pied des plantes avec une petite houlette. On renouvelle cette opération tous les huit à dix jours, jusqu'à ce que le terrain reste complétement net.

La plante qui nuit le plus au lin, c'est la cuscute. Elle s'étend rapidement, envahit la linière en enlaçant les tiges de ses nœuds. C'est en vain que l'on espérerait s'en débarrasser par des sarclages, elle repousse avec vigueur et rapidité. Quand on a le malheur de la voir apparaître, il faut, sans hésiter, sacrifier la place où elle se montre. Après avoir circonscrit cette place par une enceinte de petits piquets, en la suivant dans ses moindres filaments, on agrandit de 2 mètres le rayon de cette enceinte, on couvre toute cette surface de paille à laquelle on met le feu. C'est le seul moyen de préserver le reste du champ, si toutefois on n'a pas attendu la floraison et la fructification de la cuscute. Le ver blanc et la grêle sont avec la cuscute les fléaux qui menacent le lin pendant sa croissance.

Le lin, dont la végétation a d'abord été assez lente, s'élève ensuite rapidement, pourvu que l'humidité ne lui manque pas, au moment où la chaleur s'accroît. Dans les pays du midi, où les terres naturellement fraîches sont si rares, on ne doit établir de linières que sur des terrains soumis à l'irrigation; celle-ci doit être répétée selon la nature du terrain de manière à le maintenir toujours frais[1]. La plante fleurit après avoir reçu 1205° de chaleur totale après sa germination. Semé le 10 avril, il fleurit le 10 mai en Lombardie (année moyenne); dans les premiers jours de juillet en Belgique. Les graines mûris-

(1) Voir t. I, p. 380 de la 2e édit., p. 417 de la 1re.

sent avec une somme de 450° de chaleur totale, dans le midi de l'Europe, quinze jours après la floraison.

On reconnaît la maturité complète des graines au jaunissement de la tige, à la chute des feuilles, au brunissement des semences; mais quand on préfère avoir de la filasse très fine, on n'attend pas ces signes et l'on récolte quand les graines sont formées dans les capsules et que quelques-unes d'entre elles brunissent. Le champ de lin a pris alors une couleur rougeâtre.

Lin ramé.—Quand on veut avoir de la filasse très fine, on sème très épais, jusqu'à la proportion de 330 kilogr. de graines par hectare; puis, quand le lin a reçu ses sarclages, on plante sur le bord des planches des piquets fourchus hauts de $0^m,16$ et à la distance de 1 mètre l'un de l'autre. On passe des perches en travers soutenues sur l'enfourchure des piquets. Ces perches servent à porter un grillage de petites baguettes destinées à soutenir le lin et à l'empêcher de verser. Les tiges de ce lin, étiolées par leur grand rapprochement, d'autant plus fines qu'elles sont plus pressées, croissent en hauteur, mais sont faibles et se coucheraient sans cette précaution. C'est ainsi qu'on se procure le lin le plus fin qui sert à faire des dentelles.

Lin d'automne. — Le lin d'automne, beaucoup plus robuste que celui de printemps, s'établit ordinairement sur les défrichements et sans autre engrais que l'engrais pulvérulent que l'on répand avec les semences. On le sème à l'époque du semis du seigle; il s'élève avant l'hiver de $0^m,08$ à $0^m,10$; on le sarcle de bonne heure, et, si l'hiver ne le fait pas périr, il mûrit après avoir reçu 1450° de chaleur totale (fin de mai en Lombardie) depuis le renouvellement de la végétation qui a lieu quand la température moyenne parvient à + 10°.

Récolte du lin.—Le lin arraché est mis en javelle pour sécher. Le mieux est de redresser les javelles et de les appuyer les unes contre les autres, les capsules en haut, au lieu de le

laisser en contact avec le sol. Quand les tiges sont sèches, on en fait des bottes de 6 à 7 kilogr., en les attachant avec deux liens, l'un immédiatement au-dessous de la tête, l'autre au-dessus des racines. On les entasse alors sur l'aire ou sous des hangars, les têtes en dehors, et l'on procède ensuite à la séparation de la graine.

En Flandre, cette opération se fait au moyen de fortes étrilles en fer; ailleurs, on délie les bottes, on les étend sur des toiles et on bat les têtes avec un large instrument de bois ayant un manche recourbé que l'on appelle batte. Les capsules étant détachées, on lie le lin en bottes de 10 à 12 kilogr. pour les soumettre au rouissage. Comme pour le chanvre, le rouissage est fait en eau courante ou dans des routoirs, et se règle par les mêmes principes. Quand la filasse se détache de la tige, on sort sans différer le lin du routoir, on le délie, on l'étend sur le gazon; il s'y sèche et s'y blanchit. Après douze à quinze jours d'étendage, pendant lesquels on a soin de le retourner de temps en temps, et quand la filasse commence à se détacher des tiges les plus fines, on le relie en bottes et on le transporte à la grange pour être teillé, si toutefois on ne le vend pas dans cet état.

Le teillage se fait au moyen de l'espadon. C'est une pièce de bois mince et coupante munie d'un manche (*fig.* 4), avec laquelle on frappe sur les poignées de lin que l'on présente au tranchant C, d'une planche A, supportée par une base B, jusqu'à ce que tous les brins de tige, brisés par des chocs répétés, soient détachés de la filasse. Dans les pays humides, où le lin se sèche difficilement à l'air, on le fait passer au feu avant de l'*espader*. La

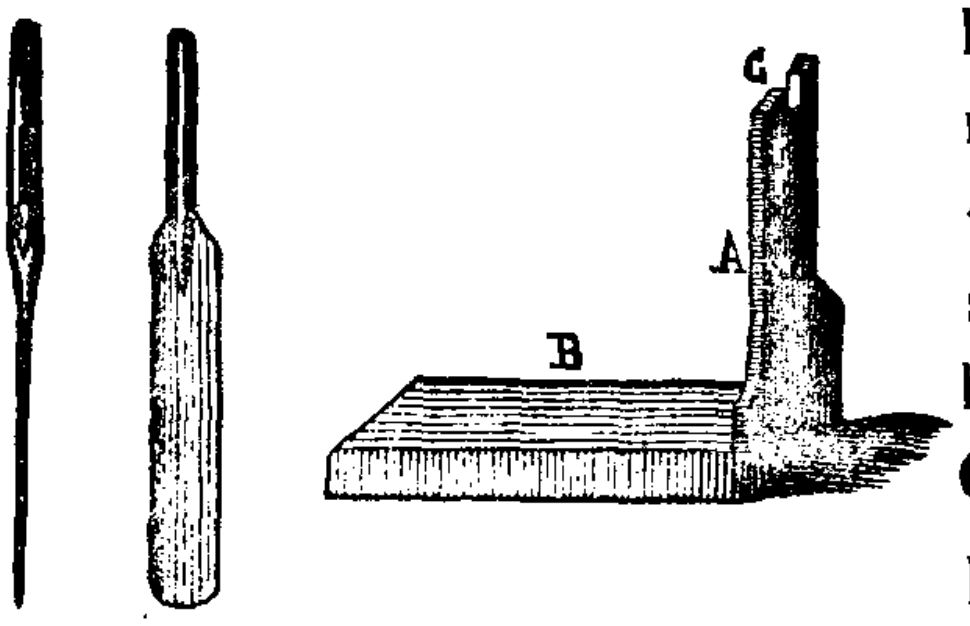


Fig. 4.

filasse est ensuite affinée en la passant et la ratissant sur une lame de fer, puis liée en poignée. Le lin ramé est brossé au lieu d'être peigné. Nous nous arrêtons peu sur ces détails qui appartiennent à l'industrie manufacturière et doivent être étudiés dans les traités spéciaux.

La récolte la plus forte de lin dont il soit fait mention est celle que cite Dickson, qui obtenait 1238 kilogr. par hectare et en moyenne 795 kilogr. Mais si nous consultons les résultats obtenus dans les pays où cette culture est le plus soignée, nous trouvons qu'en Flandre les produits sont les suivants pour le lin de printemps :

			Par hectare.
Flandre	505 k	moyenne. . .	528,5
Angleterre	552		
Courtrai.	622		
Lombardie	356	moyenne. . .	345,3
Anjou	348		
Picardie.	332		

Les proportions relatives de graine et de filasse sont les suivantes :

	Graine.	Filasse.	Rapport de la graine à la filasse.
Lombardie (lin d'hiver). . . .	817 k pour	356	2,29
— (lin de printemps).	569	391	1,45
Picardie	268	332	0,87
Anjou	307	450	0,68
Flandre	266 à 300	505	0,55

Dans ces chiffres, on voit généralement la proportion de la graine diminuer à mesure que la récolte de filasse augmente. Le lin produit par la graine de Riga ne donne que 55 p. 100 du poids de la filasse; la graine d'Italie, 145 p. 100. Si nous mettons le prix de la filasse à 160 fr. et celui de la graine à 26 fr. les 100^{k}, nous trouvons que ce dernier est les 0,16 du prix de la filasse; il faudrait donc 6^{k},2 de graine pour représenter la diminution de 1 kilogr. de filasse; or, nous voyons que dans les cultures qui donnent la proportion la plus forte, on n'obtient que 2^{k},29 de graine pour 1 de filasse. Il y a donc désavantage évident à chercher à produire la graine aux dé-

pens de la filasse. Ce calcul nous montre en outre qu'il y a toujours de l'avantage à cultiver du lin haut et peu ramifié.

Les comptes suivants montreront à quel point peuvent se modifier les prix de revient selon les pays, les terrains et les modes de culture :

I. — *Culture du lin dans les terres de l'Anjou, en dehors des terres d'alluvion; les travaux exécutés à la charrue.*

Prix de location d'un hectare.	75f	»
Impôts	10	75
Labour et hersage, 2 jours et demi d'un attelage et de 2 hommes	30	»
Façons à la houe, 1 journ. de 1f,25 par boisselée de 6ar.,60	18	75
225 litres de semence, à 25 fr. l'hectolitre	56	25
Semis à la volée, en repassant trois fois sur le même terrain, râtelage au râteau de fer pour recouvrir les graines; relevage à la pelle des terres tombées dans les intervalles des planches ou billons, 7 journées. . .	8	75
Récolte, battage, 25 jours	31	25
Un tiers de la fumure de l'année précédente, à raison de 15 charges à 60 c. par 6ares,60 (boisselées)	45	»
	275	75
On récolte 30 grosses de poignées de tiges de 10 kil., qui se vendent en lin tout dépouillé de sa graine, à 10 fr.	300	»
Bénéfice.	24	25

Dans les bonnes années, ce bénéfice s'élève beaucoup plus haut, parce qu'au lieu de 30 grosses on peut en récolter 45, et que pesant davantage, elles sont alors payées 13 fr. En admettant une bonne récolte, une médiocre et une mauvaise, selon l'opinion du pays, le bénéfice net de cette culture est de 89 francs.

II. — *Vallée de la Loire (terres d'alluvion).*

Rente et impôt	219f	70
Labour à la main.	99	»
Hersage et râtelage.	33	»
225 litres de graine, à 35 fr. l'hectol.	78	75
A reporter.	430	45

Report.	430 45
Semer et couvrir.	11 36
Sarclage	22 72
Arrachage	45 44
Battage.	22 72
Fumure	45 44
	578 13
Le produit est de 37,88 grosses, du prix de 15 fr., ci . .	568 20
697 litres de graine, à 35 fr. l'hectolitre	243 95
	812 15
Bénéfice.	234 02[1]

III. — Aisne. *Compte de M. André pour les trois situations de l'industrie linière*[2].

1. Dépenses du linier cultivateur.

Rente et impôt.	58f94
Labour, hersage et roulage	73 53
Engrais, deux tiers de celui que l'on donne pour l'assolement triennal.	88 41
Frais divers	29 47
	250 35
Le cultivateur reçoit pour son traité du linier locataire.	441 18
Profit.	190 83

2. Linier locataire.

Location	441 18
Graine et semis	111 76
Etaupinage.	7 35
Sarclage	20 58
Démarches, voyages à 60 kilom. à la ronde, et pour les soins que nécessite la location.	20 58
	601 45
Quand le lin touche au terme de sa végétation, il le vend au linier exploitant, avec 6 mois de terme pour le paiement, à 735 fr., moins 3 p. 100 d'escompte. . . .	727 87
Profit.	126 42

(1) Oscar Leclerc, *Agriculture de l'Ouest*, p. 321. Les calculs de l'auteur, faits pour la boisselée de 660 mètres carrés, ont été réduits à la mesure de l'hectare.

(1) *Annales de l'agriculture française*, 3e série, avril 1832, t. IX,

Ce locataire fait ordinairement valoir 7h,50 (25 arpents), qui lui donnent un bénéfice total de 929f19.

Ses frais, outre ceux indiqués ci-dessus, sont les suivants :

Intérêts à 5 p. 100 de ses avances, montant à 4420 fr. 66	221f	03
Frais de maison	500	»
Pertes pour faillites.	50	»
	771	03
Bénéfice final.	158	16

3. Linier exploitant.

Achat du linier locataire.	727	87
Arrachage et travaux accessoires.	58	94
Ormage et bottelage.	14	74
Démarches pour acquisition et exploitation.	29	47
Charrois	73	53
Rouissage et travaux accessoires.	102	94
Teillage	235	76
	1243	25

Il obtient :

D'une mauvaise récolte. 4853k de tiges.
D'une médiocre. 6618
D'une bonne 8265

Produit moyen.. 6577k, produisant 976k de filasse

qui, à 1f,25, donnent	1220f.	»
Graine, 11hectol.,76 à 15f.	176	40
	1396	40
Bénéfice..	153	15

Ce bénéfice, multiplié par 2hect.,72 que le linier exploite (8 arpents), donnera en résultat un bénéfice de.. . .	416f.,	57
dont il faudra retrancher pour intérêts à 5 p. 100 de la somme de ses avances, qui est de 2921 fr., ci. . . .	146	,05
pour frais de maison..	213	,90
	359	,95

Le bénéfice de cette industrie se réduit à 56f62.

Ainsi, dans l'exploitation du lin dont nous venons de par-

p. 191. Ces calculs, faits pour un arpent de 3400 mèt. carrés, ont été réduits à l'hectare, avec quelques corrections pour erreur qui s'était glissée dans les comptes. Cet auteur nous semble porter bien haut les produits de ses exploitations.

ler, le profit diminue par degrés à mesure que les opérations deviennent plus industrielles. Le cultivateur obtient pour sa part 190 fr., le locataire 158 fr. et l'exploitant 56 fr.

Examinons à notre tour quelles seront les conditions d'une culture bien conduite et le prix de revient de ses produits, et pour une récolte de 3550 kilogr. de tiges sèches donnant 505 kilogr. de filasse et 280 kilogr. de graine.

Rente de la terre, etc.	327k,00	
Labour profond à 2 charrues.	177,00	
Engrais dosant 39k,76 d'azote.	266,39	
Intérêts de 260k,24 d'azote qui restent en terre	174,30	
Quatre sarclages, dont le 1er coûte 129 kilogr.	204,00	1974,65
Graine de Riga, 170 kilogr.	336,00	
Épandage du fumier.	182,00	
Hersage	30,00	
Semis	5,96	
Arrachage et travaux accessoires	272,00	
Rouissage et travaux accessoires		477,00
Teillage.		1090,00
		3541,65

Le cultivateur a obtenu 3550 kilogr. de tiges qui reviennent à $\frac{1974,65}{35,50} = 55^{k},60$ de blé les 100 kil. On les paie 45 kil. de blé (12,10). Il y a perte si l'on n'obtient pas de plus forte récolte :

	Blé.
Le préparateur recueille 505 kil. de filasse et 280 kil. de graine, qui lui coûtent.	1974k,65
Plus ses frais de rouissage.	1567 ,00
	3541 ,65
Il vend la filasse à raison de 727 kil. de blé les 100 kil.	3671k,35
La graine de 1re récolte à raison de 241 kil. de blé..	474 ,80
	4146 ,15
Bénéfice.	604k,50 ou 163f,21

A Courtrai, on vend une linière sur pied 1270 fr. l'hectare[1]; la récolte est de 622 kilogr. de filasse qui s'est vendue

(1) Albroeck, p. 214.

jusqu'à 300 fr., mais qui ne vaut à présent que 200 fr. les 100 kilogr. Le lin ramé se paie 3000 fr. l'hectare sur pied, il a valu jusqu'à 5000 fr.; on dit que les frais se portent à 1200 fr., mais dans ce compte on fait entrer la rente et le prix entier du fumier[1]. On voit que les cultures parfaites, et qui par cela même sont concentrées dans un petit nombre de mains (monopole de l'habileté), donnent des produits beaucoup plus forts que les industries communes.

D'après ce que nous venons de dire on s'expliquerait difficilement la continuité de la culture du lin dans les conditions ordinaires, en regard avec tant d'autres cultures plus avantageuses, si elle ne présentait pas l'attrait de la réalisation prompte et facile de la marchandise. Dans la condition actuelle de pauvreté des fonds de roulement de l'agriculture en France, un cultivateur attache le plus grand prix à ces cultures qui leur permettent de rentrer promptement dans les avances, et ne forcent pas, comme les cultures fourragères par exemple, tout avantageuses qu'elles peuvent être, à doubler ce capital nécessaire.

Mais ce que l'on conçoit très bien, c'est l'empressement des cultivateurs nomades qui vont chercher de tous côtés des prairies à défricher pour y cultiver le lin. Ainsi supprimons dans le compte précédent :

Pour engrais.	266k39
Intérêts de l'engrais en terre . .	174,30
Épandage du fumier.	182,00
	622,69

Il ne reste plus au compte de la culture que 1351k,96, et les 505 kilog. de filasse et 280 kilog. de graine ne coûtent plus que 2918 kilog. de blé, d'où défalquant 200 kilog. de blé pour prix de la graine, reste 2718 kilog. de blé, et la filasse ne revient plus à ce cultivateur qu'à 538 kilog. les 100 kilog., tandis qu'il

(1) *Statistique agricole du Nord*, p. 267.

la vend 727 kilogr. Tout son art est donc d'obtenir des friches fertiles, des prairies usées, dont la rente ne lui coûte pas trop cher. Le propriétaire n'est pas lésé par ce marché, il obtient le défrichement au prix d'une très petite partie de la fertilité de la terre. Malgré ces avantages, cette industrie est toujours chanceuse; les pluies froides du printemps, la sécheresse, la grêle l'endommagent très souvent et viennent détruire l'espoir des spéculateurs.

INTRODUCTION

AUX CLASSES DES PLANTES FOURRAGÈRES.

Tous les végétaux dont nous avons jusqu'ici examiné les cultures donnaient des produits qui s'appliquaient directement à l'usage de l'homme et étaient employés dans les arts; au moment de la récolte ils pouvaient être consommés ou appliqués à leur usage spécial. Les plantes fourragères ont une autre destination, elles doivent servir à l'alimentation des animaux et subir une transformation complète dans leurs éléments constitutifs avant de pouvoir être utilisées. Ce n'est qu'après avoir créé de la force, ou de la chair, ou du lait, ou enfin d'autres produits animaux, que les fourrages entrent dans la consommation humaine.

En effet, pour ce qui concerne la force, les moteurs inanimés, le vent, l'eau, la vapeur, n'entrent que pour une faible part dans les travaux de l'agriculture; c'est aux agents animés qu'elle emprunte les moteurs appliqués aux travaux mécaniques. Dans les pays qui ont une population nombreuse, elle les exécute au moyen des bras de l'homme seul, c'est ce que l'on voit dans les provinces les plus peuplées de la Chine;

mais dans le plus grand nombre des cas les animaux deviennent ses auxiliaires, et il a dû choisir de préférence ceux qui réunissaient la force à la docilité; c'étaient les herbivores. C'est ainsi qu'une partie du sol a dû être destinée à la production des herbages pour leur procurer la nourriture qui leur convient.

Après avoir rempli cette indication, le cultivateur a dû considérer la culture des fourrages sous un autre point de vue; il en a fait une véritable marchandise en les transmettant à l'éleveur de bestiaux. Les animaux entrent pour une forte part dans l'alimentation de l'espèce humaine; l'homme mange leur chair, consomme le lait produit par une de leurs sécrétions, s'habille de leur peau et de leurs poils, emploie leurs graisses à une foule d'usages, etc. Quand les bêtes sauvages et les poissons n'ont plus suffi pour pourvoir à tous ses besoins, il a élevé des animaux domestiques et principalement des herbivores; c'est ainsi que l'herbe, le foin, sont devenus une denrée indispensable aux éleveurs qui sont venus la demander à l'agriculture. Ainsi, soit que l'agriculteur vende à autrui ce genre de produits, soit qu'il devienne éleveur lui-même, unissant cette branche d'industrie à celle de la culture des terres, les herbages ont pu devenir une branche importante de ses cultures.

Une autre considération devait ajouter un intérêt plus grand à la culture des plantes fourragères. Pour obtenir un produit quelconque, on peut cultiver un terrain en profitant de la fertilité naturelle du sol, de celle que départ l'atmosphère, ou en y ajoutant une fertilité artificielle par le moyen des engrais. Supposons que dans le premier cas la main-d'œuvre soit égale à 2 et produise une valeur de 3; que dans le second l'engrais soit égal à 2, la main-d'œuvre égale à 2, et que nous obtenions une valeur de 6; on voit qu'il sera plus avantageux de cultiver avec le secours de l'engrais, ce qui

cesserait d'être exact si la valeur de l'engrais s'élevait à 4, car alors il serait préférable de se borner à la simple main-d'œuvre; et si l'engrais coûtait 3, il serait indifférent de cultiver avec ou sans engrais. C'est dans la compensation de ces deux ordres de forces que consiste l'*économie de l'agriculteur*. Cette compensation est un objet de détail, parce que les produits divers sont loin d'exiger les mêmes préparations de travail et d'engrais. Nous avons vu plus haut[1] comment elle s'appliquait à la culture du blé; nous avons vu d'ailleurs que les produits ne paient pas tous au même prix l'engrais qui leur est consacré[2]. Mais dans l'état de la culture en Europe, le prix de l'engrais est inférieur à celui d'une quantité équivalente de main-d'œuvre, et il y a de beaux bénéfices à réaliser pour ceux qui savent profiter de ces circonstances, en combinant le minimum de main-d'œuvre avec le maximum d'engrais assimilable par les plantes cultivées. Mais par cela même que les terres cultivables sont limitées et appropriées, que la somme de travail que l'on peut y faire est ou deviendra bientôt un terme constant, les progrès ne pourront se faire que par l'emploi de l'engrais, celui-ci tendant à devenir de plus en plus cher, jusqu'à ce que sa valeur finisse par se niveler avec le prix des produits excédants qu'il procure.

Cette hausse du prix de l'engrais qui se manifeste chaque jour doit donc déterminer à le fabriquer pour soi-même ou pour la vente, car déjà on peut l'obtenir à meilleur marché qu'on ne l'achèterait, surtout loin des grands centres de consommation, et en y ajoutant les frais de transport.

Pour établir convenablement le compte de cette spéculation et connaître le prix réel auquel on paie l'engrais dans le cas où l'on aurait la facilité de l'acheter et de vendre le fourrage, il faut distinguer soigneusement la part de l'éleveur et celle

(1) Tome III, p. 421 et suiv.
(2) *Alimentation végétale*, ch. XIII.

de l'agriculteur. Ainsi, sur 100 kilogr. de fourrage, nous avons :

Au compte de l'éleveur.

DOIT.		AVOIR.
La valeur vénale du fourrage.		La chair, le lait.
Les soins Le logement Le prix d'achat	des animaux.	Le travail obtenu. L'engrais.

Au compte de l'agriculteur.

Le travail acheté. L'engrais acheté. La fertilité naturelle du terrain absorbée.	Le prix du fourrage.

Si l'on ne trouvait pas d'engrais à acheter au dehors, il faudrait porter au compte du cultivateur la valeur de l'engrais égale au prix qui solde le compte de l'éleveur.

On trouvera souvent que l'on paie l'engrais très cher, soit parce que l'on ne sait pas en profiter, soit parce que l'on manque d'habileté dans l'élève des bestiaux; c'est alors que l'on dit que l'élève du bétail est un *mal nécessaire*, et cependant on continuera à le produire, parce que la balance entre son prix et le produit obtenu n'est pas défavorable; persistance qui prouve que ce mal prétendu n'est qu'un bien dont on ne sait pas se rendre compte.

On a donc été ainsi conduit, dans le plus grand nombre des situations, à réunir l'exercice de l'art zootechnique à celui de l'agriculture pour se procurer les éléments de fertilité que les récoltes retirent du sol, et dont une partie est exportée loin de l'exploitation, ensuite pour accroître ces éléments et les produits que l'on peut en obtenir. L'atmosphère ne rend que lentement et à petites doses ces éléments qui ont disparu, ce n'est qu'après plusieurs années qu'une terre épuisée peut redevenir fertile; toutes les terres marcheraient donc vers cet épui-

sement inévitable sans le secours admirable que nous apporte une classe entière de plantes fourragères : je veux parler des légumineuses. Celles-ci ont une force d'absorption telle que leurs produits représentent toujours une dose d'éléments gazeux plus considérable que celle qu'ils tirent du sol. Celles qui sont pérennes laissent de plus au terrain tous les débris de leur végétation qui meurent successivement et en outre leurs racines. Nous avons vu que la terre est améliorée à raison de 1 kilogr. d'azote pour chaque 100 kilogr. de foin que l'on récolte sur les prairies composées en grande partie de légumineuses. Ce foin consommé par les chevaux reproduit dans l'engrais les $0^k,83$ de l'azote qu'il contient. Ainsi nous avons pour la fertilité obtenue par la récolte et la consommation de 100 kilogr. de foin dosant 1,50 d'azote pour 100, savoir :

1. Fertilité acquise par la terre	1^k d'azote.
2. Fertilité contenue dans l'engrais, $1,50 \times 0,83$	1,245
Total.	2,245

Ainsi, en rendant à la prairie les 0,50 d'engrais absorbés par le fourrage en sus de celui que le terrain a acquis, il nous reste $0^k,625$ d'azote pour 100 kilogr. de fourrage à disposer pour les autres champs de la ferme.

On cultive aussi des plantes fourragères d'autres classes qui ne sont pas améliorantes, mais qui enlèvent au sol toute la fertilité qu'elles contiennent. Celles-ci ne doivent être considérées que comme des ressources hygiéniques ou économiques dans leur rapport avec le meilleur entretien de bétail et non comme des ressources agricoles. Ainsi, par exemple, on cultivera le seigle qu'on coupera en vert pour avoir des aliments frais à distribuer au bétail, dans un moment où les herbages améliorants ne fourniraient pas encore une nourriture verte si nécessaire à la santé ou à la production des animaux.

Si l'on réfléchit ensuite que l'élève et l'engraissement des animaux offrent le moyen de réduire en un petit volume une valeur considérable de produits végétaux, que cette valeur se transporte d'elle-même et à de grandes distances jusqu'au lieu où elle peut être vendue, on jugera de quelle importance devient la culture des plantes fourragères, surtout pour les positions excentriques éloignées des marchés et sans communications faciles.

Enfin, la culture des prairies en diminuant la main-d'œuvre, l'élève de bétail en n'exigeant qu'un travail qui demande moins de force que de réflexion et d'exactitude, diminue la somme de ces fatigues physiques sous lesquelles s'épuise la race humaine, lui procure une meilleure nourriture et remplit ainsi un des grands buts que doit se proposer la civilisation, celui de préférer un petit nombre d'hommes forts et heureux, parvenus à la virilité, à un grand nombre d'êtres faibles et souffrants, s'éteignant dès l'enfance et ne pouvant constituer la puissance d'une nation.

Parmi les plantes fourragères, les unes sont pérennes; les autres durent un certain nombre d'années plus ou moins limité; les autres enfin sont annuelles. Nous distinguerons donc trois classes de ces plantes : 1° celle des prairies permanentes; 2° celle des prairies temporaires; 3° celle des prairies annuelles.

ONZIÈME CLASSE.

PRAIRIES PERMANENTES.

Tout terrain abandonné à lui-même se couvre spontanément d'un gazon dont les tiges sont plus ou moins fournies et

s'élèvent à une plus ou moins grande hauteur, selon la nature du sol, son état de fertilité et le climat dans lequel il est situé. Cette production naturelle d'herbe est d'autant plus grande que la saison de chaleur humide est plus longue. Au nord du continent, les prairies ont un long sommeil hivernal, puis repoussent vigoureusement pendant les étés humides; si, au contraire, nous descendons vers le midi, nous trouvons en Algérie un hiver humide, suffisamment chaud pour que les herbes ne cessent de végéter. Pendant cette saison et celle du printemps la surface entière du pays est une riche prairie dont on finira par comprendre les avantages; en été tout se dessèche et les plantes entrent dans leur sommeil estival. Ici c'est le froid qui les arrête, là c'est la sécheresse; les deux conditions, chaleur, humidité, ont cessé de se rencontrer ensemble. Entre ces deux extrêmes se trouvent des pays dont l'hiver est doux et l'été humide, où la végétation est à peine interrompue. Les prairies y développent constamment le luxe de leur verdure, c'est ce qui se passe sur les côtes occidentales de notre continent; le Poitou, la Bretagne, la Normandie, la Hollande, la verte Irlande, sont de véritables pays d'herbages partout où le sol est suffisamment hygroscopique. Au contraire, si l'hiver est assez rigoureux pour interrompre la végétation et que l'été soit sec et chaud, on ne trouve plus de belles prairies que sur les montagnes que leur altitude soustrait aux influences du climat, ou sur des terrains arrosés naturellement ou artificiellement. La région intérieure de l'Europe qui présente ces circonstances est pauvre en fourrages et en bétail, si on l'abandonne à ses forces naturelles; mais c'est là aussi que l'industrie de l'homme, corrigeant la nature, a su créer les prairies de la Lombardie qui rivalisent en été avec celles de la zone des pâturages, et les prés à *Marcite* qui les surpassent en hiver; c'est dans cette région que la culture des prairies temporaires a introduit les prairies arti-

ficielles, bravant par le choix de ces plantes la sécheresse du sol et celle du climat, en Angleterre, en Belgique, en Allemagne, dans la France orientale. Le capital et le travail ont ainsi suppléé par les labours profonds et les irrigations ce que refusait la nature. Au milieu de chacune de ces régions se trouvent des terrains exceptionnels qui ne participent ni aux qualités ni aux défauts de ceux qui les entourent; ainsi dans la région occidentale on voit de grandes étendues de terrains sablonneux et arides que les pluies et les temps humides de l'été ne suffisent pas pour entretenir en végétation; les landes de Bordeaux et de la Bretagne, les bruyères de la Belgique, de la Westphalie, du Jutland, etc. Au contraire, dans la région orientale, les plateaux élevés, les terrains baignés naturellement par la filtration des eaux et l'irrigation des sources, comme les prés d'embouche du Charolais, semblent défier la sécheresse qui règne autour d'eux.

La géographie des plantes présente ici un problème qui a besoin d'être résolu. Quelle est la cause qui fait que d'immenses surfaces ne sont couvertes que de plantes herbacées, comme on le voit en Amérique dans les pampas du Paraguay, dans les llanos de la Bolivie, dans les prairies des États-Unis; en Asie, dans les steppes de cette partie du monde; tandis qu'ailleurs ce sont les végétaux ligneux qui forment des forêts dans les lieux non cultivés?

Nous croyons que ce fait se présente partout où le terrain se dessèche en été à une profondeur telle que les racines des arbres ne pourraient plus y puiser l'humidité nécessaire pour entretenir l'évaporation de leurs feuilles, sans être privées du contact de l'air, et comme ces végétaux doivent avoir une vie continue et que leurs bourgeons ne sont pas constitués pour reprendre vie après avoir été desséchés, il ne peut exister sur ce terrain que la végétation des plantes herbacées qui repoussent de leurs racines. Là au contraire où la couche supérieure se dessèche

complétement en été, mais où il existe encore de l'humidité dans les couches inférieures, les végétaux ligneux, depuis l'ajonc jusqu'au chêne, prennent possession du terrain en raison de la plus ou moins grande profondeur ou richesse du sol. Nous pensons que c'est dans cet état hygrométrique des différentes couches de terrain que l'on doit chercher la solution de cette question.

Les prairies pérennes sont nécessairement polyphytes, c'est-à-dire composées de plusieurs espèces différentes de végétaux et quelquefois d'un grand nombre d'espèces vivant côte à côte les unes des autres et formant, par l'envahissement de leurs racines et le mélange de leurs tiges, ce que l'on appelle le gazon. Quand même au début on n'aurait semé qu'une seule espèce de graine, on n'en verrait pas moins surgir bientôt d'autres dont le germe préexistait dans le sol, ou dont les semences y sont apportées par les eaux et les vents; et peu à peu chacune d'elles se faisant sa place selon son degré de vitalité, le mélange rentre dans la proportion des gazons qui croissent dans le pays, et dans des sols semblables et semblablement disposés. Par le semis, on ne fait que hâter le moment où le terrain possédant une quantité suffisante de germes commence à donner un produit, mais on ne reste nullement l'arbitre de la nature des herbes qui finissent par y dominer. Il y faut d'autres soins; il faut changer la nature du sol, soit en desséchant celui qui est trop humide, soit en arrosant celui qui est trop aride, soit en fumant celui qui est trop maigre; il faut faire une guerre incessante aux plantes nuisibles pour modifier les qualités du gazon.

La prairie une fois établie, on en récolte l'herbe de deux façons, ou en la faisant pâturer sur place par les bestiaux, ou en la fauchant pour la convertir en foin. Dans le premier cas, elle prend le nom de *pâturage* ou d'*herbage;* dans le second, c'est une prairie proprement dite, qu'on a appelée prairie

naturelle, par opposition aux prairies temporaires auxquelles Olivier de Serres a imposé le nom de prairies artificielles qui leur est resté.

SECTION Ire. — *De la valeur des fourrages.*

Nous avons terminé nos chapitres consacrés aux cultures spéciales par la recherche de la valeur réelle des produits que nous avons comparée à la valeur vénale. Ici il nous faut suivre une autre marche. Quelle peut être la valeur réelle d'un gazon qui est souvent produit spontanément, sans aucun travail, qui n'en a une que parce qu'il est limité? Si l'air est mesuré au prisonnier, il achète de ses gardiens la faculté de le respirer plus librement; l'eau peut acquérir du prix dans une place assiégée; mais l'homme en liberté ne paie ni l'air, ni l'eau, parce que leur quantité est indéfinie et suffit à tous les besoins. L'herbe n'a aucune valeur dans les steppes, les pampas, les prairies d'Amérique, mais les pâturages naturels resserrés par les cultures ne suffisant plus à nos besoins ont acquis une valeur qui résulte uniquement de la proportion de l'offre à la demande.

Ce n'est donc plus le prix réel du foin qu'il faut chercher, mais celui de la production alimentée par le foin. Cette production est de plusieurs sortes : la viande, la laine, le lait, la force mécanique. Si l'on habitait une île sans communication avec les pays voisins, le prix de chacun de ces produits obtenus d'une égale quantité de fourrage devrait être le même; mais dès que le marché s'agrandit et met en communication des pays riches en fourrage avec d'autres qui en manquent, la viande qui se transporte d'elle-même, la laine qui se transporte et se conserve sans déchet, ne peuvent plus être comparées au lait qui exige une fabrication pour se conserver ou doit être consommé sur place, ou au travail méca-

nique qui doit être exécuté sur les lieux ; alors le lait et le travail sont relativement moins payés dans les pays à fourrage et *vice versâ*, la chair et la laine ont un moindre prix dans les pays qui en manquent que celui qu'ils auraient si les communications étaient fermées et que la consommation dût avoir lieu sans déplacement.

Il résulte de ces faits que le prix du fourrage, plus influencé par les circonstances que celui de la plupart des autres produits, est aussi ce qu'il y a de plus variable et de moins uniforme ; qu'il sera plus cher dans les pays où il abonde qu'il ne le serait si les habitants ne pouvaient exporter leur viande, leurs laines et leurs fourrages, et qu'il sera moins cher dans ceux où il manque que s'ils ne pouvaient importer ces produits, sans cependant que jamais ce prix puisse se niveler dans les uns et les autres.

En récapitulant ce qui se passe autour de nous et profitant des renseignements donnés par M. Moll, professeur au Conservatoire, dans son rapport au ministre de l'agriculture, nous trouvons que dans les différentes parties de l'Europe les prix de 100 kilogr. de foin sont les suivants :

France, centres de population.	6[f] »
— campagnes	5 »
Milan	6 »
Prusse.	3 51
Angleterre	3 60
Belgique	6 40
Bade	6 50
Bavière.	4 60
Suisse.	5 60
Prix moyen.	5 24

Ainsi le prix vénal moyen du foin sur les marchés paraîtrait être en Europe de 5[f],24 (19[k],4 de blé).

A quel prix est-il réalisé dans les différents pays et dans les différents emplois ?

Dans l'engraissement des bœufs au pâturage, tel qu'il se

pratique dans la vallée d'Auge en Normandie, et qui dure huit mois, M. Louis Dubois nous apprend [1] qu'il faut un herbage de 8712 mètres carrés produisant 4723 kil. de foin par hectare donnant à la pâture l'équivalent de 3000 kil. de foin sec, et quand il est fauché 4723 kil. de foin, pour obtenir un accroissement de 72^{k},5 de viande. Ainsi chaque kil. de viande sera le produit de 41 kil. de foin. La rente du terrain était de 130 fr., soit pour 8712 mètres carrés 113^{f},26, à quoi il faut ajouter pour frais divers de l'engraissement 4 fr. et pour risques 13^{f},30, total 130^{f},56. La viande acquise revient à 1 fr. 80 c. le kil. Le bénéfice est fondé sur la différence entre la valeur de la viande avant l'engraissement et celle qu'elle acquiert par l'engraissement. Un bœuf de 265 kil., coûtant 200 fr., chaque kil. de viande revient à 0^{f},755 ; nous avons donc

265	kil. de viande nette à 0,755.	200^{f} »
72,5	de viande, à.... 1, 80.	130,56
337,5		330,56

Prix moyen du kilogr. de viande, 0^{f},97

Le foin pâturé a été payé à raison de 4 fr. 30 c. Le défaut de cette opération consiste dans la longue durée de l'engraissement, forcée par les circonstances commerciales des époques des achats et des ventes.

Dans ses expériences de Bechelbronn sur les effets du sel, M. Boussingault obtenait (pour ceux qui ne recevaient pas de sel) les résultats suivants : poids primitif de trois taurillons 452 kilogr.; le poids à la fin de l'expérience 590 kilogr.; poids moyen 521 kilogr., donc la ration d'entretien serait 8^{k},63; la quantité totale de foin consommé a été de 1913 kilogr., dont 1015^{k},56 en rations d'entretien et 897^{k},44 en rations d'accroissement. Cet accroissement a été de 138 kilogr., donc chaque kilogr. de viande a coûté 6^{k},50 de rations d'accroissement et en totalité 13^{k},9. Si la viande était vendue au

(1) *Annales de l'agriculture française,* 2^{e} série, p. 169 et suiv.

même prix qu'elle coûtait dans l'exemple précédent, le foin de Bechelbronn serait vendu à raison de 6 fr. 55 c. [1].

Dans l'engraissement de la vallée d'Auge, le bœuf avait consommé $41^k,4$ par jour en huit mois, son poids moyen du commencement à la fin était de 301 kilogr.; la ration d'entretien 5 kilogr. donne en huit mois 1308 kilogr.; il restait donc 1609 kilogr. de ration d'accroissement ou $22^k,2$ par kilogr. de viande. On voit ici clairement combien la différence des procédés peut influer sur les résultats, quel gaspillage a été exercé par la consommation au pâturage, et combien la prolongation de l'engraissement est coûteuse, car les derniers kilogr. de fine graisse exigent une consommation de fourrage bien plus grande que les premiers kilogr. Une autre expérience de M. Boussingault va nous en donner la preuve. Celle-ci n'avait duré que trente-sept jours.

Le poids moyen des animaux du commencement à la fin était de 457 kilogr.; la ration d'entretien $7^k,62$; ils ont reçu 591 kilogr. de foin, dont $281^k,54$ en ration d'entretien et $309^k,46$ en ration d'accroissement, ou $8^k,36$ par jour. Ils ont acquis une augmentation de poids de 46 kilogr. qui ont coûté $12^k,80$ de foin par kilogr. de viande, au lieu de $13^k,9$ de l'expérience prolongée; et $6^k,72$ de ration d'accroissement, au lieu de $6^k,50$. Ici la ration d'accroissement paraît produire moins d'effet au commencement de l'engraissement, et c'est le service continué de la ration d'entretien qui a causé la différence. Il y a donc une durée raisonnable qu'indique aux bons éleveurs l'état de leurs bêtes qui les rend acceptables sur le marché. L'expérience semble avoir prouvé que cette durée ne doit pas dépasser trois mois, pour que l'engraissement soit aussi profitable que possible. On double la ration d'entretien pour avoir celle d'accroissement et on parvient aux résultats suivants :

(1) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. XXIV, p. 636.

Des bêtes d'un poids primitif de 400 kil. parviennent au poids de 474 kil.; leur poids moyen de la fin au commencement de l'engraissement est de 437 kil.; la ration d'entretien est de $7^k,28$ de foin, et par 90 jours	655^k20
Pour la ration d'accroissement.	655,20
	1310,40

L'accroissement étant de 74 kilogr., nous trouvons qu'il faut

$$\frac{1310}{74} = 17^k,7 \text{ de foin}$$

pour produire 1 kilogr. de viande dans lequel la ration entre pour $8^k,8$ par kilogr. de viande. Ainsi les 100 kilogr. de foin rendent $5^k,6$ de viande. Le prix moyen de celle-ci est en France de 80 c.; ainsi le foin reviendrait à 4 fr. 48 c., sur quoi il faut déduire une somme de 20 fr. par bœuf pour assurance, logement et soins, ou 1 fr. 54 c. pour 100 kilogr. de fourrage; le prix net du foin sera donc de 2 fr. 94 c. (12 kil. de blé).

Voyons maintenant ce qui résulte de la production du lait : M. Crusius obtient de ses vaches une moyenne de 1885 litres de lait; elles reçoivent 12 kilogr. de foin par jour, ou 4380 kilogr. par an; ainsi un litre de lait est produit par $2^k,324$ de foin; le produit brut du lait d'une vache est de 103 fr. 55 c.; ainsi le prix de 100 kilogr. de fourrage est de

$$\frac{103,55}{43,80} = 2 \text{ f. } 36 \text{ c.}$$

la valeur d'un litre de lait est de $0^f,055$. Ceci n'est que le produit brut, et c'est une exploitation modèle[1]. Telle n'est pas sans doute la condition de tous les nourrisseurs, mais il est bon d'explorer toutes les positions. Mais supposons le lait à 10 c. le litre, les 100 kilogr. de foin ne vaudront encore que

$$\frac{10}{2,324} = 4 \text{ f. } 30 \text{ c.}$$

(1) Royer, l'*Agriculture allemande*, p. 491.

dont il faudra rabattre tous les frais, qui sont de près d'un tiers du produit, reste net : 2 fr. 87 c. pour 100 kilogr. de foin ($10^k,7$ de blé).

Un cheval moyen consomme 5476 kilogr. de foin et fait 365 journées que l'on estime dans l'agriculture au prix moyen de 2 fr.; ainsi les 100 kilogr. de foin vaudront brut

$$\frac{730}{54,76} = 13^f,35$$

mais la nourriture n'étant que les trois quarts des frais d'un cheval, on réaliserait encore le fourrage dans cet emploi au prix de 9 fr. environ [1].

Si maintenant nous pouvions connaître le rapport exact du nombre des animaux qui se trouvent dans ces différentes positions, il semble que nous pourrions en conclure la valeur moyenne du foin, mais il n'en est rien ; à ces animaux qui consomment du foin récolté ou pouvant l'être, un nombre considérable de bestiaux de toute espèce viennent faire concurrence, et consomment le produit de pâtures dont l'herbe ne peut être économiquement réduite en foin qui leur est cédé à très bas prix et qui se présente cependant aussi sur le marché sous forme de viande.

Selon Petri, les pâturages à moutons les plus mauvais nourrissent pendant la belle saison sept moutons par hectare, on les y paie à raison de 2 fr. par tête de mouton ; on vend chaque année un cinquième du troupeau un peu en chair avec un bénéfice de 4 fr. par tête de mouton qui représente 5 kilogr. de viande. Il y a de plus l'accroissement de la laine qui en été est de 1 kilogr. et qui dans la nutrition représente $2^k,29$ de viande, en totalité $7^k,29$ de viande. Maintenant si à la pâture les moutons consomment un équivalent de foin pareil à celui des vaches de M. Dubois, ce qui ne me paraît pas douteux,

(1) Tome III, page 83.

les sept moutons auront coûté 1614 kilogr. de foin qui est payé à raison de 55 c. les 100 kilogr.

Maintenant en considérant la situation du bétail en France, nous trouvons que sur 14 millions de têtes réduites il y en a de nourries

	millions.		
A l'étable ou à l'engraissement.	2,46	le foin à 2f,94 =	7f,23
Faisant un travail mécanique.	2,46	9 ,•	22 ,14
Vivant sur les pâtures	9,08	• ,55	4 ,99
			34 ,37

Prix moyen, 2 fr. 46 (9 kil. de blé).

Il y aurait de l'exagération dans cette évaluation; toutes les pâtures ne sont pas d'un prix aussi bas que celui que nous leur avons assigné ici; les pâtures à vaches en particulier sont plus riches que celles à moutons et se paient à un prix proportionnel plus élevé; aussi en balançant toutes ces circonstances dans de longs calculs que nous ne pouvons mettre ici sous les yeux de nos lecteurs, nous sommes-nous arrêté à penser que le véritable prix auquel le foin était utilisé dans l'ensemble de l'Europe était de 14k,54 de blé (3 fr. 20 c. dans le nord, 3 fr. 92 c. dans le midi de la France). Les prix des marchés, quand on peut vendre le foin en nature, sont toute autre chose. Aussi, quand il s'agit de spéculer sur la production du foin, chacun devra-t-il faire son compte selon sa situation.

SECTION II. — *Circonstances qui doivent déterminer à faire paître ou à faucher la prairie.*

On fauche de pauvres gazons, on fait pâturer de riches herbages. Il y a sans doute quelquefois de la routine et de l'irréflexion dans ces usages; mais il y a aussi des nécessités dont il faut se rendre compte avant d'adopter l'une ou l'autre de ces pratiques.

La première de toutes est la question de possibilité de con-

version de l'herbe en foin. Quand on habite un climat humide, nébuleux où le fanage est lent, coûteux et ses résultats incertains, on est conduit naturellement à faire pâturer ou à faire consommer en vert. Il suffit de connaître les précautions infinies recommandées alors pour faner le foin, de voir comment on espère obtenir sa dessiccation, en l'épandant, et l'entassant successivement pendant un temps plus ou moins long, en le perchant sur des bâtons à perroquets, en le convertissant en foin brun par une fermentation préalable, etc., le tout pour ne récolter souvent, après tant de peine, que de l'herbe pourrie; il suffit, dis-je, de réfléchir à ces procédés dispendieux pour comprendre que dans de telles situations on ne doit convertir en foin que ce qui est nécessaire pour l'associer à une abondante ration de racines, et que le pâturage et la consommation en vert doivent jouer le plus grand rôle.

Si, au contraire, l'herbe pousse vigoureusement au printemps et se dessèche bientôt en été, il y a lieu de peser les raisons qui peuvent déterminer à la faire consommer en vert ou à la convertir en foin. La première consiste dans la comparaison du prix que l'on peut retirer de la consommation de l'herbe sur place ou de la vente du foin. Sans entrer dans le détail des convenances agronomiques, nous nous bornerons à faire observer que la prairie peut être entretenue en état, au moyen de la moitié environ de l'engrais qui résulte de son produit en herbe, comme nous l'avons fait voir ci-dessus, et qu'ainsi l'autre moitié de l'herbe pourrait être vendue sans détérioration pour la prairie. Il ne reste donc plus que des intérêts secondaires à balancer : d'un côté le prix que l'on pourra tirer de l'herbe pâturée, ou consommée en vert; de l'autre, celui que l'on pourra obtenir du foin.

D'après M. Louis Dubois, un hectare de prairie située dans la vallée d'Auge en Normandie, qui produirait 8600 kilogr. de foin, étant fauché, n'en produit plus que l'équivalent de

5740 kilogr. consommé par la pâture. Ainsi le terrain fauché produit 150 et le terrain pâturé 100. Mais M. Perrault de Jotemps a trouvé qu'il fallait 4 kilogr. de luzerne verte pour remplacer $1^k,50$ de luzerne sèche dans l'alimentation. Il paraît en effet que si les foins conservent tous les principes de l'herbe, ils se digèrent moins facilement et moins complétement. Ici nous trouvons que 4 kilogr. d'herbe de luzerne contiennent la même quantité de principes qui seraient contenus dans $0^k,92$ de luzerne sèche. Ainsi la valeur nutritive du foin sec serait à celle de l'herbe dans le rapport de 92 : 150 ou 61 : 100. Ainsi d'un côté le terrain fauché nous aurait rendu 150 au lieu de 100, mais aussi ces 150 n'auraient valu que 92 kilogr. Ainsi pour le consommateur, le terrain qui aurait produit 150 quintaux de foin ne lui représente que la valeur nutritive de 92 quintaux de ce même foin.

Il paiera donc pour ce terrain $0,92 \times 14^k,54$ de blé. $13^k,39$ de blé.

Si le propriétaire avait voulu faire convertir son herbe en foin, il lui en aurait coûté :

1° Fauchage de $0^f,20$ à $0^f,55$ p. 100 kil. de foin, en raison inverse de l'abondance du foin qui se trouve dans la prairie, nous passerons en moyenne . . .	0^f 37
2° Fanage de $0^f,20$ à $0^f,70$, selon la différence des climats et des saisons, moyenne.	0 45
3° Charroi à 1 kilom., $0^f,30$ p. 100 kil., attendu le volume de ce produit.	0 30
	1 12
ou.	$4^k,15$ de blé

Ainsi ses 150 kilogr. de foin lui ont été payés par la pâture $13^k,38$ de blé ou $8^k,9$ de blé pour 100 kilogr. de foin, et le seront par la conversion en foin sec $14^k,54 \times 150 - 6^k,22 = 15^k,59$ ou 10 kilogr. de blé pour 100 kilogr. de foin. Il y a donc perte de $1^k,1$ de blé par quintal de foin à faire pâturer au lieu de convertir en foin. On sent que dans les climats où

le fanage est chanceux, cette perte peut se convertir en bénéfice réel.

Si nous passons à la consommation en vert à l'étable, voici ce que nous trouverons : les frais de fauchage seront les mêmes que pour le foin, il n'y a pas de fanage; le charroi n'augmente pas de valeur, parce que bien que le poids soit triplé, le volume est beaucoup moins considérable; les frais sont donc seulement de 67 c. pour l'équivalent de 100 k. de foin. Mais ici encore comme dans le pâturage 61 kil. de foin représentent 100 k. dans l'alimentation; ainsi l'herbe coûtera $0,61 \times 14,54 - 0,67 = 8^{k},20$.

Ainsi l'équivalent de 100 kil. de foin revient en

Herbe pâturée	$8^{k},9$ de blé.
— consommée verte à l'étable .	8,2
— convertie en foin	10,0

La consommation en vert à l'étable est donc celle qui est la plus profitable; elle le devient plus encore quand les fauchages se font par ceux mêmes qui ont soin des animaux et occupent une partie de leur temps qui le plus souvent n'aurait pas reçu d'emploi, et quand on considère l'avantage de recueillir les engrais au lieu de les laisser disperser sur les pâturages. Quant à la conversion en foin, c'est sans doute le mode le plus avantageux de l'exploitation des prairies quand on habite près des villes ou des grandes routes, où les prix dépassent beaucoup le prix de revient; mais pour peu que l'on soit éloigné des marchés, il faut faire entrer en ligne de compte les frais de transport. La charrette complétement chargée porte à raison de 1311 kilogr. de poids utile par cheval, et quand les chemins sont tels que l'on puisse faire 40 kilomètres dans la journée, le prix de transport à cette distance n'est que de 34 c. pour 100 kilogr. Mais quand il s'agit de foin, le grand volume de cette denrée ne comporte pas un chargement de plus de 720 kilogr. par cheval, et le prix de transport à 40 kilom. est

de 61 c., en supposant que l'on puisse retourner chargé d'une marchandise qui puisse supporter des frais de transport égaux. Dans le cas contraire qui est le plus commun, le prix de transport sera de 1 fr. 22 c. par 100 kilogr., et si le foin coûtait 3 fr. 38 c. au cultivateur, il faudrait qu'il se vendît au moins 4 fr. 60 c. au lieu de la vente. On peut diminuer les frais de transport du foin en diminuant son volume au moyen de la compression. C'est ce que l'on fait ordinairement en le serrant dans des filets de corde, au moyen desquels il pèse 80 kilogr. par mètre cube, au lieu de 60 à 65 kilogr. qui est son poids ordinaire en magasin; ce qui réduit d'un quart ses frais de transport. M. Morin a décrit[1] les meilleurs procédés connus pour comprimer le foin au moyen de la presse hydraulique; il a montré que les frais s'élèvent à 1 fr. 6 c. par 100 kilogr. de foin, dans un atelier où l'on avait 12000 quintaux métriques de foin à comprimer en le réduisant à la densité de 450 kilogr. par mètre cube. On voit que ce moyen, très utile pour les transports maritimes qui sont peu coûteux pour des marchandises de petit volume, ne saurait être à l'usage des cultivateurs.

Il y a donc une foule de situations où il faut faire consommer le foin sur place, et c'est une circonstance qui doit être prise en sérieuse considération par ceux qui créent des prairies. Car la consommation exige la mise hors d'un capital de cheptel que M. Royer[2] porte, pour chaque tête de gros bétail et pour chaque 40 quintaux de fourrage recueilli, à 150 fr. pour achat du bétail à 100 fr. pour bâtiment, en totalité à 250 fr.

Ainsi l'on transforme son fourrage en foin : 1° quand on est voisin d'un marché sur lequel on réalise le prix de revient du foin y compris celui de transport; 2° quand on nourrit des animaux à la pâture et au vert pendant l'été, pour se procurer la nourriture de l'hiver. La première condition assigne une

(1) *Comptes rendus de l'Acad. des sciences*, t. XXII, p. 441 et suiv.
(2) *Notes économiques*, p. 101.

limite bien certaine à la production du foin; mais la seconde est bien moins limitée. Il est possible que l'herbage soit si rare et par suite le prix du foin préparé si élevé, que les bénéfices faits pendant l'été sur la pâture soient entièrement absorbés par la valeur du foin conservé pour l'hiver, et qu'il soit préférable de nourrir le bétail avec des racines dans cette saison. Le temps où le bétail est exclu du pâturage est d'ailleurs plus ou moins prolongé dans les différents climats.

La consommation en vert à l'étable est limitée par l'éloignement des pâturages de la ferme; les frais de transport augmentent beaucoup quand les prairies ne sont pas rapprochées.

On peut avoir des pâturages d'été très étendus, et cependant manquer d'un approvisionnement proportionné pour l'hiver. Une partie de l'herbe est perdue si l'on n'a pas recours à la transhumance ou à l'engraissement qui ne dure qu'une saison; le propriétaire de pâturages d'hiver qui se dessèchent en été est aussi obligé d'avoir recours aux mêmes expédients.

On voit donc que le choix du mode de consommation des herbages ne peut être l'effet du caprice et qu'il y a des raisons déterminantes pour adopter l'un ou l'autre. Quand le climat ne gouverne pas despotiquement, arrivent les considérations économiques, qui en balançant les prix de revient du fourrage avec le produit qu'on peut en retirer décident définitivement la question.

Section III. — *Dans quels cas on doit consacrer le terrain à la production des herbages.*

Si l'on n'avait que des terres en culture ou des prairies situées de telle manière qu'il fût facile de se procurer les engrais nécessaires à leur fertilisation, la question posée en tête de cette section serait facile à résoudre; il suffirait pour cela de comparer le produit net de ces deux modes d'exploitation;

mais ce cas est le plus rare, et l'existence relative des prairies et des terres cultivées est tellement liée qu'on ne peut pas les considérer isolément les unes des autres. Il faut de l'engrais pour les terres, et de tous les emplois que l'on peut faire du foin, celui qui procure de la force utilisable est le plus avantageux : c'est à combiner ces deux éléments que se réduit la solution que nous cherchons.

Nous supposerons des terrains de qualité moyenne susceptibles par leurs qualités physiques d'atteindre à l'aide des engrais au plus haut degré de produit dont le climat est susceptible, et nous choisirons le blé comme base de sa culture productive et épuisante. Pour obtenir un produit moyen de 32 hectolitres, il faut à la terre un engrais dosant $65^k,60$ d'azote; mais la paille restituera en litières $16^k,64$ d'azote, il restera donc à se procurer une quantité d'engrais dosant $48^k,96$ d'azote.

On obtiendra aisément d'une pareille terre une récolte d'au moins 6000 kilogr. de foin, en supposant qu'elle ne puisse pas s'arroser. Nous avons dit que la moitié du produit de la prairie devait lui être appliqué sous forme d'engrais pour entretenir sa fertilité acquise. Nous aurons donc à disposer, par hectare, de 3000 kilogr. de foin dosant 45 kilogr. d'azote et donnant, après avoir été consommé, un engrais dosant $45 \times 0,80 = 36$ kil. [1]. Il faudrait donc 1,25 hectare de prairie à chaque hectare de blé dans les conditions que nous venons d'indiquer, pour lui fournir l'engrais qui serait nécessaire à sa production *maximum* [2]. Nous aurons alors pour le produit net des deux portions de terrain, un hectare de blé, 2987 kilogr. de blé [3], et

(1) Nous supposons le foin au titre de $1^k,50$ d'azote p. 100, et nous savons (t. I, p. 536, 2e édit.) que les chevaux ne rendent en engrais que les 0,80 de celui qui est contenu dans les fourrages.

(2) Un hectare suffirait et au delà en faisant succéder le fourrage au blé sur le même terrain; mais nous traitons ici des prairies permanentes.

(3) Tome III, p. 666.

pour un hectare et un quart de prairie produisant 7500 kilogr. de foin, savoir :

	Blé
Nous avons dans la culture du blé 41 journ.,85 de cheval[1], consommant 15 kil. de foin par jour, ou 627k,75 à 22k,14 de blé, les 100 kil. ci	138k,98
Il reste à faire consommer 6872k,25 de foin, que nous supposons employés à produire du lait, et valant alors 13 kil. de blé les 100 kil.	893,39
On fournit à la culture de l'engrais dosant 48k,96 d'azote	328,03
	1360,40

Le foin coûte, savoir :

Rente de la terre pour 1 hect.,25	408f,75
Frais de fenaison de 7500 kil. de foin	337,50
Charroi du foin	20,70
Engrais, 48k,96 d'azote	328,03
Charroi de 6872 kil. (la moitié de la quantité totale) pour les prés	6,87
Épandage du fumier.	5,96
	1107,81
Reste en bénéfice pour 1 hect.,25. . .	252k,59
ou par hectare.	201,60

La terre à blé étant arrivée au degré nécessaire de fertilité pour donner un produit net de 2987 kilogr. de blé[2], il faut retrancher 1793 kilogr. pour le prix de la paille que nous faisons entrer dans les fumiers; il nous reste donc 1194 kilogr. de blé pour rente d'un hectare de terre cultivée en blé; ainsi l'hectare de prairie ne produisant que 6000 kilogr. de foin ne donnerait que le 0,17 de la rente d'un hectare de blé. Mais nous verrons bientôt que par des soins plus intelligents, par les engrais partout, par les irrigations dans les terres sèches, on peut porter le produit des fourrages beaucoup plus haut. Ainsi nos prairies arrosées de Vaucluse donnent 15000 kilogr. de foin et au delà sans que les frais augmentent de beaucoup, et alors nous avons pour recette :

(1) Tome III, p. 381. (2) *Ibid.*, p. 666.

627k,75 de foin pour les chevaux	138k,98
mais il nous reste 14372 kil. de foin pour la production du lait.	1868,36
et enfin la moitié du fumier dosant 225 kil. d'azote. . .	1507,50
	3514,84

Le foin coûte :

Rente de la terre fraîche ou arrosée.	654,00
Frais de fenaison pour 15000 kil. de foin	675,00
Engrais dosant 225 kil. d'azote.	1507,60
Charroi du foin	45,00
Charroi du fumier.	15,00
Epandage du fumier.	15,00
	2911,60
Reste en bénéfice.	603,24

Mais la culture du blé n'exigeant qu'un engrais représentant 48k,96 d'azote comme dans le cas précédent et pouvant en fournir par hectare 225 kilogr., chaque hectare de blé n'exigera plus que 0hect.,22 de prairie pour son entretien.

Ainsi dans le premier cas nous avons :

1 hectare de blé produisant net. . .	1194k,00 de blé.
1h,25 de prairie.	252,59
Produit net de 2h,25. . . .	1446,59
ou par hectare	643,00

Dans le second cas nous avons :

1 hectare de blé	1194f,00
0h,22 de prairie	132,71
Par 1h,22.	1326,71
ou par hectare	1087,47

Entre ces deux extrêmes viennent se placer tous les degrés intermédiaires de production du foin.

Plus on récoltera de foin sur la prairie qui, dans les conditions indiquées où le foin est consommé dans la ferme, donne toujours un produit moindre que celui de la céréale profitant de la moitié de son fumier, moins il faudra d'étendue de pré pour

fumer le blé, et par conséquent plus la rente de l'accouplement de la prairie à la terre s'élèvera.

Mais dans l'hypothèse que nous posions au commencement de cet article, celle où l'on n'est pas à portée de se procurer des engrais du dehors, supposons que la culture du blé soit privée de prairie, elle ne profitera plus que des engrais atmosphériques et de ceux résultant de la paille; dans le midi les engrais atmosphériques procurent après une jachère d'un an,

8 à 9 hectolitres de blé (675 kil. de blé). . . .	675 kil. de blé.
95, 52 d'azote de la paille valant.	640
	1315
D'où retranchant 576 kil. pour les cultures et les frais et 327 kil. pour la rente de la terre. . .	903
Il reste.	412
Dont la moitié (à cause de l'année de jachère) est de..	206

Voilà pourquoi la culture des prairies devient un *mal nécessaire*. Ce mal élève le produit net du cultivateur de 206 kil. à 643 kilogr. au moins. Nous verrons d'autres résultats en traitant des prairies artificielles ou temporaires. Il n'y a donc pas à balancer, on doit convertir une partie de ses terres en herbages quand on veut bien cultiver les produits épuisants; cette partie doit être telle qu'elle puisse fournir l'engrais nécessaire à la consommation du produit épuisant. C'est ici le cas le plus général.

Mais il est aussi des circonstances où le produit même de la prairie peut s'élever au niveau de celui des terres à blé et où la conversion des champs en prés devient la meilleure des spéculations. Ainsi supposons que l'on se trouve placé dans une position où le prix de 100 kilogr. de foin soit habituellement de 6 fr. ($27^{k},27$ de blé dans le Nord);

La prairie qui en produirait 6000 kil. donnerait de produit brut.	$1636^{k},20$
D'où retranchant pour les frais.	785,00
Resterait de produit net. . .	851, 20

C'est-à-dire 200 kilogr. de plus qu'en lui associant la culture du blé, et beaucoup plus que si l'on cultivait le blé seul sans engrais.

On préfère aussi les prairies permanentes dans les pays où la terre, fraîche jusqu'à l'époque de la coupe des foins, devient sèche à l'approche de la maturité des blés, et où par conséquent les récoltes de ce produit sont chanceuses ; on les préfère aussi dans les situations où la main-d'œuvre est chère et où les frais de culture en atténuent les bénéfices ; dans celles où les ouvriers sont rares; enfin dans les terrains peu profonds, situés dans les pays frais (pays de montagnes, Irlande) et dans les terrains trop compactes, dont la dureté renchérit la culture et qui, quand une fois le gazon y est bien formé, peuvent devenir de très bonnes prairies.

La culture des prairies est d'ailleurs moins incertaine dans ses résultats que celle des plantes annuelles. Aussi voit-on peu de fermiers s'y ruiner, comme il n'arrive que trop souvent quand les années défavorables aux grains se succèdent dans les terres qui y sont consacrées. Les soins qu'on leur consacre sont plus uniformes, plus réguliers, moins assujettis aux saisons ; elles exigent un fonds de roulement bien moins considérable, et le capital fixe y court peu de danger. Tous ces motifs de sécurité constituent dans les pays à herbages une aisance générale, qui n'est pas susceptible de grands accroissements, mais qui se soutient sans effort. La population ne s'y multiplie que lentement, parce que toutes les positions une fois prises ne sont pas susceptibles d'augmenter en nombre. Aussi les pays à herbages fournissent beaucoup d'émigrants.

Nous conseillerons toujours de s'assurer une grande partie de l'approvisionnement des fourrages d'un domaine au moyen de prairies permanentes en les portant au plus haut degré de fertilité dont elles soient susceptibles. C'est le moyen d'éviter les oscillations et les embarras que présentent les ressources

tirées des prairies temporaires qui quelquefois manquent complétement. Affermie sur cette base, l'agriculture marche d'un pas régulier, la rente du propriétaire et le profit du fermier se trouvent aussi bien assurés que possible, et présentent des chances certaines d'accroissement, quand on sait bien proportionner les prés aux champs et mettre en jeu toutes les ressources que présentent les engrais dans leur application aux cultures des céréales unies aux cultures industrielles.

SECTION IV. — *Végétation des prairies.*

Nous compléterons ici ce que nous avons dit sur la végétation des prairies dans notre premier volume [1].

Chaque terrain se revêt spontanément avec plus ou moins de difficulté d'une végétation qui lui est propre et qui lui imprime un caractère indélébile. Le gazon qui le recouvre est formé d'un mélange de plantes en différentes proportions. Nous avons dit combien il serait intéressant de les déterminer; nous avons fait entrevoir que l'on pourrait arriver par la détermination botanique à une connaissance plus approfondie des terrains, de leur propriété physique et de leur fertilité [2].

Une terre qui a été défrichée et que l'on abandonne sans culture ne se couvre pas immédiatement d'un gazon identique à celui de la terre voisine qui est restée constamment inculte; les germes de différentes plantes lui manquent; un certain nombre d'espèces voraces se montrent d'abord et s'emparent du terrain; à côté d'elles naît la végétation des plantes plus faibles à leur naissance, mais aussi plus vivaces qui forment le tissu de leurs racines traçantes; chaque espèce cherche à s'étendre en combattant ses voisines, et c'est après une longue série de luttes que l'équilibre s'établit et que chacune d'elles finit par occuper le

(1) Tome I, p. 689 et suiv., 1re édit.; p. 656 et suiv., 2e édit.
(2) Tome I, p. 269, 1re édit.; p. 240, 2e édit.

rang relatif à sa force de végétation, ou à la facilité de sa multiplication. Une terre qui a été semée en herbes des prés présente le même phénomène. Dans le pays que nous habitons et où la création des prairies est une opération familière, nous en avons des exemples fréquents. Ainsi, il y a quelques années, nous avons ensemencé un pré avec un mélange de graines de fromental (*Avena elatior*), de fétuque des prés, d'ivraie vivace, de vulpin des prés, de trèfles rouge et blanc. Le terrain était fortement amendé. En été nous avons eu une coupe presque entièrement composée de graminées; en automne les légumineuses avaient pris le dessus; elles ont conservé leur supériorité pendant trois ans; puis les graminées se sont multipliées, et aujourd'hui le rapport naturel que nous observons dans les vieux prés s'établit dans celui-ci. Cette association tumultueuse des plantes, suivie d'un équilibre définitif, est l'image fidèle de la population des animaux, où les carnassiers et les herbivores se proportionnent à la nature du sol qu'ils habitent, à leurs ressources en aliments, à leurs moyens d'attaque et de défense; image aussi de la société humaine où, malgré les principes d'égalité native, les races et les individus n'ont à la longue que le degré d'importance et d'extension qui leur est assigné par leur caractère propre et leur supériorité dans la lutte des intérêts.

Il se passe quelquefois longtemps avant qu'un gazon soit complétement formé. Il faut que les circonstances favorisent le dépôt des germes qui conviennent le mieux au terrain, que la guerre intestine que les plantes se livrent entre elles soit terminée par le balancement réciproque des forces des végétaux. Pendant cette période de temps le gazon présente différentes phases dans lesquelles certaines plantes paraissent dominer tour à tour et qui font illusion sur une alternance qui n'est que le résultat de leurs combats partiels. Mais un gazon vieux ne se modifie plus radicalement, il éprouve seulement

des variations causées par celles des saisons qui favorisent tantôt les plantes qui aiment la fraîcheur, tantôt celles qui supportent la sécheresse. Dans les gazons pâturés pendant toute la belle saison, les plantes que les troupeaux refusent de manger se multiplient de préférence parce qu'elles viennent toutes à maturité et se disséminent abondamment. C'est ce qui fait que les prairies des Alpes se garnissent de gentianes, de vératres, etc. Les plantes utiles ne mûrissent que par hasard et se multiplient les unes et les autres, selon l'époque de la maturité de leurs graines et selon que le gazon a été brouté de bonne heure ou tard. Il suffit de changer l'ordre dans lequel le pâturage a eu lieu antérieurement pour changer la physionomie de ces prairies. La variété des plantes y est très grande et en général elles sont pauvres en grandes graminées. M. Lecoq en cite même une où cette famille de plantes manquait complétement, et où les légumineuses s'étaient emparées du terrain [1].

Dans son ouvrage sur les plantes fourragères, M. Lecoq, partisan de l'alternance naturelle, cite seize carrés de gazon semés originairement dans l'intérieur de l'hospice de la Salpêtrière et qui ont tous une composition différente; dans ces gazons domine telle ou telle plante, quoique, dit-il, le sol soit le même partout, sablonneux et léger, sec et riche, mais ne recevant aucun engrais [2]. Les gazons diffèrent par le nombre et l'espèce de plantes qu'ils contiennent, mais surtout par l'espèce dominante, et enfin [3] l'auteur observe qu'ils changent chaque année d'espèce dominante, qui tantôt est le fromental, tantôt le dactyle pelotonné, tantôt la lupuline, tantôt les caille-laits.

Il cite aussi les prés de Gentilly, où les graminées et le trèfle des prés se remplacent comme espèces dominantes. Tous ces phènomènes s'expliquent parfaitement par la variation des saisons. Tous nos gazons, toutes nos prairies laissent dominer

(1) *Traité des plantes fourragères*, p. 520.
(2) *Ibid.*, p. 535 et suiv. (3) *Ibid.*, p. 547.

tour à tour les plantes qui ont été les plus favorisées par les météores, mais on ne signale pas la disparition des espèces vivaces qui se sont une fois emparées du terrain dans les vieux gazons parvenus à leur état statique. Quant à la composition des gazons, on conçoit que si un carré a reçu accidentellement dès l'abord la semence d'une plante vivace qui lui convienne comme pour l'un de ceux que M. Lecoq a cités, la *Barckausia taraxacum*, elle se maintienne fortement à sa place, tandis qu'elle ne pousse pas dans les carrés qui n'ont pas reçu la semence, ou qui l'ont reçue quand le gazon était tout formé et que les graines de pissenlit sont tombées sur une place où chaque espèce constituante était déjà maîtresse du terrain. Enfin il est permis de croire qu'il n'y a pas homogénéité parfaite du sol dans la cour d'un hospice qui, avant d'être transformée en gazon, a eu des emplois différents dans ses différentes parties, et enfin que ces carrés sont sous l'influence de l'ombre des bâtiments à des heures différentes, ce qui a contribué à modifier leur état physique et les rend plus ou moins propres à la végétation de certaines espèces.

Nous croyons donc à la permanence de la constitution des gazons, tant que les circonstances extérieures ne sont pas changées, comme nous croyons à celle de la constitution des forêts en présence de la constante reproduction des mêmes essences dans toutes celles dont on connaît l'histoire, et malgré l'apparente alternance qu'offrent les coupes où les bois blancs trouvent l'air qui leur manquait et en profitent pour croître, tandis que le chêne et le hêtre qu'ils ne remplacent pas, croissent plus lentement à l'ombre et ne reprennent que plus tard leur rang de dominateurs. Mais changez les conditions physiques du terrain d'une prairie, assurez-lui des arrosages réguliers, fumez-le habituellement, alors le gazon change de nature pour se conformer à son nouveau mode d'existence; des herbes d'une alimentation exigeante, qui s'y trouvaient dans un état

de gène et d'atrophie, atteignent tout leur développement et prennent la première place en reléguant les espèces plus grossières au rang de plantes accessoires.

Il est aussi d'autres circonstances qui changent la constitution des gazons; par exemple, quand ils sont pâturés ou fauchés; quand ils sont pâturés constamment ou dans telle ou telle saison.

Dans un gazon pâturé toute l'année, les plantes à racines vivaces et traçantes deviennent prédominantes, si on l'échardonne et le sarcle avec soin, sinon il est envahi par les herbes refusées par le bétail. Il en est de même des prés de montagne pâturés pendant l'été. Les pâturages d'hiver, comme ceux de la Camargue, de la Crau et des Maremmes sont sujets à voir se multiplier les plantes frutescentes et vivaces. Ainsi en Camargue l'*Authoxantum odoratum*, l'ivraie vivace, les bromes, le *Poa stricta*, n'occupent plus qu'une place réduite par les salicornes, les soudes, les atriplex, les statices, les tamarises, plantes salifères que l'on n'extirpe plus depuis que le bas prix de la soude ne permet plus d'en tirer parti par la combustion. Les pâturages de la Crau, plaine caillouteuse, sont beaucoup trop envahis par les euphorbes, les viperines, les cynoglosses, les asphodèles, les cistes, l'hysope, la lavande, les chardons, à travers lesquels naissent les graminées succulentes, le *Panicum dactylum*, l'ivraie pérenne, les fétuques, ainsi que le trèfle de pré, le trèfle rampant, le trèfle fraisier, etc. On voit les pâturages de montagnes être envahis par les gentianes, les aconits, les chardons et les grands ombellifères.

Quand on fauche une prairie, on attend que la plus grande partie des plantes soit en fleurs, mais alors une autre partie a déjà fleuri et a mûri ses graines. Les plus précoces sont donc celles qui se multiplient le plus; c'est ainsi que se propagent dans une plus grande proportion les renoncules, les pédiculaires, les euphraises, et qu'en même temps disparaissent les

plantes plus tardives. A la seconde coupe, nouvelle dissémination des plantes que l'on a laissées mûrir, des ombellifères surtout; aussi un gazon fauché ne ressemble plus par sa population végétale au gazon pâturé. Ainsi différences provenant du sol, du climat, différences provenant du mode d'exploitation, telles sont les causes qui modifient les qualités du gazon, quelles que soient du reste les graines avec lesquelles il a été d'abord semé et leur proportion dans le semis.

SECTION V. — *Qualité des herbes des prairies.*

Quoique les prairies soient peuplées d'un grand nombre d'espèces de plantes, toutes plus ou moins agréables au bétail, plus ou moins propres à la pâture ou à être fauchées, cependant un grand nombre d'entre elles donnent peu de fanes ou des fanes de médiocre qualité. On juge surtout d'une prairie par la prédominance de deux seules familles de plantes, les graminées et les légumineuses; toutes les autres pourraient en être bannies sans préjudice pour le produit. Les hampes de quelques dents-de-lion portent des rosaces de feuilles qui occupent le terrain sans profit; les tiges ligneuses de quelques ombellifères donnent de l'odeur au foin, mais sont généralement rejetées par le bétail à cause de leur dureté et diminuent la valeur du fourrage. Puisque notre but en agriculture est d'obtenir le plus grand produit utile possible, c'est aux graminées et aux légumineuses que nous nous attacherons dans la composition de nos prairies, laissant à la nature le soin d'y mêler quelques autres espèces adventives, et aux éleveurs de bétail à apprécier le prix qu'ils doivent attacher à des herbages de qualité plus exquise, mais qui sont peu abondants en fourrage.

Quoique les matériaux d'étude sur les qualités des plantes fourragères soient loin d'être complets, et qu'il faille reprendre avec les nouveaux moyens analytiques et par des expé-

riences directes la plupart de ceux que nous possédons, cependant nous devons tenir compte des travaux que nous pouvons utiliser dès à présent : 1° les expériences de G. Sainclair, jardinier du duc de Bedfort; 2° les notices chimico-agricoles de Sprengel qui comprennent un certain nombre de plantes appartenant à plusieurs familles; 3° les analyses et les expériences de M. Boussingault sur quelques plantes légumineuses; 4° les excellentes notes que M. Vilmorin a consignées dans *le Bon Jardinier;* 5° des notices moins positives, mais cependant très utiles, sur les plantes fourragères contenues dans différents ouvrages et réunies dans le *Traité des plantes fourragères* de M. Lecoq.

Les expériences de G. Sainclair ont été faites en petit, sur moins d'un demi-mètre carré pour chaque plante à laquelle on fournissait la terre qui paraissait la plus propre à sa végétation. Les plantes étaient toutes fumées de manières à être poussées à leur maximum de produit. Ainsi il a pu comparer leur faculté relative à donner du fourrage. Nous avons cherché à nous procurer la plupart de ces espèces et à en faire l'analyse élémentaire; quand nous ne l'avons pas pu, nous avons trouvé par la comparaison des plantes analogues à celles qui ne l'avaient pas été, que 100 parties de ce que Davy appelle matière nutritive, extraite des plantes par l'eau chaude, contenaient 67 parties d'albumine, et c'est d'après cette donnée que nous avons déterminé approximativement la teneur en azote de ces plantes. Quant à la quantité récoltée, on sent qu'elle est toujours très supérieure dans ces expériences à ce que les plantes fourniraient dans les prairies non fumées. Ce produit est ici un maximum obtenu artificiellement. Le foin récolté n'est pas arrivé à son point de dessiccation absolue, mais à ce que nous appelons son état normal, son état marchand,avec 10 ou 15 p. 100 d'humidité; 12 p. 100 en moyenne. C'est à ce point que nous avons arrêté nos analyses.

Dans l'examen que nous allons faire, nous avons divisé les plantes en trois classes : 1° celles des terrains humides ; 2° celles des terrains frais ; 3° celles des terrains secs. La plupart de ces dernières supportent les terrains secs plutôt qu'elles ne les préfèrent et végètent plus vigoureusement dans les terrains frais. La synonymie est celle de la *Flore française* de De Candolle et Duby.

Ire Division. — *Plantes des terrains humides.*

Toutes ces plantes ne prospèrent que quand leurs racines sont en contact avec l'eau.

Noms botaniques des plantes.	Foin récolté par hect.	L'herbe perd par la fenaison.	Azote p. 100 de foin normal.
	kil.		
Poa fluitans. Terrains humides, bords des ruisseaux et des étangs; fourrage tendre et excellent; ses grains sont recueillis en Pologne pour en faire des gruaux; les oiseaux et les poissons les recherchent beaucoup.	4593	0,70	1,95
— *serotina.* Glaises argileuses..	8843	0,50	1,18
— *aquatica.* Marais, bord des cours d'eau et des étangs, racines traçantes et fortes; fournit beaucoup de fourrage assez grossier, qui durcit beaucoup si on le coupe trop tard.	85452	0,40	0,54
— *airoides.* Même terrain.	3675	0,80	1,27
Phleum nodosum. Glaise argileuse. Cette plante reste couchée et ne peut être saisie par la faux. . .	6546	0,52	0,8
— *pratense.* Terres tourbeuses et humides, tient une grande place dans les prairies humides, beau regain; le fourrage est excellent.	19524	0,56	1,00
Phalaris arundinacea. Glaise sableuse, sur les bords des cours et des amas d'eau. Il faut le faucher avant la floraison pour que le foin ne durcisse pas trop; quoique d'apparence grossière, ce fourrage est bien mangé par le bétail quand il a été coupé de bonne heure; vient aussi sur les terrains secs, mais avec moins de vigueur; fréquent dans les prairies de la Lombardie. . . .	13782	0,50	1,49
Alopecurus pratensis. Cette plante donne de très bonnes récoltes dans les terrains humides et frais.	6893	0,70	0,67
Festuca elatior. Poa (*Curtis*).	4822	0,60	1,53
— var. *pratensis.* .	7270	0,54	0,58
— var. *giguntea.* .	20099	0,66	1,71

Il faut toujours choisir la grande variété de cette plante quand on recueille les semences; la différence de produit est si grande que l'on en a fait des espèces; cette plante croît dans les terres riches et humides et au bord des eaux, et quoique le fourrage en paraisse grossier, les animaux le mangent avec appétit.

Noms botaniques des plantes.	Foin récolté par hectare.	L'herbe perd par la fenaison.	Azote pour 100 de foin normal.
	kil.		
Festuca arundinacea. Abondante en fourrage grossier, surtout si l'on attend la floraison.	23938	0,50	0,54
— *cærulea.* Dans les terres humides et dans le cours des ruisseaux.	3158	0,61	0,98
Agrostis stolonifera. C'est le fameux *fierin.* Ses racines traçantes, en poussant des filaments de tous les nœuds, produisent beaucoup dans les prairies sablonneuses et humides ; sa production décroît avec la fertilité et l'humidité du terrain.	8958	0,55	1,33
— *aecumbens.* Terres marécageuses.	5168	0,55	1,05
Arundo phragmites. Plante des terrains inondés ou humides. Son foin, coupé de bonne heure, est très bien mangé.	20000	0,50	0,75
Lathyrus pratensis. Vient dans les terrains riches et humides ; excellente plante qui donne abondamment de fourrage.	10000	0,68	2,36
— *palustris.* Veut absolument un terrain humide.. .	10000	0,70	2,20
Vicia sepium. Se trouve dans tous les terrains, mais ne prend tout son développement que dans les terrains humides.	»	»	1,14
Lotus uliginosus. Fanes abondantes dans les terrains humides qu'elle garnit bien et où elle doit être la base des produits..	»	»	»

D'après cette liste des plantes des terrains humides que l'on doit semer et dont on doit favoriser la croissance, on voit qu'elles peuvent être considérées sous deux rapports, ou comme devant donner un fourrage fin et substantiel, ou comme fournissant des litières abondantes. On n'est pas toujours maître de se décider pour une de ces alternatives. Sur les terrains légers, sablonneux, humides, rafraîchis par des eaux de source, riches en principes nutritifs, on aura les fétuques, les phalarides, les pâturins, les fléoles, les agrostides et des légumineuses, qui donnent un bon foin dosant en moyenne 1,40 p. 100 d'azote ; si au contraire le sol est habituellement inondé, on n'aura plus que les espèces grossières de *Poa aquatica, Festuca arundinacea, Arundo phragmites, Lathyrus palustris ;* le foin ne dosera plus que de 0,60, à 0,64 p. 100 d'azote. Mais le produit de ces deux récoltes en poids sera au moins comme 1 : 3 et en valeur comme 14 : 18. Les frais de transport finissent par rendre les prés fins plus avantageux que les prés grossiers, pour peu qu'il y ait de distance à parcourir.

IIe Division. — *Plantes des terrains frais.*

Noms botaniques des plantes.	Foin récolté par hectare. kil.	L'herbe perd par la fenaison.	Azote pour 100 de foin normal.
Festuca elatior, var. *gigantea*. Dans ce terrain bien fumé, cette plante arrive à son maximum de produit.	20099	0,66	1,71
— *loliacea*. Devient plus productive à mesure qu'elle avance en âge, contrairement à ce que fait le *Lolium perenne*.	8039	0,56	0,83
— *sylvatica*. Durcit vite et doit être coupée de bonne heure. Elle est sujette à l'ergot. Plante très nourrissante, si on sait la récolter à point. On la trouve surtout dans les pâturages subalpins	21439	0,65	2,15
Avena elatior. Le fromental repousse toute la saison, et c'est ce qui fait son mérite. Le foin de fromental est amer, et quand on cultive cette plante seule, les animaux ne s'en trouvent pas bien..	6431	0,60	0,85
— *pubescens*. Repousse constamment; elle perd son duvet dans les terres riches; fourrage médiocre.	6604	0,62	0,67
Lolium perenne. Le ray-grass repousse constamment; se plaît à être fauché et alors se garnit du pied; fourrage médiocre.	3737	0,58	0,98
Alopecurus pratensis. Vulpin des prés. Graminée précoce qui donne un regain plus considérable que la première coupe..	6893	0,70	0,67
Son regain.	9187		
Phleum pratense. Thimoty - grass. Excellente graminée qui repousse constamment.	19524	0,56	1,02
Regain.	5600		
Agrostis canina.	3866	0,56	0,74
— *vulgaris*. Plus ou moins abondant selon la richesse du terrain.			1,35
Cynosurus cristatus. Cette plante ne trace pas et croît à travers les autres graminées.	2067	0,70	1,11
Anthoxanthum odoratum. Cette plante qui communique une bonne odeur au foin pousse de bonne heure et se montre aussi dans le regain; son fourrage est peu nutritif..	2366	0,73	0,62
Dactylis glomerata. Excellente plante qui repousse bien et garnit à peu près également toutes les coupes. On en a plusieurs variétés très élevées. . .	14441	0,59	0,85
Regain.	5493		
Holcus lanatus. Cette excellente plante est très recherchée des bestiaux; elle est précoce, repousse bien; mais comme elle forme des touffes isolées, on ne peut pas la semer seule. . . .	7493	0,63	1,92
— *odoratus*. Elle est printanière, mais sa première coupe est toujours plus faible que les suivantes. Il lui faut assez d'humidité.	2742	0,82	
Regain.	3446		
Poa pratensis. Il perd ses feuilles en mûrissant et doit être coupé en fleurs; résiste bien aux temps de sécheresse.	3255	0,70	1,03
Regain.	1380		

Noms botaniques des plantes.	Foin récolté par hectare.	L'herbe perd par la fenaison.	Azote pour 100 de foin normal.
Poa trivialis. Cette plante exige un terrain très frais, elle n'a toute sa valeur qu'en approchant de sa maturité.	*kil.* 2527	0,70	1,60
Regain.	1607		
— *nemoralis*. Excellente plante qui ne craint pas l'ombre. Elle doit être coupée en fleurs; elle est sujette à la rouille; ne gazonne pas, mais vient isolément.	8768	0,55	1,64
— *maritima*. Plante des terrains salants, excellente, très recherchée du bétail.	5512	0,58	1,88
Bromus erectus (*pratensis*). Garnit bien le terrain et donne un fourrage abondant quoique de qualité médiocre.	8546	0,58	0,58
Hordeum secalinum. Doit être fauché de bonne heure à cause de ses épis barbus.	3675	0,60	1,56
Aira cæspitosa. Fait des mottes ou buttes dans la prairie qui gênent la faux. Ses jeunes pousses sont bonnes, mais elle perd ses qualités quand elle défleurit..	3732		1,02
Trifolium pratense. C'est la base la plus essentielle d'une prairie, dont elle garnit le fonds. . . .	5000	0,78	1,54
Vicia sepium. Garnit les prairies, entortille ses vrilles aux graminées qui le soutiennent et augmente beaucoup le poids du foin.	6000	0,60	1,14
— *cracca*. Est aussi très utile pour garnir les prairies.	5000	0,60	1,15
Lathyrus pratensis. Excellente aussi pour concourir avec les graminées.	»	»	»
Medicago sativa. Ne doit pas être mêlée aux autres plantes, à cause de la rapidité de ses pousses qui devancent celles des autres plantes, ce qui fait qu'on ne la récolte jamais qu'après qu'elle est sèche et qu'elle a répandu ses graines. . . .	»	»	»
— *lupulina*. Elle ne s'élève pas, produit peu de fourrage, mais garnit le fonds de la prairie. .	»	»	»

IIIe Division. — *Plantes des terrains secs.*

La propriété de ces plantes est de résister à la sécheresse; mais leur produit dépend des intervalles de fraîcheur du sol, pendant lesquels seulement elles peuvent pousser.

Noms botaniques des plantes.	Foin récolté par hectare.	Azote pour 100 du foin normal.
Lolium perenne..	3727 *kil.*	0,98
Poa trivialis..	2527	1,60
Cynosurus cristatus.	2067	1,11
Festuca glauca.	5410	0,99
— *rubra*..	6431	0,83
— *ovina*..	3000	0,09
— *duriuscula*..	9303	1,30

Noms botaniques des plantes.	Foin récolté par hectare.	Azote pour 100 de foin normal.
Festuca inermis.	6029 kil.	
— *myuros*.	3215	0,84
Bryza media..	3483	1,39
Elymus avenarius. Fourrage dur..	27565	1,30
Agrostis rubra.	3052	1,00
— *vulgaris*..	3866	1,30
Stipa pennata.	3886	1,51
Triticum repens. Le chiendent est une des meilleures plantes des prairies sèches, quand d'ailleurs on lui fournit l'engrais nécessaire.	7129	1,53
Holcus mollis. C'est la plante par excellence de ces terrains; le bétail en est très avide..	15313	2,60
— *odoratus*.	2742	1,92
— *lanatus*.	7493	1,92
Avena pratensis.	2104	1,37
— *flavescens*.	3215	1,79
Bromus secalinus..	13897	1,52
— *asper*..	4597	1,21
Alopecurus agrestis.	3559	0,59
Dactylis cynosuroides. Foin grand et pauvre	44861	0,49
Kœleria cristata.	5512	0,74
Aira flexuosa.	3559	0,63
Nardus stricta.	2756	
Poa compressa.	1627	1,83
Paspalum dactylum.	»	»
— *sanguinale*..	»	»
Achillea millefolium..	»	0,80
Lotus corniculatus. Bon fonds de prairies sèches.	»	»
— *maritimus*.	»	»
Orobus tuberosus..	»	»
Trifolium maritimum.	»	»
— *repens*.	»	»
— *procumbens*.	»	»
— *frugiferum*.	»	»
Coronilla varia..	»	»
Ornithopus perpusillus..	»	»
Hedysarum onobrychis	»	»

IVe Division. — *Plantes des terrains acides.*

Quand les terrains renferment des principes d'acidité, de l'acide carbonique en excès, de l'acide acétique, ou du tannin, comme il arrive dans les tourbières, les défrichements récents de bois, etc., la végétation conserve un caractère particulier; elle se compose de plantes spéciales à ces terrains, et l'on ne peut y obtenir une récolte abondante de plantes de terrains doux. Cette disposition des sols est caractérisée par l'existence

de plantes des familles des cypéracées et des typhinées. Elles donnent un fourrage très pauvre en parties nutritives, peu agréable aux animaux, et qu'ils ne consomment en vert qu'à défaut de meilleurs aliments. Ces plantes ne peuvent avoir de la valeur que pour la production des litières, et si elles offrent un excipient aux urines, elles ajoutent peu de chose à la richesse des fumiers. C'est par le chaulage, le marnage, les engrais, l'irrigation avec un écoulement facile des eaux surabondantes, que l'on transforme ces terrains acides, et que l'on fait succéder des plantes utiles à celles qui ont si peu d'avantages.

SECTION VI. — *Époque de la végétation des plantes des prairies.*

Dans les pâturages, on doit rechercher une association de plantes telles, qu'à quelque époque de la saison qu'on y fasse entrer les animaux, ils y trouvent une nourriture tendre, arrivée à son degré le plus élevé de propriétés nutritives. On y souffre donc un grand mélange d'herbes, et comme on ne met pas chaque partie de la pâture en consommation au moment précis où le plus grand nombre de ces herbes a atteint sa floraison, il en résulte sur l'ensemble une perte que nous avons déjà vu évaluer plus haut par M. Louis Dubois dans le rapport de 5746 : 8700 ou de 0,67 de la quantité de foin que l'on récolterait par le fauchage. Il serait difficile sur de grandes étendues de restreindre la végétation de chaque carré aux plantes qui fleuriraient simultanément, et probablement les frais qu'entraîneraient de tels soins dépasseraient les bénéfices que l'on pourrait en retirer.

Pour les prairies fauchées, nous devons rechercher une association de plantes qui arrivent à la fois à leur maximum de produit et suivent les mêmes phases de végétation. Mais si la prairie doit être fauchée plusieurs fois dans l'année, il faudra en outre que ces plantes repoussent promptement et vigoureu-

sement après le fauchage. Il est donc nécessaire avant tout de connaître aussi bien que possible l'époque de la floraison des plantes entre lesquelles nous avons à choisir. C'est ce que nous allons tâcher de faire dans la tableau suivant. Nous donnons ici la somme de degrés de chaleur *totale*, depuis le moment où la température s'est élevée au-dessus de + 8°, à laquelle la floraison a été observée, et la date de cette floraison moyenne pour le climat de Paris. On pourra ainsi en déduire cette époque pour les autres contrées pour lesquelles nous avons recueilli la température moyenne *totale*.

Enfin, nous avons placé à côté de ces nombres une colonne qui donne le chiffre théorique de la quantité d'azote renfermée dans le fourrage récolté sur un hectare. Ce chiffre, déduit des expériences de Sainclair, ne doit être considéré que comme indiquant la valeur relative de ces différents fourrages dans les conditions où cette expérimentation les avait placés.

1° *Plantes des terrains humides.*

	Somme de degrés de chaleur totale.	Fleurit à Paris :	Produit en azote p. hectare.
Alopecurus pratensis	825°	20 mai . . .	46k
Poa airoides	1242	15 juin . . .	39
Lathyrus pratensis	*id.*	*id.*	236
— palustris	*id.*	*id.*	220
Medicago maculata	1632	1er juillet . .	?
Festuca arundinacea	1852	10 juillet . .	130
— elatior	1899	12 juillet . .	115
Poa serotina	1944	14 juillet . .	104
Vicia sepium	1966	15 juillet . .	?
Phleum nodosum	1988	16 juillet . .	57
— pratense	*id.*	*id.*	95
Phalaris arundinacea	*id.*	*id.*	209
Poa fluitans	2098	20 juillet . .	90
— aquatica	*id.*	*id.*	461
Agrostis stolonifera	2774	28 juillet . .	121
— decumbens	*id.*	*id.*	55
Lotus uliginosus	2324	1er août . .	?
Arundo phragmites	2552	10 août . .	150
Festuca cœrulea	2780	20 août . .	31

2° *Plantes des terrains frais.*

	Somme de degrés de chaleur totale.	Fleurit à Paris:	Produit en azote p. hectare.
Anthoxanthum odoratum. .	4740°	1er mai. . .	15k
Holcus odoratus	*id.*	*id.* . . .	?
Medicago lupulina	7370	15 mai . . .	60?
Trifolium pratense	*id.*	*id.* . . .	108
Alopecurus pratensis	825	20 mai . . .	46
Medicago sativa	837	10 mai . . .	»
Poa pratensis.	1053	30 mai . . .	33
Avena pubescens.	1204	13 juin. . .	44
Poa trivialis	*id.*	*id.* . . .	40
Lathyrus pratensis	1242	15 juin . . .	80
Dactylis glomerata.	1516	24 juin . . .	122
Avena elatior.	*id.*	*id.* . . .	54
Poa nemoralis	1593	28 juin . . .	144
Bromus erectus.	1632	1er juillet. .	49
Festuca loliacea.	*id.*	*id.* . . .	66
Lolium perenne.	*id.*	*id.* . . .	36
Cynosurus cristatus.	1766	6 juillet. .	122
Festuca elatior	1899	12 juillet. .	342
— sylvatica.	*id.*	*id.* . . .	451
Holcus lanatus	1944	14 juillet. .	144
Vicia sepium	1966	15 juillet. .	80?
— cracca	*id.*	*id.* . . .	80?
Phalaris arundinacea	1988	16 juillet. .	209
Phleum pratense	*id.*	*id.* . . .	190
Poa maritima.	*id.*	*id.* . . .	103
Hordeum secalinum.	2098	20 juillet. .	57
Aira cœspitosa	2186	24 juillet. .	38
Agrostis canina.	2274	28 juillet. .	29
— vulgaris	*id.*	*id.* . . .	120

3° *Plantes des terrains secs.*

Holcus odoratus.	474	1er mai. . .	36
Paspalum dactylum.	825	20 mai . . .	?
Ornithopus perpusillus . . .	*id.*	*id.* . . .	?
Festuca glauca	1204	13 juin. . .	53
Poa trivialis	*id.*	*id.* . . .	40
Trifolium repens	1242	15 juin. . .	?
Avena pratensis	1302	18 juin. . .	29
Festuca rubra	1341	20 juin. . .	53
Elymus arenarius.	*id.*	*id.* . . .	35
Festuca ovina.	1516	24 juin. . .	27

	Somme de degrés de chaleur totale.	Fleurit à Paris :	Produit en azote p. hectare.
Bryza misica	1516°	24 juin . . .	47 k
Hedysarum onobrychis . . .	1613	29 juin . . .	?
Festuca duriuscula	1632	1er juillet .	120
Lolium perenne.	*id.*	*id.* . . .	36
Lotus corniculatus	*id.*	*id.* . . .	?
Orobus tuberosus.	*id.*	*id.* . . .	?
Coronilla varia	*id.*	*id.* . . .	?
Kœleria cristata	1699	4 juillet. .	41
Aira flexuosa	1766	6 juillet . .	22
Cynosurus cristatus.	*id.*	*id* . . .	22
Festuca myuros	*id.*	*id.* . . .	27
Bromus secalinus.	*id.*	*id.* . . .	59
Nardus stricta	1899	12 juillet . .	?
Achillæa millefolium	*id.*	*id.* . . .	?
Holcus lanatus	1944	14 juillet . .	142
Stipa pennata.	1966	15 juillet . .	57
Trifolium frugiferum	*id.*	*id.* . . .	?
— procumbens	*id.*	*id.* . . .	?
Poa compressa	2098	20 juillet . .	29
Festuca inermis.	2186	24 juillet . .	?
Agrostis vulgaris.	*id.*	*id.* . . .	49
Holcus mollis.	*id.*	*id.* . . .	306
Avena flavescens	*id.*	*id.* . . .	56
Agrostis rubra	2274	28 juillet . .	30
Triticum repens	2552	10 août. . .	?
Bromus asper.	*id.*	*id.* . . .	54
Alopecurus agrestis.	*id.*	*id.* . . .	26
Dactylis cynosuroides. . . .	3009	30 août. . .	220

SECTION VII. — *Création des prairies.*

Si le terrain que l'on veut convertir en prairie est pauvre, le meilleur parti à prendre est de l'abandonner à la production spontanée des herbes, sans autres travaux préparatoires, si ce n'est d'y répandre le fond des greniers à foin, qui renferme une grande quantité de graines, et de le défendre du parcours pendant un an au moins. On commence dès lors et l'on continue plus tard d'aplanir les taupinières, et d'extirper les ronces, les arbustes, les plantes nuisibles ou peu utiles qui occu-

pent le terrain et font autour d'elles une zone où l'herbe ne pousse pas. Quelques fossés d'écoulement pour assainir les parties humides et conduire les eaux dans les parties sèches ajoutent quelquefois beaucoup à la valeur de l'herbage.

Si au contraire le terrain à mettre en prairie possède une certaine fertilité, s'il est déjà gazonné et qu'il ne soit question que d'améliorer son herbage, nous recommanderons expressément de ne pas attaquer la couche de gazon déjà formée, base précieuse de l'édifice, puisque le terrain a déjà produit les plantes qui probablement conviennent le mieux à sa nature. Mais on peut l'améliorer, le transformer par des moyens plus doux et plus sûrs. L'application des engrais procure le développement subit de toutes les plantes riches et transforme complétement le gazon en leur donnant la supériorité. Cette expérience que nous avons faite en grand ne nous laisse aucun doute sur un tel résultat, surtout si l'on a soin de faire précéder la fumure par le semis des meilleures espèces de plantes qui conviennent à l'état du terrain et qui paraissent lui manquer. On observera donc attentivement le gazon existant, on jugera s'il renferme déjà une bonne proportion de graminées et de légumineuses. Si l'on y trouve des plantes produisant un fourrage fin et riche, si le terrain humide renferme le *Festuca elatior*, le *Poa aquatica*, l'*Agrostis stolonifera*, le *Medicago maculata*, les *Lathyrus pratensis* et *palustris*, le *Trifolium pratense;* si les terrains frais possèdent les bons pâturins (*Poa*), le *Festuca elatior*, les houlques (*Holcus*), le *Phleum pratense*, l'*Agrostis vulgaris*, le trèfle des prés, les vesces et les gesses de ces sols; enfin si les terrains secs montrent les houlques, les chiendents, les fétuques, les lotiers et surtout les trèfles, quelque petite que soit la proportion de ces plantes, on pourra être assuré que l'engrais leur donnera bientôt une supériorité décidée et changera le fourrage dur et grossier

qu'on y récoltait en un fourrage tendre et fin. Si quelques-unes de ces plantes y manquent complétement ou sont trop rares, il faut en fournir les germes au gazon en y répandant 7 à 8 kilogr. du mélange des bonnes graminées et 10 kilogr. des bonnes légumineuses convenables au terrain.

Si le terrain n'est pas déjà gazonné, on procédera autrement à la formation de l'herbage. On lui donnera avant l'hiver une préparation telle qu'on le fait pour semer des blés de printemps; à la fin de l'hiver, le terrain étant bien ameubli et fumé, on y sème une plante qui pousse promptement et recouvre le sol d'un feuillage épais sans l'épuiser; c'est le sarrasin qui nous paraît le plus convenable à cet effet. Avec le sarrasin on répand les légumineuses qui doivent entrer dans la composition de la prairie; on recouvre ce semis au moyen de la herse; ensuite on sème les graminées sur lesquelles on fait passer le rouleau. Toutes ces plantes germent et poussent à l'abri du sarrasin que l'on arrache quand il est en fleur dans le midi où il mûrit rarement dans le semis de printemps, et quand sa graine est mûre dans le nord. Les troupeaux ne doivent pas entrer sur le nouveau gazon, et il ne doit pas être fauché la première année; nous indiquerons plus loin ce qu'il faut faire dans les années suivantes.

Voici maintenant la proportion des graines que nous conseillons :

1° *Terrains humides.*

Festuca arundinacea .	5k,0	*Report*. . . .	17k,0
— elatior	5,0	Medicago maculata . .	2,0
Poa serotina	2,5	Lathyrus pratensis . .	1,5
— aquatica	2,5	Vicia sepium	1,5
Phleum pratense . . .	1,0	Trifolium pratense . .	2,0
Agrostis stolonifera . .	1,0		24,0
A reporter. . .	17,0		

2° *Terrains frais.*

Dactylis glomerata . .	4k,0	*Report*. . . .	24k,3
Poa nemoralis.	1,4	Phleum pratense . . .	0,8
Festuca loliacea. . . .	4,0	Trifolium pratense . .	2,0
Agrostis vulgaris . . .	4,6	— repens	4,0
Festuca elatior	4,0	Lathyrus palustris . .	1,0
— sylvatica	4,0	Vicia sepium	1,0
Holcus lanatus.	2,3	— cracca	1,0
A reporter. . .	24,3		34,1

Dans ces sortes de terrains on sème en Angleterre :

Trifolium repens.	18 kilogr.
— alpestre.	9
— pratense	6
Poa trivialis	9
	42

Nous y ajouterions le *Dactylis glomerata*, le *Holcus lanatus* et le *Phleum pratense*, et nous croirions que le mélange serait excellent. Celui que nous avons indiqué et qui est plus complet donne cependant des chances pour offrir au terrain la plante qui lui convient le mieux. On choisit trop fréquemment le ray-grass (*Lolium perenne*) comme base graminée des fourrages que l'on ensemence; cette plante va toujours en diminuant de produit et finit par disparaître; elle ne convient qu'aux prairies qui ne doivent durer qu'une ou deux années. Il faudrait lui préférer le *Festuca loliacea* qui donne un fourrage plus riche et qui ne cesse de s'accroître et de s'emparer du terrain.

Quant aux prairies des terrains secs destinées à être fauchées, il faut préférer les plantes printanières à celles dont la croissance plus tardive est contrariée par la sécheresse. On compose alors de bonnes prairies avec un mélange de luzerne, de sainfoin, des *Festuca rubra, glauca, duriuscula;* des *Bryza media*, *Trifolium repens* et de l'*Holcus mollis*. On ajoute du *Sulla* (sainfoin d'Espagne) dans les pays chauds. Ce composé

donne une première coupe abondante et un regain de luzerne et de graminées en automne. Pour les pâturages, on doit éviter la luzerne qui pourrait causer des météorisations.

On sème alors :

Festuca glauca.	5k	*Report*. . . .	26k
— rubra	5	Paspalum dactylum . .	3
— duriuscula.	5	Triticum repens	3
Bromus secalinus. . . .	5	Hedysarum onobrychis.	30
Holcus lanatus	3	Trifolium repens	4
— mollis	3	Lotus corniculatus . . .	2
A reporter. . .	26		68

Au reste, quel que soit le mélange que l'on adopte, et il est facile d'en trouver un grand nombre dans les auteurs et d'en imaginer soi-même un plus grand nombre, on peut être certain que les plantes qui composent le gazon ne conserveront pas les proportions relatives indiquées par le nombre de graines contenues dans chaque lot ; plusieurs d'entre elles s'épuiseront complétement et il apparaîtra des espèces que l'on n'avait pas semées et qui finiront peut-être par devenir dominantes au bout d'un petit nombre d'années.

Dans les pays méridionaux, les semis des prairies réussissent beaucoup mieux quand on les fait en automne, un peu avant les semailles du blé, parce que les plantes ont le temps de se fortifier avant l'hiver. Mais dans les contrées situées au nord de la région du maïs, on devra préférer les semis de printemps, faits à l'époque des semailles de mars. Les gelées pourraient faire périr des plantes qui ne seraient pas encore suffisamment enracinées et qui seraient trop molles dans leur texture.

On trouve chez les marchands grènetiers la plupart des graines que nous avons citées. Il en est cependant quelques-unes qu'ils n'ont pas et ce ne sont pas toujours les moins bonnes. Ce n'est qu'en les recueillant soi-même et les semant à part qu'on peut se les procurer.

Voici le compte de l'établissement d'une prairie près de

Milan tel qu'il nous est donné par Ferrario pour un pré qui doit être arrosé :

1810. 15 novembre.		1er labour, bouvier et bœufs, 2journ.,8 .	16f,63
1811. janvier.		2e labour	16 ,63
		Hersage, 0,84 journée.	2 ,54
	4 mars.	3e Labour.	16 ,63
		Hersage.	2 ,54
	2 avril.	29 journ. d'ouvriers pour faire les fossés.	39 ,28
		20 j. pour les petites digues des planches.	26 ,90
		Fouille de la terre.	2 ,40
		Charroi de terre.	4 ,33
		Dernier labour.	16 ,63
		Hersage..	2 ,54
		Pour répandre le fumier.	2 ,40
		Cylindrage..	1 ,76
			151 ,21
Nous ajoutons pour engrais contenant 160 kilogr. d'azote.			192 ,00
		Pour semer..	50 ,00
			393 ,21

Section VIII. — *Soins annuels de conservation des prés-pâturages.*

Si l'on veut que les pâturages conservent toute leur valeur, il faut chaque année en faire extirper toutes les plantes nuisibles ou peu utiles à l'alimentation du bétail et celles qui occupent un trop grand espace relativement à leur produit. Du nombre de ces dernières sont les grandes ombellifères dont la tige durcit à mesure de leur développement et qui finissent par former des touffes qui couvrent le terrain. Ainsi on extirpera à la main ou à l'aide de la bêche ces ombellifères, les arbustes ligneux, les gentianes, les joncs, les chardons, etc. Sur les pâturages négligés, ce travail, fait pour la première fois, est coûteux ; mais en répétant chaque année ce sarclage annuel, il devient une opération facile et peu dispendieuse. Si quelque partie du pâturage était tellement envahie par ces plantes nui-

sibles qu'elles y fussent les espèces dominantes, il conviendrait de la défricher, et d'y ressemer des graines choisies.

L'étaupinage n'est pas moins nécessaire même pour les pâturages. En creusant leurs galeries souterraines, les taupes en amènent les déblais à la surface du sol et en forment des monticules dépourvus de gazon, et quelquefois si multipliés qu'une partie assez considérable du champ reste tout à fait improductive. La chasse aux taupes est devenue un véritable art, exercé presque partout par quelques industriels. On paie chaque animal capturé de 30 à 45 centimes; et la destruction de l'espèce ne tarderait pas à être complète, si tous les propriétaires les faisaient chasser à la fois et si les taupiers, craignant de perdre leur industrie, n'avaient soin d'entretenir la race en délivrant toujours quelques-unes de leurs prisonnières. Nous étions parvenu à nous délivrer de ces animaux en payant au taupier une redevance annuelle fixe, qui diminuait en raison du nombre des taupinières que l'on apercevait sur le pré.

L'entretien des rigoles d'écoulement faites dans le but d'éviter la stagnation de l'eau, en hiver, sur une partie quelconque de la prairie est aussi un soin qu'on doit prendre exactement.

Mais la conservation et l'amélioration des pâturages dépendent surtout, par rapport à leur fertilité, du nombre et de l'espèce des animaux qui les parcourent. Si l'on prend sur un troupeau dix bêtes choisies parmi les grosses, les moyennes et les petites, qu'on les pèse le matin, et qu'au bout de dix jours on les pèse de nouveau dans les mêmes circonstances, le pâturage sera réputé suffisant si elles n'ont pas perdu de leur poids; il sera bon si elles ont gagné sensiblement; le pâturage sera réputé propre à l'engrais (pré d'embouche), si le gain a été pendant ce temps de 3 kilogr. p. 100 du poids de l'animal. Les anciennes coutumes réglaient le nombre des moutons à une tête par hectare de chaume. Ces moutons, de 28 kilogr. en moyenne, consommaient l'équivalent de leur ration d'entre-

tien de $0^k,47$ de foin par jour, ou $85^k.5$ kilogr. en six mois. Quoi qu'il en soit, l'épreuve que nous proposons indiquera la limite inférieure du nombre de têtes de bétail à mettre sur un pâturage; on s'apercevra bientôt, à l'herbe négligée ou gâtée, si le nombre est inférieur à son pouvoir nutritif.

Il n'est pas moins important de ne pas laisser le bétail entrer sur le pâturage quand le terrain est humide et qu'il y laisse l'empreinte de ses pas. A part ces intervalles, on peut le livrer aux bêtes à laine en hiver; leur piétinement affermit le sol, leurs déjections le fécondent et l'herbe s'épaissit et talle par la tonte rase qu'en fait ce bétail. Dès que la température s'adoucit et que l'herbe commence à repousser, il faut laisser le pâturage vacant et attendre qu'elle ait atteint une certaine hauteur pour y mettre les bêtes à cornes. Thaër (§ 964) indique le terme de trois semaines, comme celui qui doit s'écouler entre la sortie des bêtes à laine et celui de l'entrée des bêtes à cornes; mais l'état de la végétation guide bien plus sûrement. La floraison du trèfle des prés nous paraît être le moment que l'on doit choisir pour livrer le pâturage aux bêtes à cornes dans la mesure que nous allons indiquer. Quand on ne possède qu'une petite étendue de pâtures et peu de têtes de bétail, on fait pâturer à la corde, en livrant chaque jour à l'animal ce qu'il lui faut pour sa nourriture. Quand les pâturages sont étendus, on les divise en enclos, de telle manière que le bétail les parcoure successivement. Un pâturage ne peut être regardé comme propre aux vaches qu'autant que chaque vache peut y être nourrie sur un hectare et demi; quand il en faut davantage, on le consacre aux moutons (Thaër, § 1411). On associe ordinairement un cheval à dix bêtes à cornes. Il pâture des herbes que celles-ci dédaignent, et surtout celles qui ont poussé près de leurs bouses ou ont été arrosées de leurs urines.

Les enclos doivent avoir chacun leur abreuvoir, si le bétail

doit y rester à demeure. Dès que l'un d'entre eux a été pâturé, on fait passer le bétail dans un autre, et il revient dans le premier quand l'herbe y a repoussé, à moins que l'on ne destine la seconde herbe à faire du foin d'hiver. Dès qu'un enclos est évacué, on étend avec soin les fientes, de manière à les répandre sur toute la surface de la prairie. L'herbe ne pousse plus que l'année suivante sur les places qui ont été couvertes de ces excréments, et une bête à cornes couvre ainsi chaque jour près d'un mètre carré de surface. Avec ces soins le pâturage s'améliorera. Si au contraire le nombre du bétail est excessif, il ne se borne pas à pâturer l'herbe, il la ronge jusqu'au collet, arrache même les racines et dégarnit le gazon. Il suffit d'un seul jour où une pâture ait été trop chargée pour que la place où cette surcharge a eu lieu se reconnaisse pendant plusieurs années. La cupidité des propriétaires des montagnes, qui assigne aux moutons transhumants une moindre étendue que celle qu'ils devraient occuper, est une cause évidente de la détérioration de leurs pâturages; et un grand nombre d'entre eux sont obligés, aujourd'hui, de donner du repos à leurs herbages fatigués pour pouvoir les rétablir. La mauvaise administration des pâturages communaux, chargés d'une trop grande quantité de bétail et parcourus sans interruption pendant toute l'année, a aussi ruiné ces propriétés qui, pour la plupart, n'ont plus qu'une utilité très équivoque.

L'étendue des enclos doit être réglée de manière que le bétail reste un ou deux jours dans chacun d'eux, et il doit y revenir tous les quinze ou vingt jours au plus, selon le climat plus ou moins chaud que l'on habite; de sorte que l'animal consomme toujours de l'herbe jeune, qui se digère mieux, et qui d'ailleurs est plus azotée sous le même volume. L'herbe pourra donc être pâturée neuf à douze fois pendant la belle saison, et comme les plantes améliorantes s'assimilent d'autant plus de gaz atmosphériques qu'elles sont plus jeunes, le produit total

de la prairie, quoique moindre en poids sec, est au moins égal en matières nutritives. C'est ce que démontrent les expériences de M. Boussingault et les nôtres. Dans la végétation du blé, notre confrère obtint en poids sec de la plante de blé[1] :

		Dosant en azote.	
Le 19 mai.	689^{k}	12^{k},4	ou 1^{k},83 pour 100.
9 juin	2631	23,7	0,90
15 août	4666	42,0	0,89

Or, dans cet intervalle de temps et dans un terrain frais et arrosé, on aurait obtenu quatre coupes de jeune blé de 689 kilogr., dosant 12^{k},4, ce qui, joint à celle du mois de mai, donne cinq coupes ou 3445 kilogr., dosant 62 kilogr., au lieu de 42 kilogr., et d'herbe beaucoup plus facile à digérer et produisant un plus grand effet. Cela n'est pas un moment douteux pour nous, qui avons observé avec quelle vigueur les herbes repoussent, par les chaleurs, dans les terres fraîches ou arrosées. Les Italiens, qui coupent cinq fois leurs prairies, tandis que nous ne le faisons que trois fois dans notre midi et avec un climat tout aussi chaud, ont compris tout l'avantage qu'il y avait à faire manger les herbes jeunes. Nous avons aussi analysé les foins de différents âges, et nous avons trouvé pour le foin qui avait reçu

1575° de chaleur totale.	1,50	Azote p. 100
2905	1,15	
1096	1,92	(foin d'automne).

Ainsi, moins le foin était avancé, plus il contenait, proportionnellement à son poids, de principes azotés. Si dans la pâture on recherche le moment où l'herbe offre la nourriture et la plus riche et la plus succulente, il ne faut pas attendre trop longtemps, choisir celui où le trèfle des prés est en fleur et calculer sur une somme de 737° de chaleur totale, pour revenir sur le même clos. Ainsi, à Paris par exemple, la pâture commencerait le 15 mai et l'on pourrait reprendre le même

(1) *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. XXII, p. 617.

pâturage le 24 juin, puis le 27 juillet, ensuite le 29 août, le 7 octobre. On aurait donc pâturé cinq fois la prairie. Si l'on voulait obtenir des pâturages mieux formés et plus productifs, on attendrait l'époque de la floraison du *Dactylis glomerata*, et alors il n'y aurait que trois retours au lieu de cinq. On y fait moins de façons dans la pratique commune, on va un peu au hasard, on ramène le bétail dans un pâturage quand on a épuisé les autres, on ne considère pas si l'herbe est au point ou si elle l'a dépassé; aussi, que de gaspillage dans cette branche de l'économie rurale!

Mais cette succession constante de pâturages tend à multiplier les herbes précoces et celles qui fleurissent bas, et à faire disparaître toutes celles qui ont une haute stature et qui fleurissent plus tard. Si on les fauche, on n'obtient plus qu'un foin court, et dont les secondes coupes sont dépourvues des plantes les plus abondantes et les plus riches. Aussi les Anglais vantent-ils l'usage de faire pâturer les prairies une année et de les faucher l'année suivante, et de maintenir ainsi l'équilibre entre les plantes gazonnantes et les plantes élevées.

D'autres fauchent constamment la même partie de prairies, qui est celle dont le sol est le plus humide et reçoit le plus de détriment des parcours, et font pâturer la partie la plus sèche. Cette distribution se justifie suffisamment par ces circonstances locales. D'autres enfin, quoique ayant des prairies de trois natures, en réservent une partie pour la faux et une autre pour le pâturage. Cette disposition nous paraîtrait indifférente si le pâturage ne revenait pas plus souvent que le fauchage sur le même espace de terrain; mais si le pâturage doit revenir à de plus courts intervalles, il y a suppression d'un certain nombre de plantes propres à faire du foin, et alors il convient, en effet, de conserver à chaque parcelle sa spécialité et d'avoir des clos ayant exclusivement l'une ou l'autre destination.

Nous ne devons pas terminer sans dire que, quand les bestiaux ne passent pas la nuit dans le pâturage, on n'en obtient pas, faute d'engrais, tout le fourrage dont il est susceptible. Il se maintient, dit-on. Oui, il se soutient à ce taux de produit invariablement fixé par l'engrais qu'il reçoit. Nous avons vu que, quand un herbage est parvenu à son maximum de produit, il exige, pour s'entretenir, la moitié de l'engrais résultant de la consommation du foin qu'on y récolte. La question est de savoir si l'on a atteint ce maximum, car, jusqu'à ce qu'on y soit parvenu, toute dose excédante d'engrais accroît le produit de la prairie. Mais une fois arrivé à ce point, où de nouvelles doses d'engrais n'augmentent pas la quantité d'herbe, la moitié de l'engrais suffit pour l'y maintenir. Nous ne saurions donc trop conseiller des essais comparatifs, par lesquels on puisse juger s'il n'est pas possible de porter la prairie à un plus haut degré de rendement, par l'application d'une quantité d'engrais qui dépassera la moitié de celui produit pour la consommation de l'herbage, et de ne pas s'arrêter en chemin et se contenter d'un *statu quo* dont il est possible de sortir.

Section IX. — *Soins de conservation des prairies fauchées.*

On sarclera, on répandra les taupinières; on fera la chasse des taupes, on ouvrira les fossés de desséchement comme dans les prairies pâturées.

Les dépenses qu'entraînent les fauchages et les fanages ne permettent pas de réitérer les coupes aussi souvent que les retours des pâturages. Il faut attendre pour les faire que la quantité de foin qu'on enlève, combinée avec les frais, présente un maximum de produit net; et quand on fait du foin pour vendre, il n'est guère possible de s'attacher beaucoup à la qualité intrinsèque du produit, le public en jugeant surtout sur

l'apparence. Un foin un peu long se vendra de préférence à un foin court, pourvu qu'il ait conservé sa couleur verte. Mais nous supposons qu'on fasse consommer le foin soi-même, et nous allons rechercher quel est le point où la coupe produira le maximum des qualités nutritives aux moindres frais possibles. Dans nos provinces du midi, on a fait couper un pré arrosé tous les mois à dater du 1er mai. Il a produit la quantité de foin suivante, ayant la valeur intrinsèque indiquée à la deuxième colonne de chiffres.

		Azote total.
1 mai	1033k	20k,66
1 juin	850	17,00
1 juillet	1007	20,14
1 août.	1251	25,02
1 septembre	1150	23,00
1 octobre	960	19,20
	6251	125,02

Ce même pré, coupé selon les usages du pays, a donné :

1re coupe	8000	136,00
2e coupe	4000	44,80
3e coupe	3000	31,00
	15000	211,80

Les fauchages répétés ont étouffé dans leur croissance les plantes les plus abondantes, les plus fortes ; on a obtenu un foin plus riche en matières nutritives, mais en bien moindre quantité. Une autre observation nous a conduit à trouver le point exact où l'on obtient le maximum de produit. Nos prairies du midi sont exploitées par deux ordres de personnes ; les aubergistes, qui ont toujours à leur disposition de vastes greniers à foin, et des fermiers, qui ne peuvent en disposer que quand la récolte des vers à soie est terminée ; les uns et les autres ont un intérêt identique, celui de la plus grande production possible. Or, les aubergistes coupent leurs foins de dix à quinze jours avant les fermiers. L'époque qu'ils chosissent est celle de la floraison du *Dactylis glomerata*, environ le

20 mai. Les autres plantes, très productives, ne donnent encore que leurs feuilles et à peine le bout de leurs tiges; mais elles montent bientôt après la coupe, et la seconde récolte est alors bien garnie de *Festuca elatior*, *Holcus lanatus*, *Phleum pratense*, tandis que si l'on a retardé la première coupe, toutes les herbes printanières ne présentent plus que leur paille desséchée, et ces dernières plantes composent seules avant leur floraison et avec le *Dactylis glomerata* la première coupe, et font peu d'efforts pour repousser à la seconde, épuisées qu'elles sont par leur première pousse trop avancée. La troisième coupe est une repousse générale de toutes les herbes de la prairie qui, arrêtées par la décroissance de la température, ne peuvent plus atteindre l'époque de leur floraison.

Ces récoltes ont lieu sur les terrains frais, et ce sont en général ceux qui sont arrosés. Voici les résultats économiques de ces cultures de prairies; d'après Ferrario, un hectare de prairie située le long de l'Olonna, près de Milan, donnait le résultat suivant :

Rente de la terre	190f »
Épierrement en hiver.	10 38
Purger les fossés	1 25
9240 kilogr. de fumier (74 kilogr. d'azote). .	122 36
Transporter et étendre le fumier	8 20
Prix de l'eau d'irrigation	41 10
Travail de l'irrigation.	1 23
Fauchage des trois coupes	10 17
Fanage et chargement	21 39
Transport du foin au grenier	14 »
	420 08

Le produit a été de 5538 kil. de foin, plus le regain, qui porte la récolte totale à 6082 kil. de foin, qui coûte $\frac{420}{60,82} = 6$ f. 90 les 100 kil.

La récolte me semble étonnamment faible et peu en rapport avec celles que nous obtenons ; cela tient sans doute aux époques trop prématurées des coupes et aussi à la faible quantité

d'engrais qui maintient bien le pré dans le *statu quo* pour un fourrage dosant 1,64 d'azote p. 100, et un fumier dosant 0,80 ; mais qui augmentée le porterait à un plus grand produit. Le prix du fourrage est de 6 fr. dans le pays, ce qui abaisse la rente de la terre à 136 fr.

Voyons maintenant nos résultats d'Orange.

La terre irriguée rapportait net au propriétaire avant l'établissement de la prairie	255 f »
Sarclage	2 »
Étaupinage.	2 »
Fauchage	30 »
Fanage et chargement.	37 »
Charroi à 1 kilom.	7 50
Mise en fenil, ou intérêts de la construction des greniers à foin	20 »
Valeur de l'eau d'irrigation	40 »
Irrigation	4 »
Fumier contenant 112 kilogr. d'azote.	184 80
Transport de 14000 kil. de fumier, dosant 0,80 d'azote p. 100.	7 40
	589 70

La récolte est de 15000 kil. de foin, qui coûtent $\frac{589,70}{150} = 3$ f. 93 les 100 kilogr. (14k,50 de blé à 27 c. le kilogr., prix du pays).
Les 100 kil. se vendent généralement 5 fr.

On trouve à louer ces prés au prix de 680 fr. l'hectare; le fermier a à payer :

1. La rente.	680 f »
2. Fauchage.	30 »
3. Fanage et chargement. . . .	37 »
4. Charroi.	7 50
5. Mise en fenil	20 »
6. Irrigation	4 25
	770 75

Les 100 kilogr. de foin lui reviennent à $\frac{778,75}{150} = 5$ fr. 19 c.

Dans le premier cas, le propriétaire a reçu pour sa rente $150 \times 5 - 589,70 + 255 = 415$ fr. 30 c.

Dans le second, il a reçu 680 fr.— 40 fr. (valeur de l'eau) — 192 fr. 20 c. (fumure) = 443 fr. 80 c.

Enfin voici le compte d'une prairie sèche donnant une récolte de 3400 kilogr. de foin en une coupe et le regain qui est estimé à 1000 kilogr., et qui est pâturé. La rente moyenne des terrains semblables, cultivés en blé, est de 34 fr. l'hectare.

Rente de la terre	34f »
Sarclage	2 »
Engrais, 25k,5 d'azote	38 35
Charroi et répandage de l'engrais.	3 »
Fauchage, à 55 c. les 100 kilogr.	18 70
Fanage, à 70 c. les 100 kilogr.	23 80
Charroi à 1 kilom	10 20
Mise en meule.	10 20
	140 25

Le foin revient à $\frac{140\text{ f. }25 - 20\text{ f.}}{34{,}00} = 3$ f. 53 c. (13 kil. de blé ; dans le midi le blé étant à 27 c. le kil.), le pâturage du regain étant estimé 20 f.

En supposant le foin vendu à 5 fr., l'hectare des prairies arrosées et améliorées rapporte, savoir :

Rente.	255f »
Différence du prix de revient au prix de vente, 1 f. 07 p. 100k. × 150	160 50
	415 50

Et pour l'hectare de prairie sèche :

Rente.	34 »
Différence du prix de revient au prix de vente du foin, 1 f. 47 × 34.	49 98
	83 98

Certaines eaux conservent pendant l'hiver une température de + 12° et au-dessus; en les faisant servir à l'irrigation des prairies dans cette saison, on a des prairies toujours garnies d'une herbe abondante. C'est à la faveur de cette circonstance que les Lombards créent leurs *marcites* (prairies pourries) qui sont renommées par la quantité de fourrage qu'elles four-

nissent toute l'année, et qui est peut-être d'une qualité inférieure. Tout l'art de celui qui possède de telles eaux consiste à avoir des prés bien nivelés et à y faire passer un courant continu qui ne dépasse pas le pied de l'herbe; moyennant ces soins on obtient, selon Berra, les récoltes suivantes par hectare :

		Equivalent en foin.
En février, herbe verte	12160^{k}	3405^{k}
De mars en avril	18240	5107
D'avril en mai.	18458	5168
De mai au commencement de juillet. .	10640	2969
De juillet à la mi-septembre.	9120	2553
	68618	19202

Mais à moins que l'on n'ait, comme certaines *marcites* de Milan, les égouts de la ville pour arrosage, on se tromperait fort si l'on croyait obtenir de pareils produits sans engrais. On applique chaque année aux *marcites* une quantité de fumier dosant 115 kilogr. d'azote, ou 28750 kilogr. de fumier d'étable dosant 0,40 p. 100 d'azote. Voici le compte d'une de ces *marcites* :

Purger les fossés, niveler le pré.	17^{f} 30
Fumier	173 32
Transport et étendage du fumier	6 63
Faucher l'herbe.	38 40
Conduire l'herbe à l'étable	57 90
Valeur de l'eau d'irrigation	40 »
Irrigation	5 »
	338 55

PRODUIT.

Février. 12160 kil. d'herbe valant 0^{f},0127 le kil.	154 43
Pour les autres mois, 56458 kilogr. d'herbe, à 0^{f},00712 le kilogr.	402 25
Quatrième herbe pâturée, à.	23 10
	579 78

Reste net 241 fr. 23, représentant la rente de la terre et le bénéfice.

On nourrit au moyen d'un hectare de ces prairies 5,7 vaches

à raison de $22^k,8$ d'herbe en février et $60^k,8$ dans les autres mois, du commencement de février à la mi-septembre. Si l'on vendait l'herbe fraîche sur le même pied que le foin, qui se vend à Milan 5 fr., diminué des frais de fauchage et de fanage ou de $0^f,40$ p. 100 kilogr., on aurait pour le prix de la récolte ci-dessus $192 \times 4^f,60 = 883^f,20$, tandis que le foin vendu en herbe donne pour les *marcites* un revenu inférieur à celui des bons prés arrosés seulement pendant l'été. Mais si l'on nourrit pendant huit mois 5,7 vaches, ou pour l'année 3,8 produisant en moyenne 12 litres de lait et rapportant ainsi 432 litres à 15 c. ou 64 fr. 80 c., on a également 246 fr. 24 c.; plus, le fumier que nous supposons représenter les soins. Aux environs des villes, le plus haut prix du lait change le calcul et porte très haut le revenu des *marcites*.

Les eaux d'irrigation transportent souvent sur les prés des principes fertilisants; celles surtout qui découlent des terrains anciens cristallisés y déposent des alcalis fixes, et les eaux de source qui conservent de la chaleur contiennent souvent des *conferves* très azotées; enfin celles qui ont circulé sur des terrains richement amendés y portent les sucs qu'elles y ont dissous. Ce sont ces riches irrigations qui produisent les prés d'*embouche* ou prés de haute graisse, sur lesquels les bœufs trouvent sur un petit espace une nourriture excellente. On voit de pareils prés dans certains cantons de la Normandie, du Charolais, etc. Les prairies nouvellement formées le long de la Meurthe paraissent aussi profiter d'une eau fertilisante et donnent d'abondants produits sans engrais. Il serait très intéressant d'analyser soigneusement les eaux qui produisent de pareils effets. On comprend tout ce que les prés qui en profitent pourraient donner si ces eaux conservaient une chaleur suffisante en hiver et s'ils étaient traités à *marcites* comme le sont plusieurs d'entre eux.

SECTION X. — *De la durée des prairies*

L'expérience prouve que des prairies bien entretenues, sarclées, échardonnées et fumées convenablement ont une durée éternelle. Les gazons nouvellement établis sont loin de posséder encore la végétation qui leur est propre. Ce n'est qu'après un certain nombre d'années qu'ils arrivent à leur état d'équilibre, effet combiné de la nature du sol et du climat, du traitement qu'ils reçoivent et des engrais qui leur sont départis. Quand on veut avoir des prairies qui ne durent qu'un petit nombre d'années, on a soin de les ensemencer de plantes qui donnent un bon produit de bonne heure, mais qui disparaissent ensuite du sol pour faire place à sa végétation naturelle; alors cette dernière s'établit plus lentement parce qu'elle trouve déjà la place occupée. Il arrive donc qu'après une production abondante, la prairie éprouve un temps d'arrêt pendant lequel les plantes de peu de durée ayant disparu, le gazon naturel n'est pas encore établi. Il n'y a pas de milieu, il faut que ce produit minimum se présente dès l'abord, ou qu'on le retrouve plus tard. Les Lombards, qui alternent sur les champs les prairies et les cultures annuelles, ne manquent pas de dire qu'après quatre ou cinq ans le produit des prés s'affaiblit et qu'il faut les défricher; cela est indubitable quand on les ensemence comme eux de trèfle rouge (*Trifolium pratense*) et de ray-grass (*Lolium perenne*), deux plantes qui déclinent rapidement pour céder leur place à d'autres plantes. Nous examinerons la question du produit quand nous traiterons des assolements, mais nous ferons remarquer ici que l'on ne peut attribuer cette pratique à l'impossibilité d'avoir des prés durables, mais seulement à un arrangement économique qui fait préférer des prairies de trois ans dans leur plus grand produit à des prairies durables qui ne l'atteindraient peut-être qu'après

un autre période de la même durée. Une fois le gazon formé de la végétation propre au sol, il est d'autant meilleur qu'il est plus vieux. Mettons donc de côté ce qui peut concerner les assolements, examinons seulement dans quel cas il peut convenir de défricher une prairie.

Ce cas se présenterait, sans doute, si par négligence on avait laissé se multiplier outre mesure les plantes nuisibles ou inutiles, et que l'échardonnage et le sarclage y devinssent chose dificile. Cependant il ne faut pas s'exagérer cette difficulté. Les plantes qui ont les racines les plus profondes peuvent s'enlever en choisissant bien son moment, celui où la terre est ramollie par les pluies. Si la force des bras ne suffit pas, on se sert du moyen suivant. On lie fortement la plante au-dessous du collet, et la corde en s'enroulant lentement l'enlève graduellement et sans la rompre avec toutes ses racines. On vient à bout par ce moyen des petits arbrisseaux. Or, autour de cette végétation parasite se trouve déjà le gazon formé de plantes naturelles au sol qui, étant dégagées de leurs voisines, ne tardent pas à couvrir la place qu'elles occupaient, et à épargner ainsi les frais du défrichement, ceux de semis, et enfin le temps nécessaire à la formation d'un gazon nouveau.

Mais ce qui détermine le plus souvent à rompre un pré, c'est moins son état de décrépitude que la richesse qu'il recèle, les réserves d'engrais qu'il conserve. On veut fouiller la mine et l'exploiter. Supposons tout de suite un pré qui soit arrivé à son produit maximum, et que ce produit soit de 15000 kilogr. de foin ; son trésor caché d'engrais est de 1000 kilogr. d'azote[1] ayant une valeur de 6700 kilogr. de blé. Ainsi, quand après le défrichement on prendra les précautions nécessaires pour ne pas laisser perdre par évaporation cette richesse que les cultures exposent sans cesse à l'air, ce que l'on fera par le plâtrage, on pourra espérer des récoltes qui produiront l'équiva-

(1) Tome I, 1re édit., p. 691, et 2e édit., p. 658.

lent de 382 hectol. de blé, d'où retranchant $\frac{31}{100}$ pour représenter les frais de culture[1], nous avons 263$^{hect.}$,58 de blé. Le produit net de la prairie vaut-il l'intérêt de cette valeur ou 13$^{hect.}$, 15 (988 kilogr. de blé)? L'hectolitre étant à 22 fr., nous avons pour produit 289 fr.; la rente de la prairie est de 415 fr. Il y a donc intérêt à ne pas défricher les prairies.

Mais si l'on veut rétablir le pré après l'avoir épuisé, on fait un véritable calcul de prodigue, car, outre qu'il faut restituer au sol les 1000 kilogr. d'azote avant d'atteindre de nouveau le maximum de produit, on a encore à faire la dépense de l'établissement du pré qui se monte à 203 fr.

Si la richesse du terrain couvert d'un gazon produisant 15000 kilogr. de foin a pu être constatée par l'expérience, il n'en est pas de même pour les degrés inférieurs de production. Nous voyons des pâturages produisant 2500 kilogr. de foin et qui après leur défrichement donnent en première récolte 20 hectolitres de blé, ce qui est, supposant l'aliquote de 0,28, une richesse équivalente à 146 kilogr. d'azote. Ainsi

1000^{k} d'azote p. 15000^{k} de récolte, ou 0,066 du poids de la récolte moy.
146 — 2500 — 0,058 —

Ces deux nombres ne sont pas assez différents pour que l'on ne puisse pas regarder l'azote tenu en réserve par le gazon, soit dans le terrain qui l'entoure, soit dans ses racines, comme égal aux 0,06 du poids de la récolte annuelle de la prairie. Cette détermination importante, et qui est confirmée par tous les résultats pratiques qui nous sont connus, pourra servir de base aux calculs sur la convenance des défrichements.

Cela est parfaitement exact pour les prairies fauchées, mais ne l'est pas également pour les pâturages, surtout dans les pays où les bestiaux pâturent toute l'année. Si nous supposons que

(1) Tome III, p. 666.

les terres à pâturages et celles en culture soient d'une égale valeur intrinsèque, comme cela arrive, par exemple, dans les pays du nord de l'Allemagne, le Holstein, le Mecklenbourg, où le système des pâturages alternes est usité, nous trouverons que ce qui l'y a fait adopter, c'est que les engrais sont tous répandus sur les pâturages par le bétail qui s'y nourrit et qu'il faut les y reprendre par le moyen de la culture, le transport sur les champs n'étant pas possible. On obvierait à cet inconvénient, et l'on pourrait conserver des pâturages pérennes, toujours beaucoup plus riches que les temporaires, si, les champs n'étant pas trop éloignés des pâturages, on faisait parquer les bestiaux sur les champs pendant la nuit. Alors la moitié de l'engrais serait appliquée à soutenir les cultures, et les herbages jouiraient de l'autre moitié suffisante pour les maintenir dans leur *statu quo*.

Il y a une méthode pour faire consommer l'herbe qui paraît donner le plus grand produit possible de pâturage. C'est le pâturage à la corde. Usitée partout par les petits propriétaires, elle est employée en grand en Danemark (Thaër, § 1411) et dans plusieurs cantons de la Normandie, par des troupeaux entiers de bœufs et de vaches. Chaque bête est attachée à un piquet, au moyen d'une corde qui forme le rayon d'un cercle contenant l'espace de pâture nécessaire à l'animal pour un repas. Tous ces piquets sont alignés et le troupeau consomme à la fois toute une bande d'herbage. Au repas suivant on avance les piquets du double de la longueur de la corde et ainsi de suite, jusqu'à ce qu'on arrive à l'extrémité de la pièce d'herbage. De cette manière, il y a peu d'herbe foulée et gâtée, l'engrais se répartit mieux, et l'herbe est consommée entièrement, sans qu'on trouve certains coins négligés par le bétail selon son caprice ou certaines convenances qui n'ont pas d'importance réelle.

SECTION XI. — *Estimation de la valeur des prairies.*

La valeur des prairies fauchées se déduit clairement au moyen d'éléments bien définis, la rente de la terre, les frais d'entretien et d'exploitation de la prairie, le prix du foin. Il n'en est pas de même de celle des pâturages. On l'apprécie généralement d'après le nombre de têtes de bétail qu'ils peuvent nourrir, et d'après la connaissance que l'on a du profit que l'on peut retirer d'un animal bien nourri; or, le maximum du nombre de ces têtes peut être facilement établi, puisque quand il est dépassé, les bestiaux maigrissent ou n'engraissent pas; mais il n'en est pas de même du minimum, et il y a certainement des herbages riches dont une partie de l'herbe est gaspillée parce qu'on abandonne de trop grands espaces au parcours d'un trop petit nombre de bêtes, faute d'avoir fait les calculs nécessaires pour régulariser la consommation.

Nous avons décrit plus haut le mode de pâturage à la corde. Thaër estime (§ 376) qu'il faut à une bête nourrie en liberté au pâturage un espace double de celui qui lui serait nécessaire étant nourrie en vert à l'étable; mais si la consommation du pâturage est faite à la corde, le rapport des espaces consommés est à celui de la nourriture à l'étable comme 21 : 19, relativement à la quantité de lait produit. (D'un côté il obtient 1110 litres de lait avec 2200 brasses carrées, de l'autre 950 litres avec 1840 brasses). Si dans la nourriture en vert à l'étable il faut $1^{mq},87$ de cet herbage pour produire 1 kilogr. de lait, et que les vaches rendent en moyenne 1600 litres de lait[1], nous avons pour la nourriture d'une vache à l'étable pendant six mois 2992 mètres carrés, ce qui suppose un produit équivalent à 1859 kilogr. de foin ou de 6246 kilogr. par hectare; et pour la nourriture à la corde 3307 mètres carrés. Mais dans les

(1) Nivière, *Rapport au ministre*, p. 74.

évaluations de Meyer (Thaër, § 949) il faut dans les meilleures circonstances 1 journal $\frac{5}{6}$ de Berlin ou 4680 mètres car. pour la pâture en liberté d'une vache; d'un autre côté, M. Dubois nous a appris[1] que l'herbe d'un pré fauché rendait 8600 kilogr. de foin, tandis que pâturé il ne rendait que 5740 kilogr.; donc la consommation en foin sec d'une vache n'exigerait, dans les pâturages d'une richesse telle que celle qui est citée plus haut, que 3102 mètres carrés, et l'espace relatif de prairie employé dans les différents cas sera :

En vert à l'étable.	2992 mq.
En foin.	3102
A la corde	3307
Pâture en liberté.	6146

Retranchant 1 fr. 12 c. de frais de fauchage, de fanage et de transport pour 100 kilogr., nous aurons pour la valeur de la rente de la prairie, en appelant P le prix du foin sur les lieux, $3102 \times (P - 1^f,12)$. Le prix du foin étant de 4 fr., par exemple, la prairie citée plus haut vaudra de rente 258 fr., et la nourriture d'une vache à lait pour les six mois d'été reviendra à

Nourrie en vert à l'étable	77f 19
en foin sec.	80 03
à la corde.	85 32
à la pâture	148 56

SECTION XII. — *Valeur relative des différentes espèces de foin.*

Outre que les prairies, n'étant pas composées des mêmes espèces de plantes, donnent des foins de qualité et de valeur très diverses, les mêmes plantes venues sur des terrains différents sont loin d'avoir les mêmes propriétés alimentaires et par conséquent la même valeur. Les éleveurs savent parfaitement que certaines localités produisent des légumes, des sainfoins, des trèfles meilleurs sous certains rapports qu'ils ne sont dans d'au-

(1) *Annales de l'agriculture française*, 2e série, t. XXXIX, p. 177.

tres. Ici dominent les principes extractifs nourrissants, ailleurs c'est le ligneux qui est produit en plus grande abondance, enfin dans d'autres lieux la matière grasse se trouve en quantité plus considérable. Enfin les sels minéraux peuvent dominer plus ou moins dans les plantes selon la nature des terrains où elles sont cultivées.

L'abondance de l'albumine et des principes azotés donne une grande valeur au fourrage, sous le rapport de l'accroissement en poids de la chair musculaire du bétail et de la production de leur force.

Quoique nous n'admettions pas que l'animal prenne sa graisse toute formée dans le végétal et qu'il ne puisse aussi s'en former dans les actes physiologiques de la nutrition, cependant il reste à peu près prouvé par l'expérience en petit et en grand que les parties graisseuses et huileuses contenues dans le végétal facilitent le travail de l'engraissement et que de deux plantes données, celle qui contient le plus de parties grasses est celle qui engraisse le plus rapidement et qui fournit le plus de parties butyreuses au lait. On obtient la matière grasse contenue dans une substance en la faisant macérer dans l'éther qui s'en empare et qui la laisse à nu par l'évaporation. Cette opération exigeait une assez grande dépense d'éther avant que M. Payen eût imaginé le procédé qui rend cette analyse facile et peu dispendieuse.

Le foin possédant beaucoup de matières grasses est recherché par les nourrisseurs, mais son prix est rarement supérieur, il n'égale pas même souvent celui du foin plus riche en azote et moins chargé de parties grasses. Ceux qui ne demandent que de la force au cheval évitent même ces foins engraissants, et dans les pays comme notre midi, où le fourrage est plus spécialement employé à nourrir des bêtes de travail, c'est le foin le moins gras qui est aussi le plus cher. Il peut en être différemment dans d'autres circonstances. C'est sans doute pour

la même cause que l'on préfère dans le régime du cheval l'avoine qui n'a que 4,4 p. 100 de matières grasses au maïs qui en contient 8,8.

Il y a des fourrages qui, venus sur des sols tourbeux, contiennent des acides libres ou des sels acides, dont le goût répugne aux bestiaux, qu'ils digèrent mal et qui les maigrissent sensiblement par leurs effets purgatifs. Dans ces terrains croissent principalement les typhacées et caricinées, plantes auxqu'elles on a attribué ces mauvaises qualités, qu'elles cessent d'avoir dans les terrains qui ne sont pas acides. Elles constituent seulement alors des aliments peu nutritifs, mais non des aliments nuisibles. L'addition de sel marin à ces fourrages les fait consommer par le bétail, sans diminuer l'inconvénient d'un tel aliment. On contaste la qualité acide des fourrages par le papier de tournesol qui tourne au rouge dans l'eau où on les a fait macérer.

DOUZIÈME CLASSE.

PRAIRIES TEMPORAIRES.

Les prairies permanentes sont sans contredit la base la plus assurée d'une agriculture régulière. Elles exigent peu de main-d'œuvre, que l'on peut dès lors consacrer à perfectionner la culture des terres arables; les récoltes de ces prairies peuvent être portées à un taux fort élevé, si on leur consacre une partie des engrais qu'elles produisent; toujours semées, elles ne présentent pas à des époques rapprochées les chances que courent les plantes dont il faut renouveler sans cesse le semis, chances très fortes et qui laissent dans une si grande perplexité

ceux qui sont obligés de les subir. Les possesseurs de prairies permanentes peuvent seuls avoir des troupeaux stables d'un nombre déterminé de têtes, parce que si elles sont établies sur des terrains qui leur conviennent, les variations dans le produit de leurs récoltes sont moins sensibles que dans les autres cultures fourragères. Avec ces dernières, en effet, on est obligé de modifier presque chaque année le nombre des bestiaux que l'on peut conserver, relativement au degré de réussite des semis.

Ce n'est que dans les climats où la répartition de l'humidité entre les saisons de l'année est telle que le printemps et l'été présentent rarement des sécheresses nuisibles au semis des récoltes fourragères, que l'on a pu renoncer complétement à s'appuyer sur les prairies permanentes et à leur préférer les prairies temporaires qui ont leurs avantages spéciaux. Ces avantages sont de pouvoir rentrer chaque année dans l'avance du fumier que l'on a faite, de percevoir chaque année, au moyen d'autres récoltes intercalaires, l'excédant d'engrais prélevé par les fourrages sur l'atmosphère, sans être obligé de laisser improductive une accumulation considérable d'éléments fertilisants sous le gazon de la prairie; d'obtenir en peu de temps le maximum de produit de fourrage, que l'on attend plusieurs années comme dans les prairies permanentes; de choisir la plante dont on veut composer la nourriture des animaux, et de ne pas se remettre au hasard des circonstances qui président à la formation des gazons; et enfin d'avoir la facilité de choisir des plantes précoces qui permettent de donner du vert aux animaux avant l'époque où la prairie permanente commence à en fournir. C'est un point fort important dans l'économie du bétail.

En résumé, la question de préférence entre ces deux classes de prairies nous paraît être surtout une question de sécurité. A partir de la limite nord de la vigne et en allant vers le sud, le semis des prairies temporaires est si précaire, on voit tant

de semis qui sortent clairs, de fourrages qui, contrariés par la saison, montent avec difficulté, qu'il est prudent d'y consacrer à la culture des prairies permanentes une portion de terrain frais ou arrosé telle qu'elle suffise pour la nourriture de tout le bétail que l'on veut entretenir et que les prairies temporaires n'y soient qu'un supplément plus ou moins important, destiné à des engraissements, entreprise que l'on peut prendre et quitter à volonté selon les chances des saisons et sans altérer en rien l'ensemble de l'économie de l'exploitation.

Mais dans ces mêmes climats, quand on ne possède pas de terrains frais, les prairies permanentes sont d'un si faible produit que l'on ne peut y destiner que les terres trop pauvres pour être mises en culture et que l'on abandonne au pâturage. C'est donc alors aux prairies temporaires qu'il faudra recourir; mais jamais dans de telles circonstances, on ne pourra donner à la production des bestiaux ce développement et cette stabilité qui permettent de les proportionner constamment à l'étendue du terrain. La culture y sera toujours incertaine et variable comme les saisons qui influent sur la production des fourrages, et par conséquent sur celle des engrais dont on pourra disposer. C'est alors surtout que la culture intelligente de plusieurs racines dont nous avons déjà parlé peut devenir d'un grand secours en établissant un peu de régularité dans la marche de l'exploitation. La betterave cultivée avec les soins requis et le topinambour en quantité suffisante pour pourvoir à la consommation de l'hiver pourront modifier avantageusement ces conditions défavorables.

Les plantes qui concourent à former les prairies temporaires présentent deux dispositions différentes dans leurs pouvoirs d'assimilation. Si l'on analyse le produit des unes et que l'on considère aussi l'état où elles laissent le sol, on trouve qu'elles reproduisent plus de matières fertilisantes qu'elles n'en ont trouvé dans la terre où elles ont végété; elles ont donc

emprunté à l'atmosphère une quantité notable de ces matières ; nous les rangerons dans un groupe que nous appellerons *groupe améliorant ;* les autres (*groupe épuisant*), au contraire, puisent dans le sol tous les principes de leur nutrition ; l'analyse de leurs produits et l'état du sol après la récole prouvent qu'ils n'ont pas sensiblement prélevé de matériaux nutritifs à l'atmosphère. Voici l'état de ces deux groupes :

I. — *Groupe améliorant.*

1. Luzerne.
2. Trèfle.
3. Trèfle incarnat.
4. Sainfoin.
5. Sulla (sainfoin d'Espagne).
6. Vesce.
7. Ajonc (landes).
8. Genêt d'Espagne
9. Spergule.
10. Seradelle (pied-d'oiseau).
11. Chou.
12. Pastel.
13. Chicorée.
14. Topinambour.

II. — *Groupe épuisant.*

1. Ivraie vivace (ray-grass).
2. Herbe de Guinée.
3. Seigle.
4. Moha.
5. Maïs.

GROUPE AMÉLIORANT.

CHAPITRE Ier.

Luzerne.

La luzerne (*Medica*), apportée de Médie en Grèce dès le temps de Darius[1], était réputée chez les Romains la plus excellente des plantes fourragères : *Eximia est herba medica*[2]. Sa

(1) Pline, *Hist. natur.*, lib. XVIII, cap. 16.
(2) Columelle, lib. II, cap. 11.

culture, transportée dans la Gaule méridionale, s'y conserva à travers toutes les vicissitudes des siècles, et Olivier de Serres la nommait la *merveille du mesnage*, au moment où elle avait disparu de l'Italie, à tel point que Crescenzio, qui écrivait en 1478, n'en fait aucune mention, et que Tull, qui voyageait en 1711, n'en trouve pas trace au delà des monts. Aujourd'hui encore cette plante ne tient qu'une place secondaire dans l'agriculture italienne. Dans la Lombardie, l'abondance des irrigations y donne le pas au trèfle plus ou moins mêlé de graminées et aux prairies permanentes; en Toscane, le peu d'étendue des propriétés, la pauvreté des colons, le besoin d'obtenir immédiatement un produit qui les nourrisse, ne permettent pas aux métayers de cette contrée un assolement à long terme, comme celui que nécessite cette plante. Dans le royaume de Naples, le produit des coupes d'été devient très peu certain à cause de la sécheresse du sol, et l'on y a recours aux fourrages qui donnent tout leur produit au printemps : le sainfoin et le sulla. C'est en France et surtout dans le midi que s'est conservé le culte que les anciens avaient voué à la luzerne, et de là elle s'étend graduellement et chaque jour davantage, à mesure que l'on apprécie ses qualités, dans les pays situés plus au nord, et jusqu'au point où le climat donne d'abord l'égalité et puis la supériorité au trèfle, qui devient alors la première des plantes fourragères, comme la luzerne l'est au midi.

Ainsi la luzerne le cède au sainfoin dans les terrains du midi qui ont des printemps et des étés habituellement secs; puis les chances de l'état d'humidité moyenne du terrain devenant plus grandes, soit par l'effet de la position topographique des champs, soit par la facilité de les irriguer, la luzerne l'emporte; enfin l'humidité de l'été et du printemps s'accroît en marchant vers le nord, mais en même temps la somme de température nécessaire pour faire recroître la luzerne diminue, les époques des différentes coupes s'éloignent, et les trois à

quatre coupes de luzerne n'équivalent plus aux deux coupes de trèfle; le trèfle alors devient la plante prédominante.

Ces circonstances climatériques doivent d'abord être bien définies.

La luzerne toujours sous la faux renaissante...

entre en végétation quand la température moyenne de l'air s'élève à + 8°. La pousse est plus ou moins épaisse, plus ou moins élevée, selon que les plantes trouvent en terre la fertilité et l'humidité convenables, mais dans tous les cas on les coupe quand elles sont en fleur, et elles fleurissent après avoir reçu 852° de chaleur totale au-dessus de + 8° de température moyenne. Ainsi l'année moyenne nous donne à Orange, du 15 mars, époque où la température atteint +8°, jusqu'au 1er novembre où elle y redescend, la somme de 4864° de chaleur totale[1] qui, divisée par 852, nous donne pour quotient 5,7; c'est le nombre de coupes possibles quand on coupe régulièrement à la fleur. On n'en fait ordinairement que 5, parce qu'on laisse avancer davantage les coupes d'été, qui faute d'humidité fleurissent bas, et que l'on hésite à les faucher en cet état; ensuite parce que la dernière coupe étant souvent contrariée par la pluie et étant très chanceuse, on préfère la faire pâturer. A Paris, du 1er avril au 15 octobre, nous avons 3855° de chaleur totale qui, divisés par 852, nous donnent 4,5. On peut faire quatre coupes dans les années positivement chaudes; on en fait ordinairement trois et l'on fait pâturer la quatrième. A Peissemberg en Bavière, où la température moyenne n'atteint +8° que vers le commencement de mai et y redescend le 1er octobre, nous trouvons que dans cet intervalle de temps la somme de température totale est de 2499° qui, divisés par 852, nous donnent pour quotient 2,9, environ trois coupes qu'il serait possible de faire dans

(1) Tome II, p. 78 et 79.

l'année ; il est probable que les mêmes empêchements dont nous avons parlé les réduiraient à deux. En Algérie on fait huit coupes dans les terrains frais. La pousse de la luzerne n'y est arrêtée que par quelques journées de l'hiver.

Les coupes ne sont pas égales en quantité, même dans les terrains frais toute l'année; la première profite des sucs fertilisants rendus solubles et accumulés pendant six mois ; la seconde les recueille encore, et de plus elle a moins souffert pendant sa pousse des variations de température. Ces deux premières coupes, quand la seconde n'a pas été attaquée par le *Colapsis atra* (barbotte, nigril), sont au moins égales aux trois dernières, mais les surpassent de beaucoup dans les terrains qui se dessèchent en été. En effet, la plante subit un sommeil estival causé par la sécheresse à l'époque de la quatrième et quelquefois de la troisième coupe; et la luzerne est réduite à trois coupes, dont la troisième ne produit pas la cinquième partie des deux autres. Dans une luzerne de deux ans, située dans le midi de la France, maintenue fraîche par un seul arrosage après chaque coupe, voici quel a été le produit de chaque coupe :

	Foin sec.		Foin sec.
1re	3400 kil.	*Report.*	10700 kil.
2e.	4200	4e.	2400
3e.	3100	5e.	2200
A reporter.	10700	Total.	15300

Supposons maintenant la troisième coupe réduite de moitié et la quatrième supprimée par la sécheresse, nous avons seulement 9150 kilogr.

Dans les terres de M. Dailly à Trappes, très fertilisées grâce à son *troupeau* de 400 chevaux de la poste de Paris dont il déverse une grande partie des engrais sur son fourrage qui se trouve ainsi dans des conditions au moins égales à la luzerne du midi dont nous venons de parler, il récolte 9600 ki-

logr. de foin en trois coupes. Notre coupe moyenne à la seconde année, époque du plus grand produit de la luzerne dans ce terrain, était de 3100 kilogr. qui, multipliés par 3, donnent 9300 kilogr. On voit par ces deux comptes que sur des terres également bien traitées, les produits de la luzerne sont comme le nombre des coupes possibles. De part et d'autre il y a eu un regain plus ou moins abondant. Si donc dans un terrain bien traité le produit moyen des coupes de luzerne était de 3100 kilogr., les huit coupes de l'Algérie devraient donner 24800 kilogr. de foin et non 32000 kilogr. comme le dit M. le comte de Franclieu qui probablement n'avait pas pesé chacune des coupes qu'il estime à un chiffre égal de 4000 kil.

Dans la Romagne, M. Crud faisait les récoltes suivantes :

1re année.	3360	2 coupes de. . .	1680
2e année.	10080	5 coupes	2016
3e année.	12500	5 coupes	2500
4e année.	10080	5 coupes	2016
5e année.	8000	4 coupes	2000
	44020	Coupe moyenne	2096

Les produits les plus hauts se manifestent seulement à la troisième année, ce qui tient sans doute à la grande profondeur du sol meuble; dans les terres où il est moins profond, la seconde année est la plus productive. Sa coupe moyenne dans l'année de plus grand produit n'est que de 2500 kil., mais sa fumure est assez légère comparativement aux nôtres; les circonstances ne sont plus les mêmes. Nous reviendrons sur ce point.

La luzerne craint la gelée tant qu'elle n'est pas parfaitement enracinée, mais son pivot pénètre bien au-dessous des couches où elle peut parvenir, et dès lors cette plante est à l'abri des atteintes du froid. La composition de la luzerne ne nous a pas été encore donnée en détail. Nous avons dit que M. Lassaigne avait trouvé que celle cultivée à Alfort donnait 7,4 p. 100 de cendres, composées de carbone, sulfate de potasse et chlorure potassique 1,510; carbonate de chaux 3,30;

silice 3,00 et traces de sulfate de chaux. M. Boussingault a trouvé que la luzerne recueillie en Alsace dosait à l'état sec 1,66 p. 100 d'azote, et à l'état normal, avec 0,16 d'eau, 1,38 p. 100. M. Payen a trouvé qu'une jeune luzerne fauchée en fleur, à Paris, donnait 3,1 p. 100 d'azote à l'état sec; et celle de Bechelbron 2,25. La moyenne de ces deux déterminations serait donc de 2,35 p. 100 à l'état sec, et 1,97 p. 100 à l'état normal.

Dans un terrain meuble, profond, fût-il caillouteux, qui n'en a jamais porté, doué jusque dans ses couches inférieures d'une fertilité qui n'excède pas pourtant ce qui peut donner une médiocre récolte de blé ou de seigle, on obtiendra de la luzerne sans fumier, avec l'aide d'un seul plâtrage, si le terrain ne possède pas de sulfate ou de carbonate de chaux, ou qu'il s'y trouve dépourvu de terreau propre à former de l'acide carbonique qui rende l'élément calcaire soluble. Nous l'avons vu donner de très belles récoltes sur des sols semblables. Mais ces récoltes ne se reproduisaient plus quand on voulait recommencer sur le même terrain, et la durée de la luzerne y était bien réduite. Le champ qui venait de porter de la luzerne donnait cependant après de belles récoltes céréales.

Qu'était-il arrivé? Il est facile de l'expliquer quand on connaît le mode de végétation de la luzerne. Elle enfonce en terre un pivot d'une très grande longueur, presque dépourvu de racines latérales. C'est par son extrémité que s'épanouissent les nombreuses papilles qui terminent les radicules et par où elles soutirent les sucs nourriciers. Cette extrémité inférieure du pivot s'allonge toujours, en cherchant de nouveaux éléments de nutrition à une plus grande profondeur. Une racine de luzerne de 16 mètres de longueur est déposée au musée de Berne; nous en avons vu souvent de vivantes ayant 4 mètres. Arthur Young creusa à 2 mètres de profondeur sans parvenir à trouver le bout d'une de ces racines. Passé les premiers mois de son existence, cette plante emprunte peu à l'engrais déposé à la

surface du sol, elle va chercher ses aliments dans les couches de plus en plus profondes, et au contraire elle ramène à la surface par les débris de ses feuilles caduques la fertilité arrachée au fond. C'est ainsi qu'un terrain qui ne pouvait porter d'abord qu'une médiocre récolte de blé, en porte une excellente quand la surface s'est trouvée enrichie de la fécondité qui était dispersée dans toute la masse du terrain et jusque dans la plus grande profondeur.

Mais cette couche profonde s'appauvrit, et si l'on veut réitérer la culture, la luzerne n'y trouve plus la même richesse et cesse de prospérer.

Cela explique aussi comment les minages sont si favorables à cette plante. Outre qu'ils ameublissent la terre et facilitent la progression descendante des racines, ils transportent au fond les couches les plus fertiles du dessus. La luzerne va y puiser sa nourriture et la rapporte de nouveau à la partie supérieure. Thaër ne croyait pouvoir réussir à avoir de belles luzernes qu'avec des défoncements de 1 mètre au-dessous de la profondeur ordinaire des labours (§ 1333). Une telle culture serait trop chère pour pouvoir être profitable si le défoncement ne devait servir qu'à la luzerne, mais le résultat en serait certain. Aussi quand, pour amender un terrain ou pour toute autre raison, on tente un défoncement profond, aucune plante ne peut mieux en profiter que la luzerne.

Si l'on cultive la luzerne pour la première fois sur un sol profond, on peut donc se dispenser de le fumer abondamment; il suffit d'un engrais superficiel pour favoriser la sortie des germes et leur première pousse. Mais quand on veut continuer cette culture sur un terrain qui y a déjà été soumis, on emploiera une grande quantité de fumier, et la récolte sera en proportion de cette quantité. La plante n'a pourtant pas changé de nature; c'est toujours au fond du terrain qu'elle puise ; mais c'est que la surabondance d'engrais dans les couches supérieures peut

seule charger d'assez d'extrait les eaux pluviales qui pénètrent en terre, pour qu'il y pénètre profondément. Il y a un certain point, cependant, où l'eau, complétement filtrée et absorbée par les terres qu'elle traverse, cesse de pénétrer ; alors aussi s'arrête l'accroissement possible de la luzerne désormais privée d'aliments. Une première luzerne a pu durer quinze et vingt ans sur un terrain où aujourd'hui celles qui lui succèdent ont une durée de quatre ou cinq ans. C'est qu'à cet âge elles ont atteint les couches auxquelles l'extrait de l'engrais ne peut plus parvenir.

Mais ce qui paraît merveilleux, c'est qu'après une période de quatre ou cinq ans, on retrouve dans le sol qui a produit une grande masse de fourrage une fertilité presque égale à celle que l'on y avait déposée par les engrais. Nous avons recueilli sur un hectare de luzerne défrichée 37021 kilogr. de racines desséchées à l'état normal et contenant 0,80 p. 100 d'azote. Cette luzerne a donc laissé dans le champ un engrais végétal équivalent à 296 kilogr. d'azote. De plus, nous savons par les expériences de M. Perraut de Jotemps que les légumineuses perdent par le fanage un quart environ de leur poids en foin et la partie la plus précieuse, puisque ce sont les feuilles de la plante qui se détachent ; nous avons donc perdu pendant cinq ans de durée ayant produit 64000 kilogr. de foin, la quantité de 21333 kilogr. de débris dosant $1^{k},97$ p. 100 d'azote ; sans compter les feuilles qui se sont spontanément détachées pendant la végétation.

La luzerne a absorbé l'équivalent d'engrais suivant :

Racines 37021 kil., à 0,80 p. 100	$296^{k},17$
Débris de fourrage 21333 kil., à 1,97 p. 100 . .	420,26
64000 kil. de foin, dosant 1,97 p. 100.	1260,08
	1976,51
Le terrain avait reçu une fumure qui avait porté sa fertilité à	824,00
La luzerne a donc pris en plus	1152,51
Le champ conserve pour les racines	296,17

Il est donc incontestable que la luzerne a une grande puissance d'absorption, et qu'elle soutire à l'atmosphère une somme de fertilité qui peut être évaluée aux 0,58 de celle que présente son foin.

En effet, pour chaque 100 kil. de fourrage, il reste au profit de la terre :

Racines	0^k,46 d'azote
Débris de feuilles	0,64
Fourrage.	1,97
	3,07
Sa fumure a exigé	1,29
Ainsi 100 kil. de foin rendent disponible, pour les autres cultures, la quantité de.	1,78 d'azote

c'est-à-dire la quantité à peu près totale du foin (1^k,78 au lieu de 1^k,97). La terre se trouverait après le défrichement de la luzerne absolument dans le même état d'engrais où elle avait été mise au moment de son ensemencement, si on lui rendait 0,19 d'azote p. 100 kilogr. de luzerne récoltée.

Il y a des terrains exceptionnels sur lesquels la luzerne peut revenir indéfiniment sans fumier ; c'est qu'ils ont sous leurs couches inférieures un courant d'eau chargé de principes fertilisants qui se renouvellent toujours et que les racines y puisent sans cesse. Dans ces terres fécondes, les luzernes ne périssent que par l'envahissement des mauvaises herbes. Nous citerons au nombre de ces terrains privilégiés ceux qui se trouvent sur les bords de l'Ardèche, près de son confluent.

On sait que la luzerne ne réussit complétement que dans les terrains qui possèdent l'élément calcaire à l'état soluble. C'est ce qui arrive quand le carbonate de chaux y est accompagné de terreau propre à donner de l'acide carbonique, ou quand le terrain contient du sulfate de chaux. On supplée au manque de ces dispositions naturelles par le marnage, le chaulage ou le plâtrage. Cette dernière opération est la plus facile et la plus économique.

Mais outre les engrais minéraux, la propriété des engrais azotés solubles a le plus grand effet sur le succès de la luzerne, soit en favorisant sa première croissance quand la plante est encore par ses racines en contact avec l'engrais, soit, comme nous l'avons dit, en enrichissant les couches inférieures au moyen de son extrait. La preuve s'en trouve dans les résultats des différentes fumures. Gilbert nous a transmis le détail des récoltes que l'on obtenait des luzernes avec une dose de fumier qui coûtait 106 fr. par hectare; nous avons cherché à retrouver la quantité d'engrais que l'on obtenait en 1788 pour ce prix, au moyen de la tradition des anciens fermiers des mêmes localités; c'était 27000 kilogr. de fumier dosant 108 kilogr. d'azote.

Mais les terres ne produisaient alors que 12 hectolitres de blé par hectare et leur richesse acquise était de 91 kilogr. d'azote; ainsi l'engrais total de ces luzernes était de 199 kilogr. d'azote. Le produit en foin a été :

2e année.	3630 kilogr. de fourrage de luzerne.
3e année.	2000
4e année.	989
	6619 ou 32k,70 pour 1 kil. d'azote.

M. Crud fumait ses luzernes avec 224 kilogr. d'azote; mais ses terres portaient communément 22 hectolitres de blé, ce qui suppose une richesse acquise de 166 kilogr. d'azote; total 390 kilogr. d'azote. Les produits en luzerne étaient :

La 1re année.	3360 kil.
2e année.	10080
3e année.	12510
4e année.	10080
5e année.	8000
	44020 ou 113k de luzerne p. 1k d'azote.

Nous fumons nos luzernes avec 103000 kilogr. de fumier dosant 615 kilogr. d'azote; la richesse acquise est aussi de 166 kilogr. : total 781 kilogr. La somme de récolte est de

64000 kil. de foin ou 86 kil. de luzerne pour 1 kil. d'azote.

Ces résultats démontrent d'abord que les produits augmentent avec la quantité de fumier, mais ils laissent entrevoir aussi que l'état du fond de la terre a une grande part dans ces produits. La fumure de M. Crud a eu un plus grand effet que la nôtre sur les terres d'alluvions profondes de la Romagne. Ce qui nous le confirme, c'est que ses récoltes se sont soutenues jusqu'à la fin et qu'il ne semble pas qu'il y eût des raisons pour les rompre à la cinquième année; car elles ont rendu alors un produit sensiblement le même que les années précédentes, si l'on considère qu'il y a eu suppression des deux dernières coupes; tandis que dans nos terres moins meubles et moins riches dans leurs couches inférieures, le produit le plus grand se trouve à la seconde année, et que dès la troisième il y a une décroissance sensible. Cela nous conduit à penser qu'il serait utile de placer l'engrais en deux étages; ce qui se ferait facilement en défonçant avec deux charrues. On répandrait la moitié de l'engrais à la surface du sol, il serait enterré par un premier sillon creusé à la profondeur de $0^m,25$; l'autre moitié placée au fond du sillon serait soulevée et reportée au-dessus par l'action de la charrue. Nous pensons que par ce moyen on obtiendrait des produits plus égaux et plus prolongés de la luzerne.

On nous parle de luzernes qui ont duré trente ans; Olivier de Serres assignait quinze ans de vie à cette plante; dans la pratique ordinaire ces durées prolongées sont considérées comme des phénomènes relégués dans l'histoire héroïque de cette plante, et cependant il faut s'entendre. S'il s'agit de prolonger la durée d'une luzerne sans s'embarrasser du produit en foin, on en voit souvent parvenir à cet âge avancé dans des terrains frais et profonds. Nous en avons une, semée autrefois, puis abandonnée au pâturage, ou les plantes devenues rares croissent au milieu d'une foule d'autres herbes; son âge est tout à

fait inconnu et probablement très grand. Un de nos voisins a une luzerne de vingt ans qui ne produit plus de foin depuis près de quinze, mais qui chaque année ensemencée en blé, par un léger labour, donne une seconde récolte de graines de luzerne assez importante. Mais plusieurs causes s'opposent à une longue durée avec une production considérable : 1° l'épuisement du fond de la terre; 2° la sécheresse ou la dureté des couches inférieures; 3° l'humidité stagnante de ces mêmes couches; 4° l'envahissement des herbes adventives.

1° L'épuisement du fond de la terre se manifeste par la diminution progressive de la production ; par la disparition successive des plantes; il n'en reste qu'un nombre toujours plus petit, de celles qui ont été mieux placées que les autres; cet épuisement est bien plus rapide quand on sème la luzerne sur une place qui en a déjà porté. Il ne se répare qu'à la longue, et les luzernes durent d'autant moins qu'elles se succèdent plus souvent les unes aux autres. Un de nos habiles cultivateurs prétendait que le terrain s'en ressentait trente ans encore après le défrichement de la luzerne. 2° La sécheresse et la dureté des couches inférieures produisent le même effet quand les racines y sont parvenues. 3° La luzerne disparaît entièrement quand elle pénètre jusqu'à une couche où elle rencontre de l'humidité stagnante. 4° Mais dans les terrains les plus fertiles, dans ceux où les luzernes trouvent dans le sous-sol un courant d'eau imprégné de particules fertilisantes, là où leur vie devrait être éternelle, c'est par l'envahissement des plantes adventives et surtout du chiendent que périssent les luzernes. Le champ se convertit en gazon, et la luzerne, celle de toutes les plantes qui se plaît le plus dans l'isolement, ne tarde pas à céder la place à des rivales plus robustes. Plus un terrain est riche, plus il est exposé à cette cause de destruction des luzernières.

Outre ces causes générales de dépérissement, il y en a deux

autres accidentelles qui abrégent quelquefois beaucoup la vie de la luzerne. Le rhizoctone et la cuscute.

Le rhizoctone de la luzerne est un cryptogame qui sous la forme de filets rougeâtres enveloppe la racine, se nourrit de ses sucs et la fait périr. On voit fréquemment dans les champs de luzerne des places circulaires qui se dégarnissent de plantes et dont le rayon s'étend progressivement. On croit avoir remarqué que la présence de la *Potentilla reptans* sur le terrain annonçait presque à coup sûr que la luzerne y serait exposée au rhizoctone. C'est le rhizoctone qui a atteint les racines de ces plantes. On cherche à arrêter le mal en le cernant par un fossé profond, mais on n'y parvient pas toujours, soit qu'on ait laissé en dehors de l'enceinte des racines attaquées, soit que la coupure n'ait pas été assez profonde. Quand le mal continue à s'étendre, il faut défricher la luzerne et ne pas en semer à la même place pendant de longues années. C'est l'envahissement du rhizoctone qui a empêché Mathieu de Dombasle de continuer la culture de la luzerne à Roville, ce qui a été le coup le plus fatal pour son exploitation.

La cuscute est une plante grimpante annuelle, dont les tiges détruisent celles de la luzerne en les enlaçant et les étreignant. La graine de cuscute est enfermée dans une capsule de la grosseur des semences de luzerne, que les criblages ne peuvent pas en séparer et qui se sème avec elles. Quelques plantes de cuscute suffisent pour envahir tout un champ par la rapidité de sa croissance, les ramifications de sa tige, et la rapidité de la maturation de ses graines et de leur dissémination. Les remèdes préservatifs sont d'abord de ne pas recueillir la graine de luzerne que l'on veut semer en fauchant les plantes au milieu desquelles se trouverait aussi celle de cuscute, mais en arrachant à la main les cosses de la luzerne quand elles sont près de leur maturité. Quand on achète la graine et qu'on ne peut s'assurer du soin avec lequel elle est récoltée, on la purge de

cuscute en la froissant avec force entre deux grosses toiles. Cette friction rompt les capsules de la cuscute, et un criblage sépare ses graines très fines de celles de la luzerne. M. de Fellenberg [1] avait fait construire une machine pour exécuter cette opération. Les remèdes curatifs sont de deux sortes. S'il s'agit de débarrasser de cuscute un champ de luzerne dont la durée est trop courte pour permettre les moyens dilatoires, on reconnaît exactement l'espace qu'occupe cette détestable plante en la suivant dans ses moindres filaments, on en marque l'enceinte au moyen de petits piquets, on la couvre de paille sèche en étendant de 2 mètres le rayon de l'espace déterminé, et on met le feu à la paille. La luzerne repousse bientôt vigoureusement, mais la cuscute, dont les racines sont peu profondes, périt. Si l'on suit le mal à la piste et sans interruption, on parvient à s'en débarrasser, pourvu que le remède soit appliqué avant la maturité et la dissémination des graines de la cuscute; mais pour peu qu'on néglige cette précaution, elle ne tarde pas à envahir tout le champ. Un moyen plus long est de faucher très souvent la luzerne, chaque fois qu'elle a $0^{m},06$ à $0^{m},08$ de haut, avant la maturité de la cuscute, qui étant annuelle ne se reproduit plus l'année suivante; ou bien de la faire pâturer constamment par les moutons pendant toute une année.

Dans le règne animal, la luzerne a un ennemi redoutable, le *Colapsis atra*, insecte qui mange cette plante et dont les légions de larves paraissent quand la température moyenne s'élève à + 14°. C'est vers le commencement de mai dans le midi, moment de la pousse de la deuxième coupe. On s'en débarrasse en fauchant immédiatement le champ où elles se montrent, quel que soit l'état de la luzerne; l'insecte l'abandonne sur-le-champ et l'on ne perd ainsi que quelques jours. M. Touchy a proposé [2] de retarder la première coupe jusqu'à l'époque

(1) *Blatter von Hoffwyl*, 3° cahier, p. 120, pl. 12.
(2) *Bulletin de la Société d'agriculture de l'Hérault*, janvier 1838.

de l'apparition des larves. Il trouve peu d'inconvénient à ce retard, parce que la luzerne de la première coupe fauchée en fleur est très aqueuse et présente plus tard jusqu'à 30 à 40 p. 100 de réduction quand on la dessèche complétement, tandis que le produit de la troisième coupe ne perd que 5 à 6 p. 100 par la dessiccation complète. Enfin une expérience de M. Masse[1] semble décider la question en faveur du retard de la première coupe.

Un champ a été fauché le 22 avril, et a donné. . .	625k par hect.
fauché une seconde fois le 26 mai.	937
Total.	1562
Un autre champ, fauché pour la première fois le 21 mai, a donné	2278

Pour se rendre compte de ce qui arriverait aux coupes subséquentes, M. D...[2] a pesé le résultat d'une première coupe retardée et de la coupe qui l'a suivie ; il a obtenu :

	1re Coupe.		2e Coupe.	
Luzernière de 7 ans. . .	22 mai. . .	2083k	20 juin. . .	2708k
Luzernière de 6 ans. . .	23 mai. . .	2083	22 juin. . .	2083
Luzernière de 2 ans. . .	23 mai. . .	4324	2 juillet. .	3427

Ces expériences sembleraient décider la question, surtout pour les pays et les terrains qui sont fréquemment envahis par ces insectes.

D'après ce que nous avons dit, on aura pris une juste idée du climat où l'on peut faire avantageusement la culture de la luzerne et des terrains auxquels on doit la confier ; plus la durée de la saison chaude est grande, plus elle est accompagnée de fraîcheur de terrain ; plus le terrain sera meuble et profond, plus on sera certain de la réussite de cette plante. On doit s'abstenir de la cultiver dans les pays dont l'été est court ; dans les terrains qui sont tenaces, secs de bonne heure au printemps, et qu'on ne peut rendre frais au moyen de l'irrigation ;

(1) *Bulletin de la Soc. d'agricult. de l'Hérault*, juill. 1842, p. 265.
(2) *Ibid.*

dans ceux qui manquent de fond et dont le sous-sol est imperméable; dans ceux habituellement mouillés. Cependant nous avons vu des luzernes réussir dans des champs dont le sol n'avait pas plus de $0^m,30$ de profondeur, et dont le sous-sol était de roche; mais c'était dans un climat très humide, et sur un terrain incliné qui ne permettait pas à l'eau d'y devenir stagnante. Nous avons voulu présenter cette exception, pour que dans des circonstances moins favorables on ne se laissât pas entraîner à une imitation qui n'aurait pas de succès.

Le semis de la luzerne doit toujours être précédé d'un labour profond si l'on veut en assurer le succès. Dans les cultures soignées du midi, on défonce le terrain à la profondeur de deux fers de bêche, c'est-à-dire à $0^m,45$. On supplée quelquefois à l'action de la bêche par l'usage des charrues à défoncement. On fume autant qu'on le peut. La dose que l'on regarde comme la plus désirable d'atteindre est celle qui place le terrain dans une position de fertilité représentée par le chiffre de 824 kilogr. d'azote par hectare. Nous parlons ici des terrains qui depuis longtemps portent des luzernes et non de ceux dont le sol est profondément riche et dont les couches inférieures n'ont pas été épuisées par des récoltes antérieures de cette plante.

Il y a nombre de pays où l'on traite la luzerne avec beaucoup moins de façons. Dans les environs de Paris on la sème sur le blé ou l'avoine de mars, sur une fumure de 27000 kilogr. de fumier, que l'on ponsse quelquefois au double (54000 kilogr.) et qui ne contient que 108 ou 116 kil. d'azote.

Nous avons vu que, selon Gilbert, leur produit en quatre ans n'était que de 6619 kilogr.

On sème la luzerne au printemps et en automne. L'enfance de cette plante est longue et délicate; semée au printemps en terre fraîche et quand elle n'éprouve pas d'interruption dans sa végétation, elle donne une ou deux coupes cette première

année; la seconde, elle est en plein produit qui s'augmente encore la troisième, puis elle commence à décliner progressivement par l'effet d'une des circonstances que nous avons décrites plus haut. Si la coupe de troisième année est inférieure à celle de la seconde, c'est que la plante trouve alors dans le sol un obstacle qui borné sa croissance, tel qu'un terrain dur, ou trop humide, ou manquant de principes nutritifs.

Semée en automne de bonne heure, dans les pays méridionaux, la luzerne s'est assez fortifiée pour braver le froid de l'hiver; elle donne dès l'année suivante une pleine récolte. Ainsi l'on évite la perte d'une année entière qui est inévitable par le semis de printemps. Cependant plusieurs causes font préférer les semis de printemps : 1° pour semer en automne, il faut labourer la terre en été, époque de l'année où la terre est fort dure et les travaux très coûteux; 2° ces travaux se font au moment où l'on prépare les terres pour les ensemencer de blé et où l'on est déjà surchargé d'ouvrage; 3° l'emploi des fumiers d'été étant indiqué pour les cultures du blé, ceux d'hiver n'ont pas une destination déterminée dans les pays où les récoltes sarclées ne sont pas communes, et on la trouve dans la culture de la luzerne. Pour tourner cette difficulté, on a imaginé : 1° de semer la luzerne en même temps que le seigle ou le blé, de manière à faire profiter ces deux plantes de la culture préparatoire et à ce que la luzerne se trouve déjà avancée à l'époque de la moisson. Mais la luzerne craint toute association de plantes dans sa première jeunesse et reste clair-semée et mêlée de mauvaises herbes crues sous la protection du blé; et la végétation de celui-ci se trouve aussi gênée par le voisinage de la luzerne. Tous les cultivateurs qui ont éprouvé cette méthode n'ont pas tardé à y renoncer. 2° Pour ne pas perdre la première année de produit quand on sème au printemps, on le fait dans un blé d'automne. Cette méthode réussit dans les pays à printemps humides. On herse alors le blé au printemps,

et après le hersage on sème la luzerne, puis on fait passer la herse renversée et garnie d'épines pour l'enterrer. D'abord la croissance de la luzerne est faible au milieu de ce blé déjà vigoureux; elle manque de cette force de la première végétation qui assure la réussite des plantes; mais enfin on a de la luzerne par ce procédé. Il n'en est pas de même dans les pays à printemps secs, dans ceux surtout où les pluies sont suivies par des vents desséchants. Il n'arrive que trop souvent que la terre manquant d'humidité à la surface, humidité qui est d'ailleurs absorbée par le blé alors en pleine végétation, la luzerne sort mal et peu épaisse, et au moment de la maturité du blé, la terre est si sèche que la luzerne souffre et se refait difficilement de l'oppression qu'elle a subie dans sa jeunesse. Nous avons vu souvent côte à côte des luzernes faites avec la même quantité d'engrais, les unes semées dans le blé et les autres seules et sans associé, et toujours ces dernières ont conservé une grande supériorité sur les premières. 3° On sème la luzerne sur l'avoine, l'orge ou le blé de printemps. Ce procédé est généralement suivi dans la région céréale. La fraîcheur de la terre dans cette saison y assure la sortie de la luzerne; elle souffre sans doute de l'association, mais bien moins que dans les pays à printemps secs; et la généralité de cette pratique semble prouver que le produit du blé de mars compense l'inconvénient. Cependant pour en être bien assuré, nous désirerions bien voir un cultivateur tenir un compte exact du produit net de deux luzernes également bien préparées et semées, l'une seule et l'autre associée à la céréale de mars.

Pour nous, dans notre région du midi, pénétré de l'importance de la parfaite réussite de la luzerne et de ne faire courir aucune chance défavorable à une plante pour laquelle on fait de si grands frais, nous conseillons de la semer seule, entourée de tous les soins convenables; en automne, si les arrangements de la ferme le permettent; au printemps, si les travaux et les

engrais ne peuvent être complétés d'assez bonne heure en automne. Le semis d'automne doit être fait à une époque où la plante trouve déjà en terre une humidité suffisante et a encore le temps de croître et de s'enraciner. Or, la luzerne n'entrant en végétation que par une température de + 8° et sa racine devant végéter au moins pendant deux mois avant l'arrivée de la température moyenne de + 8° pour être à l'abri des intempéries de l'hiver, on devrait semer à Paris à la fin d'août, et au milieu de septembre dans la vallée du Rhône.

En général, les semis de printemps sont trop prématurés, et les gelées tardives les endommagent souvent. On ne doit les entreprendre que quand on a dépassé l'époque où elles sont à craindre. Nous nous trouvons très bien d'attendre la floraison de l'aubépine pour semer la luzerne. Ce retard a l'avantage de donner aux mauvaises herbes le temps de pousser, et de pouvoir ainsi les détruire par le labour d'ensemencement. Le semis à la volée est seul usité en France; on emploie 40 kilogr. de graines par hectare. Cette graine doit avoir été récoltée sur un champ exempt de cuscute, ou recueillie à la main sur ceux qui en seraient infectés. La graine doit être jaune, luisante et pesante; on ne doit pas hasarder un ensemencement sans s'être assuré de ses facultés germinatives; si on n'en connaît pas la provenance, on ne manquera pas de la froisser entre deux toiles, et de la cribler pour en séparer la cuscute. On ne doit jamais mêler du trèfle à la graine de luzerne; cette plante, croissant plus vigoureusement pendant la première et la deuxième année, étouffe la luzerne qui reste claire. On mêle sans inconvénient au semis quelques semences de chanvre qui produisent des plantes fortes et abondantes en graines; nous avons vu aussi mêler des graines de radis à celles de luzerne; ils croissent vite et procurent un sarclage au pied des plantes quand on les arrache. Mais ce doit être dans une petite proportion.

La terre ayant été bien unie et bien ameublie par un dernier

hersage, on jette la graine selon les méthodes indiquées et on fait passer la herse renversée pour la recouvrir.

Le semis en lignes, autrefois usité en Angleterre, y est de plus en plus abandonné. Quand on veut le pratiquer, on sème les lignes à $0^m,24$ de distance; on emploie 25 kilogr. de graines par hectare. Cette méthode assure une longue durée aux luzernes qui se trouvent dans des terrains profonds et riches, et qui ne finissent ordinairement que par l'invasion des mauvaises herbes. Les produits en fourrages dépassent encore ceux du semis à la volée; mais ce qui dégoûte de cette culture, ce sont les binages qu'elle exige si l'on veut maintenir le champ dans toute sa netteté et le plant dans tout son produit.

Pour en finir sur les différentes manières de cultiver la luzerne, nous dirons qu'on l'a cultivée aussi par le moyen de la transplantation. Nous comprenons qu'Arthur Young ait proscrit cette méthode en grand : *a folly at large;* mais nous pensons que dans la petite culture et sur un grand nombre de terrains qui manquent de fond, il faut l'indiquer comme moyen d'établir une prairie permanente et sans arrosage. Les frais de plantation une fois faits, il ne s'agit plus que des sarclages annuels et de l'addition d'engrais dans la proportion tout au plus qu'exige la prairie. En plantant on supprime le pivot, la luzerne pousse des racines superficielles, et sa durée n'est plus subordonnée à la richesse des couches inférieures du terrain, mais à l'apport de nouveaux engrais. Au bout de quelques années, elle forme, il est vrai, des touffes de tiges dures au-dessus du sol, mais on peut sans danger les supprimer au collet par un coup de bêche, et la luzerne fait de nouvelles repousses de ses racines. C'est ainsi que l'on obtiendra de la luzerne sur les sols qui manquent de profondeur et qu'on l'y perpétuera. C'est une ressource importante dans une foule de situations.

Revenons à la luzerne semée à la volée. On doit procéder à un sarclage fait à la main, aussitôt qu'elle est sortie et qu'on

peut distinguer ses plants. Il doit être réitéré plusieurs fois; mais dès que la plante est susceptible d'être saisie par la faux, on substitue le hersage au sarclage, immédiatement après la coupe, si le terrain n'est pas trop sec. On donne aussi chaque année un labour à la luzerne à la fin de l'hiver et avant qu'elle entre en végétation. Ce labour de $0^m,04$ à $0^m,05$ de profondeur peut se donner au moyen de l'araire, du scarificateur ou du peigne. On répète cette opération après la dernière coupe de l'automne.

On fauche la luzerne chaque fois qu'elle est en fleur, excepté pour la dernière coupe que l'on fauche avant la fleur. Si l'on veut récolter de la graine, on attend que les gousses de la troisième coupe soient noires, on bat les tiges avec un fléau pour les séparer, et on fait ensuite passer les gousses sous un moulin à gruer qui les froisse et en détache les graines.

Quand on fait pâturer la luzerne, on doit agir avec précaution pour ne pas causer de météorisme aux animaux; mais on la donne en vert à l'étable sans danger, pourvu qu'on ait laissé flétrir les tiges sur le champ après les avoir coupées.

Le défrichement de la luzerne se fait de plusieurs manières. Si l'on veut profiter de la récolte des graines que produira la luzerne qui aura cessé de porter de pleines récoltes de fourrages, on donne un labour de $0^m,10$ à $0^m,12$ de profondeur, et l'on sème en avoine ou en blé d'hiver. L'année suivante, les plantes nombreuses de luzerne se montreront après la moisson et monteront en graines qui sont d'autant plus recherchées qu'elles sont exemptes de cuscute. On les récoltera, on labourera de nouveau et on réitérera le semis des céréales. On peut continuer à agir ainsi pendant nombre d'années en fumant pour le blé, si cela devient nécessaire. On trouvera plus tard la fertilité accumulée par la luzerne quand on en viendra à un défrichement définitif. Le plus souvent on défriche à fond après la première récolte de graines, et pour cela il faut choisir le moment où la terre n'est pas trop tenace, après les premières

pluies d'automne; car le soc, rencontrant les racines de la luzerne qu'il est obligé de trancher, éprouve une augmentation considérable de résistance. On peut obtenir plusieurs récoltes consécutives de céréales sur le champ défriché, en raison de la richesse à laquelle l'a porté la culture de la luzerne.

Gilbert établit ainsi qu'il suit les frais de sa culture imparfaite pour un hectare. La luzerne étant semée dans le blé on n'a pas compté les frais de culture :

Fumier	105f 88
Semence 36k,9 de graine, à 1 fr. 40.	51 66
Entretien	88 23
Fauchage à 8 fr. 82 par coupe pendant 8 ans.	211 80
Fanage	152 94
Bottelage, à 75 c. le 100 de bottes	23 25
Rente de la terre pour 8 ans, à 88 fr. 23 . . .	705 84
	1339 60

On a récolté 15444 k. de foin, qui revient $\frac{1340}{154,44}$ = 8 f. 70 les 100 k.

Voici notre compte pour une culture bien faite :

	Blé.
Rente de la terre pour 5 ans.	1635k,00
Défoncement à la charrue à 0m,45 de profondeur . . .	225,00
0k,19 d'azote pour 100 de foin récolté, ci 121 k. d'azote.	810,00
Intérêts pendant 5 ans de l'engrais dont l'indice est de 824 kilogr. d'azote, moins 121 kilogr. pris par la luzerne, reste 703 kilogr. de la valeur de 4700 kilogr. de blé, ci	1150,00
Labour pour mélanger la terre au fumier à 0m,16 de profondeur	67,20
Deux hersages.	7,63
Semis et hersage en travers.	15,00
40 kilogr. de graine, à 120 fr. les 100 kilogr..	178,00
Deux sarclages à la main.	50,00
Huit scarifications, deux pour chaque année.	60,00
Deux coupes la première année, 5 les quatre années suivantes; en tout 22 coupes à raison de 127k de blé.	2794,00
Pour faner l'herbe et la rentrer.	200,00
	6991,83

Produit 64000 kilogr. de foin, valant $\frac{6992}{640}$ = 10k,9 de blé les 100 k. (2f,91).

Il y a un bénéfice de $4^k,4$ sur chaque quintal de foin au prix moyen de $14^k,54$ ou de 2716 kilogrammes de blé pour les cinq années et de 543 kilogrammes par année. Ce compte a été fait pour le midi de la France; si on l'appliquait à d'autres pays, il faudrait réduire les produits en raison inverse de la température totale que l'on y éprouve, et du prix du blé.

CHAPITRE II.

Trèfle rouge (Trifolium pratense).

Si la culture de la plante de Médie remonte à une antiquité fort reculée, il n'en est pas de même de celle du trèfle rouge, dont les anciens reconnaissaient sans doute les bonnes qualités dans son mélange avec les autres herbes de prairie, mais qu'ils n'ont jamais cultivé seul et d'une manière spéciale. C'est en Flandre, ce berceau de la bonne agriculture, que la culture de cette plante débuta, et c'est de là qu'elle se répandit dans les pays voisins.

Arthur Young écrivait, en 1766, que cette plante était encore inconnue dans une grande partie de l'Angleterre où elle n'avait été introduite qu'un peu plus d'un siècle auparavant (1633) par l'influence de sir Richard Weston, comte de Portland et grand chancelier d'Angleterre, qui dans son discours sur l'agriculture de la Flandre en avait fait un grand éloge. « Ce fut assurément un phénomène, ajoute Arthur Young [1], que de voir les fermiers mettre la main à l'œuvre pour cultiver ce nouveau végétal sur la seule publication d'un livre. J'ose assurer qu'aujourd'hui quarante sir Richard, eussent-ils tiré leur plume de l'aile d'un ange, ne parviendraient pas à

(1) *Expériences d'agriculture*, t. XII, p. 372.

accréditer un seul article de culture. » Mais dans ce temps-là les seigneurs faisaient de l'agriculture, les livres sur cette matière étaient peu communs et devaient produire d'autant plus d'effet qu'ils étaient écrits par un personnage aussi éminent que sir Richard; enfin le trèfle convient si bien au sol, au climat et aux besoins de la Grande-Bretagne, les essais étaient si faciles et devaient être si avantageux, que la contagion du succès aurait dû répandre de toutes parts l'usage de cette plante; et cependant cent ans après elle n'avait pas encore pénétré dans toutes les parties de ce pays. Schwerz[1] attribue aux persécutions du duc d'Albe et à l'émigration des protestants de la Flandre la propagation de la culture du trèfle sur les bords du Rhin, où ils s'établirent sous la protection de l'électeur palatin. Cette culture ne s'étendit que beaucoup plus tard en Allemagne par les efforts et les écrits de Schubart. Cet homme fut un véritable apôtre et passa vie à prêcher le trèfle et son intercalation dans les assolements. Joseph II apprécia son zèle et l'ennoblit en lui donnant le titre de comte de Kleefeld (du champ de trèfle). Schwerz nous apprend aussi que ce fut Schroeder qui apporta les premières graines de trèfle en Alsace en 1759[2]. Mais le succès de cette propagande aurait été douteux dans ces terrains dépourvus de calcaire, si en même temps Meyer de Kupferzell n'avait fait connaître les effets du plâtre qui en assure la réussite. En France aussi, c'est à la persistance de nos auteurs agronomiques que l'on doit les progrès de la culture du trèfle. L'histoire de cette plante suffirait pour laver la littérature agricole du reproche d'immobilité dont on a souvent voulu la flétrir. Quand au milieu de tant de futiles compilations il paraît de temps en temps des ouvrages comme celui que Gilbert publia en 1788 sur les prairies arti-

(1) *Culture des plantes fourragères*, page 5, avant-propos.
(2) *Ibid.*, page 7.

ficielles, on ne peut pas dire que la branche de connaissances qui les produit ne mérite pas l'estime et la reconnaissance publiques.

Le trèfle est devenu la base de l'agriculture des climats humides, comme les prairies arrosées, la luzerne et le sainfoin le sont des climats secs. Pour les premiers, la sortie des plantes est à peu près assurée dans les circontances agricoles ordinaires, et une fois hors de terre, la réussite du trèfle n'est pas plus influencée par les saisons que le seraient les prairies permanentes elles-mêmes. Dans les seconds, les chances d'une bonne sortie des plantes sont très grandes et le succès du semis de printemps est une espèce de jeu du hasard sur lequel on ne peut établir une exploitation régulière. Nous sommes revenus cent fois dans le midi à des essais de trèfle, nous en avons eu quelquefois des récoltes étonnantes, mais elles nous ont manqué si souvent que nous avons fini par l'abandonner. Ce n'est que dans les terrains où l'on peut faire parvenir l'irrigation que sa réussite est certaine, pour nous, comme pour les agriculteurs du nord.

Mais ce n'est pas seulement pour aider au développement du germe que la fraîcheur de la terre est nécessaire; le trèfle ne donne des récoltes abondantes que quand le printemps est suffisamment humide. Dans tous les climats, il ne faut attendre de réussite constante que dans les terres propres au froment, c'est-à-dire celles qui conservent le plus longtemps leur fraîcheur. Dans les autres, le docteur Schweitzer nous dit que le trèfle ne réussit bien dans les terres légères qu'autant qu'on y voit croître la prêle des champs (*Equisetum arvense*), c'est-à-dire qu'alors elles ont un sous-sol argileux et humide.

D'après M. Boussingault, la composition du trèfle est la suivante : 100 de foin récolté dans une année répondent à 83 de racines.

	10000 de foin sec donnent :	8300 de racines :	Total.
Carbone	4755	4338	9093
Hydrogène	469	430	899
Oxygène	3796	3684	7480
Azote.	206	180	386
Acide carbonique.	191		
— sulfurique	19		
— phosphorique . . .	49		
Chlore.	20		
Chaux	192		
Magnésie.	49		
Potasse.	207		
Soude.	4		
Silice.	41		
Oxyde de fer et alumine . .	2		
	10000		

En voyant la grande quantité de chaux et de potasse que contient le trèfle, nous ne sommes pas étonné s'il exige la présence de l'élément calcaire dans le sol, si le plâtre fait un si grand effet sur ce végétal, enfin si les cendres contenant de la potasse (cendres de bois), si l'écobuage des terrains herbacés sont des suppléments aussi profitables à cette culture.

Le trèfle mal réussi laisse le sol épuisé, non par lui-même, mais par l'effet des herbes qui s'y substituent. Quant au trèfle bien réussi, ses effets améliorants sont incontestables, ils sont avoués de tout le monde, mais personne jusqu'ici n'a cherché à les préciser. Voici une expérience dont nous avons pu recueillir les données. Une terre de 2 hectares assez maigre (nous la supposons de cette contenance pour la facilité des calculs, quoiqu'elle fût de $1^h,85$), fut fumée avec 30000 kilogr. de fumier de ferme et semée en blé. On répandit de la graine de trèfle sur la moitié de la surface au printemps suivant. La deuxième année, le trèfle donna une seule coupe de 2840 kilogr. de foin. La sécheresse qui survint ne permit pas d'espérer une seconde coupe. Dès qu'il commença à repousser, en septembre, il fut renversé par un bon labour, puis la terre semée en blé; l'autre

moitié avait été bien cultivée en jachère et fut aussi semée en blé. Voici les résultats obtenus :

	Parcelle sans trèfle.	Parcelle avec trèfle.
1re récolte de froment . . .	1100k de blé.	993k
2e récolte	885	1222
	1985	2215

La belle croissance du trèfle a diminué visiblement la récolte de blé la première année; cependant nous avons sur les deux récoltes une différence de 230 kilogr. de blé. Ainsi non-seulement le trèfle n'a pas épuisé, mais il a enrichi le terrain. Maintenant de quoi l'a-t-il enrichi? Nous savons que l'aliquote puisée par le froment dans les engrais du sol est, dans le midi, de 0,20 ; nous avons donc

$$\frac{2,30 \times 2,62}{0,20} = 30^{k},13,$$

ou un peu plus d'un kilogr. d'azote p. 100 kilogr. du foin récolté.

Cela s'explique bien par la quantité de racines qu'il laisse en terre et par le grand nombre de folioles et de débris de toute espèce qui tombent, soit pendant la végétation, soit pendant la fenaison. Les récoltes de blé qui succèdent au trèfle bien réussi sont plus belles que si elles avaient reçu immédiatement le fumier donné au trèfle avec une jachère. Il est donc certain que le trèfle qui prélève sur le champ la quantité de 3,86 d'azote p. 100 kilogr. de foin lui en restitue une quantité supérieure, outre celui contenu dans son foin, qui se trouve en excédant, prélevé entièrement sur l'atmosphère et propre à augmenter la fertilité de la terre.

Il en est autrement des engrais minéraux. La soustraction continuelle faite par le foin dont les produits consommés par les bestiaux ne sont pas reversés exactement sur les champs qui les ont fournis finit par appauvrir le sol de plusieurs de ces

éléments. Ainsi nous rendons bien à la terre cette partie des phosphates, des alcalis, de la chaux qui passent dans les déjections; mais il n'en est pas de même de celle qui par l'effet des sécrétions se convertit en lait, en chair, en sang, et qui est incessamment exportée. Or, nous avons vu l'énorme consommation que le trèfle fait de potasse et de chaux; chaque centaine de kilogr. de foin de trèfle contient 2^k,07 de potasse. Supposons que le foin soit employé à la production du lait; nous savons que les exploitations pastorales bien dirigées produisent quarante-trois litres de lait au moyen de la consommation de 100 kil. de foin; d'après l'analyse de Hailden [1], le lait de vache contient 0,183 pour 100 de chlorure de potassium qui renferme 52,45 p. 100 de potassium, et correspond à 63 p. 100 d'oxyde de potassium ou potasse. Le lait renferme donc 0,125 p. 100 de potasse. Quarante-trois litres de lait pèsent normalement 44^k,19, et contiennent 0^k,055 de potasse, environ la trente-huitième partie de celle contenue dans le foin consommé. Ainsi trente-huit récoltes de foin converties en lait enlèveraient sans restitution toute la potasse du foin; ce qui finirait par en épuiser le champ lui-même. Le même raisonnement appliqué à la chaux, aux phosphates, montre que si cet épuisement est peu rapide, cependant il est progressif et qu'il y a un moment où les plantes peuvent manquer d'un élément que l'on a soustrait au sol.

Le moyen radical de remédier à cet épuisement, c'est d'appliquer directement au sol les cendres, la potasse, le carbonate et le chlorhydrate de soude qui lui rendent les alcalis fixes qui lui manquent; si le terrain est riche en terreau, la poudre d'os qui lui rend les phosphates dissous dans l'acide carbonique; et si le terreau lui manque, les mêmes os dissous dans l'eau chargée d'acide carbonique, soit dans quelque autre acide, la chaux par le moyen du chaulage, du marnage, du plâtrage.

(1) *Annales der chimie und pharmacie*, 45e cahier.

Ces remèdes, qui sont très efficaces dans les terrains déjà épuisés ou naturellement pauvres de ces substances, restent presque sans effet dans ceux qui en sont pourvus.

Un moyen palliatif qui permet de continuer longtemps sans interruption la culture du trèfle sur un terrain consiste à enterrer la dernière coupe au lieu de la faucher ou de la faire pâturer. Ainsi Schwerz estime qu'en Allemagne la seconde coupe de trèfle est les deux tiers de la première[1]; s'il l'avait renversée par la charrue, il aurait rendu à son champ les deux cinquièmes des éléments qu'il avait perdus, et la progression des pertes aurait été beaucoup plus insensible et peut-être nulle, si l'on suppose que les divers éléments puissent être fournis par l'atmosphère, et si l'on en juge d'ailleurs par les effets agricoles. C'est ainsi qu'agissait le fermier Leroy, cité par Mathieu de Dombasle : « Ce fait donne lieu de penser, disait cet auteur, qu'en ne prenant ainsi qu'une seule coupe de trèfle pour enterrer la seconde en vert, on diminue considérablement l'influence nuisible qu'aurait cette culture sur elle-même, lorsque son retour est trop fréquent sur le même terrain, et il est de la plus haute importance dans l'art des assolements. M. Leroy remarque cependant que ses trèfles qui développent un luxe de végétation vraiment extraordinaire ne lui donnent plus depuis quelques années des semences qu'avec beaucoup de difficultés; ce qui est peut-être l'effet du seul excès de fécondité du sol qui développe dans la plante une trop forte végétation pour que la semence puisse s'y produire abondamment[2]. »

Comme le trèfle ne donne qu'une faible coupe la première année où il est semé, que sa grande production a lieu la seconde et qu'il décline la troisième, on ne le garde généralement que deux ans; la prolongation de sa durée appauvrirait

(1) *Cultures fourragères*, p. 110.
(2) *Annales de Roville*, t. VII, p. 289.

davantage encore le sol de ses éléments de végétation et rendrait son retour plus difficile. Mais pour le produit d'une seule année on n'a pas voulu sacrifier deux années de la rente du champ, aussi le sème-t-on avec un autre végétal qui paie la rente de la première année, généralement avec une céréale. En Flandre, on le sème avec le lin. Ces associations ont d'ailleurs le bon effet de préserver la graine du trèfle qui commence à germer des coups de soleil et du desséchement, sous l'abri de la plante qui lui projette son ombre et assure sa réussite. Aussi les travaux et les engrais destinés à la plante avec laquelle elle naît et croît lui suffisent-ils, s'ils sont bien exécutés et si la terre se trouve ainsi dans un état complet de netteté, d'égouttement et de fertilité. Ce sont des conditions indispensables pour avoir un bon trèfle.

On sème le trèfle, ou en automne avec les céréales, ou au printemps sur les céréales d'automne déjà développées, ou au printemps avec les céréales de printemps. Les semis d'automne doivent être évités dans toutes les terres sujettes à *déchausser*, c'est-à-dire à se soulever par les effets des gels et dégels, car le trèfle ne résiste pas à ces alternatives, s'il n'est déjà bien enraciné. Il est aussi maltraité par les limaces qui nous ont forcé à renoncer à cette époque de semis. Partout il a l'inconvénient de nuire à la récolte du blé par la vigueur avec laquelle il s'empare du terrain, dès les premières chaleurs de printemps. On porte à un tiers le déficit produit sur cette récolte par son semis simultané d'automne avec le trèfle. Il est vrai que la paille mêlée de beaucoup de trèfle est un véritable fourrage et que l'on a un bon regain dès la première année. Mais aussi le javelage en devient long et pénible dans les pays du nord. C'est au cultivateur à calculer si cette récolte fourragère compense la réduction qu'il éprouve dans celle du blé; car autrement le moyen est sûr pour avoir un beau trèfle, même dans les pays méridionaux. Dans le nord l'ensemencement d'au-

tomne doit être fait de très bonne heure et on le pratique ordinairement dans le seigle.

Les semis de printemps se font de janvier en mars dans la région des céréales. La graine ne sort pas tout de suite, mais elle est enterrée par la fonte des neiges et par les pluies, et elle sort dès que les premières chaleurs se font sentir. Ces semis se font ou sur le blé semé en automne, ou au moment de l'ensemencement des grains de mars. Dans le premier cas, on herse fortement le blé, puis on répand la graine et l'on fait passer le rouleau ou la herse renversée. Dans le second, on commence par semer la céréale, et après l'avoir enterrée on sème le trèfle, sur lequel on donnera un coup de herse dans les terres légères. Dans les terres argileuses, on fait précéder le semis du trèfle du passage du rouleau, puis on sème le trèfle et on herse. D'autres fois on attend que la céréale ait poussé, on sème le trèfle et on roule. Si l'on bine le blé au printemps, on sème le trèfle après le binage ; le succès de ce semis est presque certain, la graine tombant sur une terre ameublie et soulevée. Nous avons éprouvé qu'un moyen presque certain d'obtenir la sortie de la graine de trèfle, dans les climats secs, était de la semer dans sa gousse.

Dans aucun cas cette graine ne doit être enterrée profondément; d'après les expériences de Schwerz [1], sur 100 graines de trèfle semées et enterrées à différentes profondeurs, il en est sorti :

Enterrées à 0m,08	0
à 0m,06	27
à 0m,03	93
à 0m,02	97
sans couverture . . .	7

Dans la culture des champs, il sort beaucoup plus de graines semées sans couverture, quand elles sont abritées par d'autres végétaux; mais sans contredit aussi les meilleurs semis sont

(1) *Cultures des plantes fourragères*, p. 46.

ceux qui sont faits dans une terre ameublie par une culture récente et dans lesquels la graine a été seulement imprimée dans le sol par la pression du rouleau.

La graine de trèfle conserve sa faculté germinative pendant un grand nombre d'années, mais on observe que sa sortie est d'autant plus lente qu'elle est plus vieille. D'ailleurs sa conservation ne peut jamais être assez soignée pour qu'il ne survienne pas de nombreuses causes d'altération. On préfère donc autant que possible la graine récente. On reconnaît qu'elle est bonne à son luisant, à sa couleur jaune clair avec une nuance bleuâtre. Mais il est toujours bon de l'essayer, comme nous l'avons indiqué ailleurs à l'article des semis.

On doit frictionner la graine entre deux toiles, avant de la semer, puis la cribler, pour en séparer celle de cuscute, ainsi que nous l'avons dit en traitant de la luzerne.

En Flandre on emploie 20 kilogr. de graine dépouillée de sa balle, dans les sols sablonneux, dans ceux qui sont pauvres, dans les céréales d'hiver, enfin dans les cas où la réussite est plus chanceuse; et 12 kilogr. seulement dans les terres fraîches, bien fumées et bien préparées. En France on sème en général de 14 à 16 kilogr.

Il y a plusieurs variétés de trèfle qui méritent d'être essayées mieux qu'on ne l'a fait jusqu'ici. Celle qui est la plus connue est le grand trèfle de Hollande; Schwerz parle d'un trèfle de Styrie qui fleurit quinze jours plus tard, pousse des tiges plus longues et donne un produit plus considérable, se maintient plus longtemps frais, ne devient pas facilement ligneux, mais devient plus dur par la dessiccation et donne d'ailleurs moins de lait. Il le regarde comme propre surtout à la consommation en vert. M. Vilmorin signale le grand trèfle normand du pays de Caux, qui a précisément les mêmes qualités et qui nous semble le même que celui décrit par Schwerz sous le nom de trèfle de Styrie; il ajoute qu'il ne

donne souvent qu'une coupe, mais qu'elle équivaut à deux coupes de trèfle ordinaire. Peut-être cette variété conviendrait-elle aux pays méridionaux, où la possibilité d'obtenir une seconde coupe est toujours douteuse et où l'on ne redouterait pas le retard de quelques jours dans l'époque de la récolte.

Si les terres où l'on a semé le trèfle manquent de sels calcaires solubles, on plâtre cette plante, soit au moment où elle sort de terre, ce qui répugne à quelques cultivateurs à cause de l'impulsion subite qu'elle reçoit du plâtrage aux dépens de la céréale à laquelle elle est associée; soit immédiatement après la moisson, ce qui procure un bon regain avant l'hiver. D'autres attendent le retour de la végétation à la seconde année du trèfle. Nous croyons, avec Schwerz, qu'il est convenable de plâtrer le trèfle pour chacune des coupes que l'on veut obtenir. Ainsi l'on plâtre après la moisson des céréales, au printemps, au retour de la végétation; puis après la première coupe pour exciter le trèfle à en produire une seconde. On doit choisir pour répandre le plâtre un temps calme et serein qui promette une rosée nocturne. Si on ne plâtre qu'une seule fois, on emploie cette substance à une dose telle qu'après l'avoir analysée elle représente 300 kilogr. de sulfate de chaux par hectare. Si l'on doit plâtrer plusieurs fois, on divise cette dose en autant de portions que l'on doit répéter le plâtrage.

Quand on fait consommer le trèfle en vert, on commence à le faucher dès qu'il peut être saisi par la faux, pour que la consommation ne soit pas arrêtée par le durcissement des tiges. On peut avoir ainsi sans interruption du jeune trèfle dans les pays humides ou dans les terrains frais ou arrosés; mais la consommation en vert n'est pas avantageuse dans les pays ou les terrains secs, car le trèfle coupé à la moitié de sa croissance, arrêté par la sécheresse, ne repousse pas avant l'automne.

Si l'on veut convertir le trèfle en foin, on le coupe en pleine fleur, si l'on espère une seconde coupe; la coupe un peu pré-

coce prévient la perte d'une grande quantité de folioles et de capitules, et elle facilite la pousse d'une seconde coupe. Mais si le climat ne permet d'espérer qu'une seule récolte, on fauche quand la floraison est achevée et que les fleurs commencent à se flétrir ; on sait que la plante ne cesse d'accumuler de nouveaux sucs jusqu'à sa maturité, et qu'ainsi elle augmente de volume jusqu'à ce moment.

Dans le fanage, on évitera toujours d'éparpiller les andains qui doivent rester intacts et être retournés dans leur état de feutrage, pour les faire sécher dessus et dessous. Cette plante est très aqueuse : selon Schwerz 1000 kilogr. d'herbe se réduisent à 220 kilogr. de trèfle fané ; selon M. Boussingault 1000 kilogr. de trèfle de seconde année en fleur se réduisent à 357 kilogr., et 1000 kilogr. de première année à 240 kilogr. Dans les pays humides et dans ceux qui manquent de chaleur solaire, le fanage de ce foin est la grande difficulté de cette culture, ce qui doit y faire préférer la consommation en vert. Le fanage y dure quelquefois longtemps ; on place l'herbe sur des chevalets, sur des bâtons à perroquets, sur des arbres, ce qui augmente prodigieusement la dépense. Schwerz l'estime à une heure trente-huit minutes de travail pour 100 kilogr. de foin, ou à $1^{k},21$ de blé. Il prétend s'être toujours mal trouvé de la conversion du trèfle en foin brun selon la méthode de Klappmeyer[1].

Quand on veut obtenir de la graine, on sacrifie la seconde coupe, dans les parties de terrain où le trèfle est un peu clair. Dans le nord, on récolte souvent la graine sur les plantes de la première coupe quand elles ne sont pas disposées à verser. On coupe le trèfle à la faux, on le fane avec précaution, on le bat au fléau, on crible et on le passe au tarare.

Dans le midi on opère comme pour la luzerne. Après avoir battu le trèfle, on sépare les balles de la tige, on les fait passer sous une meule verticale qui brise les gousses et on passe au

(1) *Culture des plantes fourragères*, p. 109.

crible. Cette récolte de graine ne paraît pas épuiser la terre; les récoltes de blé qui lui succèdent sont à peu près aussi bonnes que si on n'avait récolté que le foin. Il paraît que le grand nombre de folioles qui tombent avant la maturation compensent ce que les graines peuvent enlever au sol.

Le même auteur estime que le produit d'un hectare de trèfle dans le Wurtemberg est de 6550 kilogr. par hectare, en deux coupes; la première donnant les deux tiers de la récolte totale. Une moyenne de dix années, de 1832 à 1841, a donné à M. Royer une moyenne de 7012 kilogr. à la ferme-école de Hohenheim[1]. A Bechelbronn, en Alsace, M. Boussingault récolte 5400 kilogr. Dans les environs de Paris, Gilbert trouvait les moyennes suivantes :

1re coupe	3883 kil.
2e coupe	1883
3e coupe	791
	6557

M. Cordier porte à 9142 kilogr. la récolte moyenne aux environs de Lille; Thaër, à 4400 kilogr. celle du nord de l'Allemagne; Arthur Young, à 8100 kilogr. celle du nord de l'Angleterre. Dans nos terres fraîches du midi, le trèfle produit 6000 kilogr. en deux coupes; mais avec un engrais suffisant et l'irrigation, on parvient à obtenir 9000 kilogr.

Quant au produit total qu'on peut en recueillir, M. Crud obtenait, en Suisse, 1600 kilogr. de la coupe d'automne de la première année, 7200 kilogr. de la première coupe et 1200 kilogr. de la seconde coupe de la seconde année; en totalité 10000 kilogr.

A la troisième année, le trèfle se dégarnit et est remplacé par une foule d'herbes adventives; on le défriche ordinairement à la seconde année, soit en enterrant la seconde pousse, soit après l'avoir récoltée, mais toujours d'assez bonne heure

(1) *L'Agriculture allemande*, p. 44.

pour pouvoir préparer le terrain avant de semer les plantes qu'il doit porter.

Le trèfle coupé en fleur, bien fané, et n'ayant pas perdu beaucoup de ses folioles, dose 2,06 p. 100 d'azote à l'état complétement sec, et 1,85 à l'état normal; mais avec le fanage ordinaire, M. Boussingault ne lui a reconnu qu'une teneur de 1,54 p. 100. Le foin ordinaire dosant 1,15 d'azote p. 100 a été estimé à 14^k,54 de blé; celui des bonnes prairies du midi dosant 1,39 p. 100 vaut 20^k,20 de blé. Ainsi le trèfle fané à la manière ordinaire vaudrait 22^k,39 de blé (4 fr. 92 c.) les 100 kilogr. Cependant la propriété qu'a le trèfle d'augmenter le produit en lait dans une proportion plus forte que les autres fourrages, propriété qui tient à sa plus forte proportion de matières grasses et qui doit être aussi favorable à l'engraissement, au lieu d'accroître sa valeur, tend au contraire à la diminuer, parce qu'elle le bannit du régime ordinaire des bêtes de travail, pour lesquelles on redoute les fourrages engraissants. Or, l'emploi du foin aux bêtes de travail est celui qui est le mieux payé; aussi arrive-t-il que le trèfle a habituellement sur les marchés un prix inférieur à celui qu'indiquerait sa teneur en azote, et n'est-il payé que comme le foin ordinaire.

Nous n'avons à mettre ni engrais ni culture au compte du trèfle, qui se présente alors comme suit :

Un hersage.	7^k,80 de blé.
Semis et roulage.	3 ,60
16 kil. de graine à 110 fr. les 100 kil., ci 17f60	80 ,00
Trois fauchages	26 ,70
Fanage et charroi	50 ,00
Une année de rente.	327 ,00
	495^k,10

Le produit est de 6000 k. de foin, qui revient à $\frac{495}{60} = 8^k$,25 de blé.

Si l'état de la terre était tel que, comme en Belgique, on pût

obtenir 9000 kilogr. de foin, son prix de revient ne serait que de $8^{k},83$ de blé.

CHAPITRE III.

Trèfle incarnat (Trèfle farouche).

Le trèfle incarnat est un fourrage merveilleusement propre aux terrains secs, pourvu que l'on trouve un terrain assez humide à la fin de l'été, soit par l'effet du climat, soit à la faveur de l'irrigation, pour assurer sa sortie. Une fois germé, le succès du trèfle incarnat, fourrage précoce, qui fleurit avant les sécheresses, n'a plus à craindre que les ravages des limaces qui paraissent aussi à cette époque de l'année. Ce dernier inconvénient est très grave. C'est lui qui nous a forcé de renoncer sur nos terrains à la culture du trèfle farouche, comme à celle des navets qui se sèment aussi à la fin de l'été. Si on sème ce trèfle au printemps, il monte de bonne heure et fleurit presque ras du sol.

Le trèfle incarnat périt aussitôt qu'il a porté graine. C'est ce qui le distingue du trèfle rouge. Il peut occuper une place importante dans les assolements, en ce qu'il succède immédiatement au blé qui vient d'être récolté, qu'il n'exige presque aucune culture, qu'il peut s'associer parfaitement à un millet, à un maïs destiné à être coupé en vert en automne; en ce qu'étant un des fourrages les plus précoces, il donne son produit au moment où l'on est le plus dépourvu; enfin parce qu'à l'époque où il doit être semé, on a pu reconnaître les non-réussites des trèfles et des autres fourrages faits au printemps, et qu'on peut leur substituer immédiatement le trèfle incarnat qui répare la perte que l'on a éprouvée.

Ce trèfle demande des terres peu tenaces, qui ne souffrent pas du séjour des eaux; il ne vient pas bien sur les terres ar-

gilcuses; il reste court et peu productif sur celles qui manquent de fertilité.

Nous ne possédons pas d'expérience directe sur sa valeur comme aliment, mais il est mangé avec plaisir, surtout en vert, par tous les animaux, qui consomment même sa paille avec avidité, quand il a porté graine. Cependant M. Chavarier le regarde comme moins nourrissant en sec que le trèfle rouge. L'urine des bestiaux qui le consomment a une forte couleur rouge qui pourrait alarmer mal à propos ceux qui n'en seraient pas prévenus. Pictet et Mathieu de Dombasle paraissaient craindre que ce trèfle consommé en vert ne causât la météorisation, mais M. Chavarier, qui en a une grande pratique, assure que cet accident n'est pas à redouter [1]. En attendant une analyse directe, nous lui supposons, comme au foin ordinaire de prairie, une teneur de 1,15 p. 100 d'azote à l'état normal.

Nous croyons avoir remarqué chez nous que le blé qui succédait au farouche était inférieur à celui qui avait été fait sur la jachère. La rapidité de sa végétation nous porterait à croire qu'il profite moins que les autres légumineuses des bienfaits de l'atmosphère. Cependant notre observation n'est pas d'accord avec celle de M. Chavarier qui obtient de belles récoltes de seigle sur les défrichements de trèfle incarnat.

Pour obtenir de bonnes récoltes, il ne faut pas craindre de placer ce trèfle sur des terres en très bon état. Il n'exige pas qu'elles soient ameublies, car il ne réussit jamais mieux que quand on jette sa graine non mondée sur le chaume; et quand on l'associe à d'autres plantes, il faut avoir soin de bien rouler et plomber le terrain avant d'y jeter la graine de trèfle farouche.

Cet ensemencement se fait au mois d'août sur la terre rafraîchie par une bonne pluie ou par l'irrigation. Dans le midi, on est obligé d'attendre la fin de septembre, si on ne peut mettre l'eau sur la terre; si l'on peut semer en été, parce que

(1) Lecoq, *Traité des plantes fourragères*, p. 411.

l'on fait usage de l'irrigation, on n'est plus exposé aux ravages des limaces qui n'attaquent plus la plante quand elle est déjà forte. Cet accident est d'ailleurs moins fréquent et moins à craindre, si le trèfle est associé au millet ou au maïs, et, à ce qu'il nous a paru aussi, quand on a brûlé le chaume du blé après la moisson. Cette culture présente toujours quelque incertitude en raison de la levée plus ou moins heureuse de la graine. M. Vilmorin dit qu'il faut employer 45 à 50 kil. de graines en gousse; M. Chavarier, de 70 à 100 kil. Cela dépend sans doute du plus ou moins de netteté et de maturité de ces graines, mêlées quelquefois d'une grande quantité de débris. Si la graine est mondée, il suffit de 18 à 20 kil. La graine vieille réussit mal.

Sur les terrains dépourvus de calcaire soluble, on plâtre après la sortie des plantes, et on plâtre de nouveau au printemps, au renouvellement de la végétation; chaque fois à la dose de 200 à 300 kilogr. de plâtre pur.

Si on laisse mûrir la graine sur pied, il s'en répand une si grande quantité sur le terrain qu'il est abondamment semé l'année suivante. Ces semis spontanés réussissent ordinairement très bien; il ne faudrait pas cependant les continuer une troisième année, le champ se souillerait alors d'une trop grande quantité de mauvaises herbes. Les récoltes en graines de M. Pictet étaient de 2 à 9 kilogr. de graine nue par 100 kilogr. de fourrage. Ce rapport dépend beaucoup de la beauté de la végétation herbacée, et est d'autant plus faible que le fourrage est plus abondant. Ces récoltes de graines, assez pénibles et où il s'en perd beaucoup quand on fauche la tige, se font très commodément en les faisant cueillir à la main par des enfants; les gousses se détachent alors de la tige avec facilité[1]. Les récoltes de fourrage ont été, à Genève, de 5500 à 5800 kil. de foin sec; en Languedoc, M. de Villèle récoltait 4100 kilogr.

M. Fabre-Lichaire de Nîmes a fait pâturer un hectare de

(1) *Bulletin de la Société d'agriculture du Gard,* n° X, p. 132.

farouche du 1er mars en juin par 250 agneaux. Cette plante repousse pour ainsi dire sous la dent du bétail [1].

En faisant abstraction des formules d'assolement dans lesquelles le farouche peut entrer, le prix de revient sera :

Labour de déchaumage	84k00 de blé.
Roulage.	1,60
Semis.	2,00
20 kilogr. de grain à 100 fr. les 100 kilogr. .	91,00
Fauchage.	8,90
Fanage et rentrage..	20,00
Rente de la terre	327,00
	534,50

On obtient 5500 kilogr. de foin de la valeur de $\frac{534}{55} = 9k,7$ de blé les 100 kilogr.

Dans le midi, on trouvera probablement à utiliser la terre entre l'époque de la récolte du farouche et celle des semis de blé ; il y aura ainsi lieu à faire une déduction sur la rente de la terre, ce qui réduira aussi le prix de revient du foin.

CHAPITRE IV.

Sainfoin (Esparcette, Onobrychis sativus).

Si la seule ressource des cultivateurs qui veulent suppléer aux prairies permanentes par la création de prairies temporaires était la luzerne et le trèfle, tous les terrains secs de bonne heure au printemps seraient exclus de la production fourragère, ou du moins leurs récoltes seraient si faibles qu'elles ne compenseraient pas les frais d'établissement du fourrage. Le sainfoin, cette plante *valeureuse*, selon l'expression d'Olivier de Serres, est venue au secours de ces terrains qui semblaient déshérités ; son introduction a transformé des contrées entières. C'est à lui qu'elles doivent d'être sorties

(1) *Annales de Roville*, t. II, p. 152.

de l'état d'abandon où les condamnait la nécessité de faire succéder incessamment de longues jachères à de chétives récoltes de seigle et d'avoine, à défaut de fourrage pour nourrir les bestiaux et d'engrais pour féconder les terres. L'amélioration a commencé par les terrains calcaires dans lesquels le sainfoin trouvait un élément qui lui est si nécessaire, et se serait sans doute arrêtée, si Meyer n'avait pas fait connaître l'admirable usage du plâtre. Alors tous les terrains sont entrés en partage du trésor que leur offrait la culture du sainfoin.

Le mot de trésor n'est pas une exagération. Nourrir abondamment des bestiaux sur des champs dont la végétation naturelle n'est qu'une herbe courte, rare, bientôt brûlée par les atteintes du soleil du printemps; lutter d'abondance sur ces coteaux désolés avec les riches alluvions où la bonne distribution de l'humidité entretient la verdure perpétuelle des prairies, des luzernes et des trèfles; devenir ainsi la source de toutes les améliorations, le principe d'une culture profitable, tel a été le résultat qu'a produit le sainfoin partout où il a été cultivé d'une manière judicieuse. Hâtons-nous de dire que trop souvent on a méconnu le véritable secret de sa puissance de fertilisation; qu'on n'a obtenu qu'un soulagement au lieu d'obtenir une richesse. Je commence immédiatement par cette importante considération qui domine tout le sujet.

Le principal mérite des prairies naturelles, c'est qu'étant toujours semées, leur produit n'éprouve pas de grandes variations d'une année à l'autre et que l'on peut fonder sur elles un système économique stable; avec elles apparaissent les trou-peaux permanents, les engrais en quantité prévue, et de là les successions de culture, les assolements calculés; une agriculture méthodique, à résultats presque certains. Les prairies temporaires possèdent ces propriétés à un degré moindre, parce qu'elles présentent des chances assez nombreuses à leur début. On ne sait que trop tard, pour y remédier complète-

ment, si une luzerne, un trèfle, un sainfoin seront bien garnis, et l'échec qu'éprouve leur germination rejaillit sur l'année suivante et souvent sur plusieurs années consécutives. Ainsi l'économie agricole fondée sur les prairies temporaires est déjà moins certaine dans ses opérations que dans les précédentes; elle l'est d'autant moins que le climat et les localités multiplient les causes de non-succès, les alternatives fréquentes de sécheresse, les ravages des insectes, etc. Aussi plus on peut conserver en plein rapport une de ces prairies temporaires, après qu'elle a traversé les phases dangereuses de son début, plus on se donne de chances favorables pour l'assimiler autant qu'il est possible à une prairie permanente. C'est ce qui nous fait attacher tant de prix à la durée des plantes fourragères, qui nous fait préférer, par exemple, la luzerne au trèfle dans les terres fraîches; c'est aussi la raison qui, selon nous, donne au sainfoin un grand avantage sur le trèfle incarnat, les vesces et toutes les plantes annuelles que l'on pourrait proposer et qui, pour tout agriculteur réfléchi, ne doivent être que d'utiles suppléments en cas de non-réussite d'espèces plus durables.

Nous ne pouvons donc pas approuver ceux qui, méconnaissant les heureux avantages de pérennité du sainfoin, le traitent comme une plante seulement bisannuelle; le sèment dans le blé, pour en recueillir le foin à la seconde année, et le défrichent immédiatement. C'est une petite agriculture qui donne un peu d'aisance, mais ne transforme pas un domaine. Selon nous, il faut s'attacher à faire réussir le sainfoin et le garder aussi longtemps qu'il donne de bons produits. L'époque fatale où l'invasion des mauvaises herbes force à l'abandonner n'arrive que trop tôt. Quatre ans après, les brômes durs, la folle avoine, le plantain, la pimprenelle l'envahissent de toutes parts et finissent par le dominer. Cependant nous en avons gardé jusqu'à sept ans, donnant toujours des récoltes suffisantes.

L'analyse des cendres de sainfoin donne pour résultat :

Potasse.	5,40	Report. . .	75,16
Soude.	16,27	Phosphate de fer . . .	2,65
Chaux.	24,82	Acide sulfurique . . .	1,34
Magnésie.	6,86	— silicique	0,88
Chlorure de sodium. . .	1,75	— carbonique. . .	14,43
Acide phosphorique. . .	20,06	Charbon.	5,54
A reporter. . .	75,16		100,00 [1]

Le terrain de prédilection du sainfoin est celui qui est profond et assez fortement calcaire. Il ne redoute que ceux où l'humidité est stagnante. Ses racines, qui dépassent quelquefois 2 mètres de longueur, vont chercher bien avant dans la terre la fraîcheur que lui refuserait la surface; mais dès que la couche supérieure est desséchée jusqu'à 0^m,30 de profondeur de manière à ne plus renfermer que 0,10 d'eau, il entre dans son sommeil estival, et cesse de pousser jusqu'en automne au retour de l'humidité; tandis que si le terrain est frais, il pousse une seconde et une troisième coupe. Son foin récolté en pleine fleur et avant la formation des graines est réputé le meilleur de tous. Il diminue de valeur si on le laisse avancer davantage à cause du décroissement des tiges et de la perte de ses feuilles.

Semé sur des terres à seigle assez pauvres et qui semblent épuisées, le sainfoin pousse vigoureusement si le fond du terrain a de la richesse; mais s'il est aussi dépourvu de substances nutritives, il reste court et fleurit ras du sol. C'est dire assez que l'on n'obtient de bonnes récoltes que sur des terres déjà fertiles. Dans celles-ci, on obtient 6000 à 7000 kil. de foin par hectare quand le sainfoin est à son maximum de produit, et en moyenne 4000 à 5000 kil. Après une durée de cinq ans, dont quatre donnent un résultat de 4000 kilogr., la terre présente une fertilité suffisante pour obtenir 47 hectolitres de froment (3760 kilogr.) en trois récoltes consécutives sans renouveler la fumure, et en laissant le sol en meilleur état de fertilité qu'à son point de départ. Ces produits supposent une addition

(1) Rech, *Annales von physie und pharmacie*, t. 50, page 412.

de principes fécondants représentés par 205 kilogr. d'azote. Le champ a produit en quatre ans 16000 de fourrage; ainsi la fertilité apportée a été de $1^{k},28$ d'azote p. 100 kilogr. de fourrage; c'est-à-dire plus grande que celle qui a été produite par aucun autre fourrage légumineux; mais aussi l'on voit que si l'on se borne à la récolte de la deuxième année qui est de 5000 kilogr., on n'ajoute à la terre que 64 kilogr. d'azote, produisant seulement 8 hectolitres de blé d'excédant sur la récolte ordinaire, mais avec un accroissement de 47 kilogr. d'azote en sus du point de départ.

On pourra donc, au moyen du sainfoin, accroître la fertilité des terrains auxquels on le confiera, tout en percevant un produit considérable en foin. Il suffira de proportionner toujours les récoltes épuisantes que l'on tirera de la terre à la bonification obtenue de la présence du sainfoin. Cette bonification sera d'autant plus grande que le point de départ de la culture sera plus avancé, que les récoltes de fourrage seront ainsi plus considérables, et que la plante trouvera dans le sol tous les éléments nécessaires à sa végétation.

Soit donc un terrain calcaire ou plâtré, qui possède une fertilité évaluée à 121 kilogr. d'azote, état dans lequel on obtient de belles récoltes de sainfoin dans les années qui succèdent au blé sur luzerne dans l'assolement de Nîmes. Le sainfoin y dure trois ans et rapporte en moyenne 5000 kilogr. de foin ou 15000 kilogr. pour les trois ans; ce qui donne un accroissement de fertilité représentée par 192 kilogr. d'azote. Le champ possède donc alors 313 kil. d'azote qui nous donnent :

1re récolte de blé . .	$\frac{313 \times 0,20^{1}}{2,62} =$	2389k de blé.
2e récolte. . . .	$\frac{250,30 \times 0,20}{2,62} =$	1910
3e récolte. . . .	$\frac{200,24 \times 0,20}{2,62} =$	1529
Total.		5828k ou 74hect.,7 de blé.

(1) Nous nous servons ici pour le blé de l'aliquote de consommation

Le terrain reste encore avec une richesse indiquée par 160k,19 d'azote, au lieu de 121 kilogr. qu'il avait au début.

Supposons au contraire que l'on ait semé le sainfoin sur un champ d'une fertilité initiale beaucoup moindre qui, par exemple, ne soit susceptible que de donner 9 hectolitres de blé (720 kilogr.), ce qui indique une fertilité 94k,30 d'azote; les récoltes de foin seront de 3000 kilogr., et nous avons en trois années de blé après trois années de sainfoin, une fertilité totale de 209k,20 d'azote. Les récoltes de blé seraient donc :

1re récolte	$\frac{209{,}20 \times 0{,}20}{2{,}62}$	= 1596k
2e récolte	$\frac{167{,}36 \times 0{,}20}{2{,}62}$	= 1273
3e récolte	$\frac{133{,}89 \times 0{,}20}{2{,}62}$	= 1006
Total.		3875 ou 49hect.,7 de blé.

Le champ conserve après cette dernière récolte une fertilité de 107k,11 d'azote.

Ainsi, dans le premier cas, une supériorité initiale de 104 kilogr. d'azote sur le second cas, qui vaut $104 \times 6{,}7 =$ 696k,8 de blé, a procuré l'excédant de produit suivant :

	Blé.
Fourrage 15000 — 9000 = 6000k de fourrage, valant	871,20k
Blé 5828k — 3875 = 1953, ci	1953,00
Paille de blé ayant une valeur de $\frac{1}{42}$ du blé[1], ci $\frac{1935 \times 18}{42}$, ci	853,00
	3677,20

Il y a donc un bénéfice de 2981 kilogr. de blé à placer le sainfoin dans une position initiale plus fertile, c'est-à-dire à le semer dans des terres bien préparées et bien fumées.

0,20, qui est celle des pays méridionaux. Dans les pays du nord, il faudrait se servir de celle 0,29 (t. III, p. 644).

(1) Voy. t. III, p. 666 et suiv.

On connaît deux variétés bien distinctes de sainfoin, et il ne faut pas les confondre, si l'on ne veut éprouver de grands mécomptes. Le petit sainfoin ou sainfoin des montagnes était seul connu dans le nord il y a quelques années; cette variété provient de terrains pauvres et ne donne que de faibles produits. Le grand sainfoin, *sainfoin à deux coupes, sainfoin chaud*, provient de cultures soignées, faites dans les meilleurs terrains calcaires du Languedoc. Il est infiniment plus vigoureux, plus fort que le sainfoin ordinaire, et comme le regain peut habituellement se faucher, à cause de son élévation, on lui a donné le nom de sainfoin à deux coupes. C'est le seul qui mérite d'être cultivé. Mais si sa culture est continuée dans des terres pauvres et arides, il ne tarde pas à retourner au type du sainfoin de montagne.

Le sainfoin se sème : 1° en automne avec la céréale dans les terres bien égouttées et qui ne déchaussent pas par l'action successive des gels et dégels; 2° dans le cas contraire, on le sème au printemps sur la céréale d'hiver à laquelle on donne un fort hersage, en recouvrant la graine par un second hersage : trop souvent on se borne à la répandre à nu et sans hersage, se fiant aux pluies que pourra envoyer la Providence pour procurer la sortie des germes; 3° dans le même cas, on sème aussi avec une céréale de printemps; 4° ou dans un semis de vesces, fourrage de printemps; 5° enfin on le sème seul sur une terre labourée en automne et préparée pour cette destination spéciale. Cette dernière méthode, celle que l'on suit dans un grand nombre de localités du Gard, est la seule par laquelle on soit assuré d'un véritable succès, et celle que préfèrent les cultivateurs qui fondent leur exploitation sur l'usage du sainfoin. On choisit alors la saison la plus convenable, au lieu qu'il faut se hâter si l'on sème avec des céréales. On peut attendre l'époque où la température de l'air est arrivée à + 10° (commencement d'avril dans le midi); l'ameublissement du sol

a été préparé par la culture d'automne et par les météores de l'hiver ; au printemps on passe le scarificateur, quand la germination des herbes adventives est bien prononcée, et l'on sème après cette opération. Dans le Palatinat, on sème avec la graine de sainfoin 6 kilogr. de graine de trèfle rouge pour augmenter le produit de la première coupe ; mais si l'on doit garder le sainfoin plusieurs années, on doit s'en abstenir, la disparition du trèfle laissant du vide dans le champ.

La graine de sainfoin est renfermée dans sa cosse et on l'emploie en cet état. On reconnaît sa bonté au brun clair ne tirant pas sur le vert de l'enveloppe, à la couleur de la graine qui doit être la même que celle de la cosse, à sa forme pleine et non ridée. Elle pèse en Languedoc $31^{k},2$ l'hectolitre ; dans le Palatinat $27^{k},5$. Comme on la fait passer quelquefois au four pour la brunir, ce qui altère ses qualités germinatives, on doit en faire l'essai, en décossant un certain nombre de graines et les faisant germer sur du coton mouillé, ainsi que nous l'avons indiqué.

Cette graine est toujours plus ou moins mélangée de graines de brôme, d'autres graminées dures et surtout de pimprenelle. On doit donc, avant de la semer, la cribler et la nettoyer exactement. On emploie 4 hectolitres de bonnes graines ou 125 kilogr. à peu près par hectare. La terre est suffisamment garnie avec cette quantité; mais nous concevons que si la semence est jetée à nu sur le terrain, si elle est d'une qualité douteuse, on puisse aller jusqu'à 6 hectolitres, comme dans le Palatinat et en Angleterre.

Si le terrain manque de calcaire soluble, on le plâtre à raison de 200 kilogr. de plâtre pur, dès que la plante a trois ou quatre feuilles, ou dès que la moisson est terminée, pour le sainfoin semé dans les céréales. On plâtre chaque année à même dose, à la renaissance de la végétation.

Pour avoir de bon fourrage, on fauchera dès que la floraison

sera complète et qu'il commencera à se former des légumes au bas de quelques épis. Le sainfoin reste longtemps en fleur ; les premières fleurs se manifestent quand la température moyenne s'est élevée à + 12°,7.

Rien de plus aisé à faner que le sainfoin, plante qui contient peu d'eau. Dans le midi, c'est une opération sans embarras, dans la saison où elle se fait. Dans les montagnes de la Provence, on fane le sainfoin et même la luzerne en les liant en bottes que l'on redresse, en les appuyant quatre par quatre les unes contre les autres. Au bout de peu de jours le fourrage est parfaitement sec, sans avoir eu à craindre la pluie ni aucune autre avarie.

On a une seconde coupe à l'entrée de l'automne dans les climats et les terrains frais; dans les pays secs, le regain ne pousse qu'après les premières pluies de l'automne. Ce regain peut être pâturé par les bêtes à cornes, mais il faut éviter d'y mettre des bêtes à laine, parce que le collet de la plante s'élève hors de terre et qu'elles la détruisent en le rongeant; le sainfoin ne repousse pas du bourgeon de ses racines comme la luzerne. Le mieux, si l'on n'a pas de bêtes à cornes, est de faucher le regain, qui dans les bons terrains donne encore 1000 à 1600 kilogr. par hectare, ou de le laisser pourrir sur place comme engrais. La dépaissance du sainfoin par les bêtes à laine à sa première année le détruit presque complétement. Cette difficulté de ne pouvoir faire pâturer le sainfoin sans le détériorer, la considération de ce qu'il ne fournit pas comme la luzerne des coupes toujours renaissantes et celle de son long sommeil estival, donnent une grande supériorité à cette dernière culture, que la moindre pluie suffit pour ranimer, et qui fournit un pâturage presque continuel et très propre aux bêtes à laines par la délicatesse de ses jeunes pousses. Mais aussi ces qualités font trop souvent qu'on cultive de préférence la luzerne sur des terres sèches où le sainfoin s'adapterait sans doute moins bien aux

besoins des troupeaux, mais où en définitive il donnerait une plus grande quantité de fourrage.

Pour recueillir la graine de sainfoin, on le fauche quand on s'aperçoit de la maturité du plus grand nombre des gousses, ce qui arrive vers le commencement de juin dans le midi de la France. Le lendemain on les met par brassées sur des draps, et au moyen de quelques coups du dos de la fourche on détache les légumes de la tige. Si on prolonge le battage, on finit par en obtenir de moins mûre. Il se détache en même temps un grand nombre de folioles. On sépare ces débris des graines au moyen du tarare. Les folioles constituent un fourrage choisi. Les tiges dépouillées sont encore un bon fourrage, mais inférieur en qualité.

Il faut se garder de semer le sainfoin à proximité des arbres. Les mûriers, à moins qu'ils ne soient plantés dans une terre profonde, sont malades pendant toute sa durée dans leur voisinage. Aussi dans les baux à ferme des pays à sainfoin, prescrit-on de laisser un cercle de 2 mètres de rayon sans sainfoin autour des arbres; distance bien insuffisante. M. d'Hombres Firmas a vu périr des noyers et de fort gros chênes sans autre cause apparente que le sainfoin semé à leur pied[1].

Si nous recherchons maintenant le prix du sainfoin, nous voyons que Moellinger, cité par Schwerz[2], l'établit de la manière suivante :

Semence.	34f 50
Plâtre.	25 »
Récolte de foin	37 20
Récolte de regain.	21 25
Rente du terrain	95 40
	213 35

pour récolter 9200 kilogr. de sainfoin; ainsi son prix réel serait de $\frac{213}{92}$ = 2 fr. 31 c. les 100 kil.

(1) *Mémoires*, p. 46.
(2) *Plantes fourragères*, p. 175.

On ne compte rien ici pour les cultures préparatoires, le sainfoin ayant été semé dans un blé de printemps.

Voici maintenant comme nous établissons le compte de ce fourrage dans les cultures prolongées de quatre ans :

Un labour de 0m,25 de profondeur.	144k00 de blé.
Un coup d'extirpateur	6,14
Deux hersages	6,14
Semence, 4 hectolitres à 17 fr.	300,00
1000 kil. de plâtre par 5 ans, à 2 fr. les 100 kil.	91,00
Sept fauchages pendant 4 ans, donnant 20000 kil. de foin, le 4e regain étant enterré	178,00
Fanage et charroi.	120,00
Rente de la terre pendant 5 ans	1635,00
	2480,28
A retrancher 256 kil. d'azote acquis à la terre.	1715,20
Reste.	765,08

Ainsi le prix réel de 100 kil. de sainfoin est de $\frac{765}{200} = 3^{k},82$ de blé (0f84, le blé étant à 22 fr. les 100 kil.).

CHAPITRE V.

Sulla (Sainfoin d'Espagne, Hedysarum coronarium).

Le sulla est le sainfoin des pays méridionaux. Il fait le fond des pâturages de la Calabre, de la Sicile, de l'Algérie. Dans les bons terrains, cette magnifique plante s'élève jusqu'à 1 mètre et demi de haut, et si elle est coupée en fleur, sans attendre la maturité des fruits, elle donne un très bon fourrage comparable à notre sainfoin. Il est vrai que le plus souvent on le fauche tard et qu'alors il devient ligneux. C'est principalement dans la Calabre et à Malte que le sulla est cultivé. Le marquis Grimaldi le fit connaître le premier aux agriculteurs du nord, dans une notice qu'il publia dans la *Gazette économi-*

mique de Florence, en 1766, dans laquelle il décrivait cette culture telle qu'elle est usitée à Seminara dans la Calabre-Ultérieure[1]. Le terrain où il cultivait le sulla était une terre forte, crétacée, blanche, fertile en grains de bonne qualité (probablement en marne riche). On sème le sulla immédiatement après la moisson du blé, à la dose de cinq fois le volume de celle que l'on emploie pour le semis de blé. Après avoir répandu la graine de sulla, on incendie le chaume; la plante germe et paraît au mois de novembre (après les premières pluies d'automne); elle pousse lentement pendant l'hiver, et au mois d'avril suivant, la terre se trouve couverte de la prairie la plus épaisse et la plus agréable à l'œil; si ce mois est pluvieux, elle s'élève à la hauteur d'un homme. Après la récolte du sulla, c'est-à-dire à la fin de juin, on laboure la terre, qui est semée en blé en automne. La récolte du blé est plus riche après le sulla que dans les champs qui ont été seulement soumis à la jachère. Il suffit après la moisson de mettre le feu aux chaumes pour qu'au mois de novembre suivant et sans nouvel ensemencement le sulla se reproduise, et ainsi de suite pendant un nombre d'années indéfini, que l'auteur porte à quarante, ayant régulièrement et alternativement dans les champs *sullés* une récolte de blé et, l'année suivante, une récolte de sulla. On a essayé à Malte de récolter du foin de sulla deux années consécutives, mais la seconde année a été peu productive.

Il est facile de se rendre compte de ce qui se passe dans cette culture. Le réensemencement spontané du sulla tient à ce qu'on retarde le fauchage jusqu'à ce qu'une grande partie des graines soient mûres et qu'elles se disséminent spontanément; ces graines sont enterrées avec celles du blé, mûrissent et se disséminent encore avant la moisson. On *sulle* donc un champ

(1) Ce mémoire se trouve dans ceux de la Société économique de Berne, 1768, 1re partie, p. 143.

en récoltant mal le fourrage et en ne sarclant pas le blé. Une culture régulière, dans laquelle on se proposerait d'obtenir le meilleur foin et de placer le blé sur un terrain net, ne comporterait pas cette méthode. Mais il serait très facile de semer tous les deux ans le sulla après la moisson, en lui donnant cet amendement qui paraît si recommandé, l'incendie des chaumes, et en récoltant le fourrage en pleine fleur.

Nous avons essayé de cultiver le sulla à Orange, mais il a péri sous l'atteinte d'une gelée de —6°. Il doit donc être réservé pour le sud de la région des oliviers, à commencer du point où le caroubier résiste aux hivers. Cette plante me semble devoir y jouer le rôle important que remplit le sainfoin au nord de cette ligne. Nous la recommandons spécialement aux cultivateurs des îles de la Méditerranée et de l'Algérie. Dans ces pays, le sainfoin trop rapidement saisi par la sécheresse fleurit bas, mais le sulla s'adapte parfaitement à leur climat. Nous pensons que, coupé en fleur, il pourrait avoir plusieurs années d'existence comme le sainfoin ordinaire.

CHAPITRE VI.

Lupuline (Minette, Trèfle jaune, Medicago lupulina).

La lupuline est une ressource pour les terres sèches et peu fertiles. Cette plante ne s'élève jamais assez pour donner lieu à une coupe qui paie le prix de fauchage et de fanage, et on doit la faire brouter sur place. Nous la conseillons aux cultivateurs chez lesquels le trèfle ne réussit pas et le sainfoin fleurit ras du sol. La minette moins difficile garnira bien le terrain d'une herbe qui, quand elle est bien placée, s'élève à 0^{m},30; elle coûtera moins de frais d'ensemencement et permettra d'en-

tretenir un peu de bétail pour commencer l'amélioration du terrain. On évalue à 3000 kilogr. par hectare le produit de la minette qui a bien réussi; mais dans les mauvais sols ce produit doit être beaucoup moindre. M. Dailly nous a assuré qu'elle n'avait jamais payé la rente des bonnes terres de Trappes.

On la sème au printemps avec de l'avoine, de l'orge, etc., à la dose de 15 kilogr. par hectare, et l'on s'en sert surtout comme pâture à la fin de l'année et toute l'année suivante; ou bien on la sème de bonne heure en automne avec le seigle. Les terres qui portent de la lupuline paraissent éprouver une véritable amélioration. M. Bernet Desgrez, cité par Yvart[1], assure qu'après avoir couvert le dixième des terres de son domaine de cette plante, il reconnut qu'il récoltait deux tiers en sus de grain et de paille qu'avant cette introduction[2].

CHAPITRE VII.

Vesces et Gesses pour fourrage.

Nous sommes de l'avis de Schwerz[3], et tous les cultivateurs expérimentés en sont avec nous : il est impossible de fonder une économie rurale solide sur l'emploi exclusif de ces mélanges dans lesquels dominent les vesces et les gesses. En effet, soit qu'on les sème en automne ou en hiver, ces légumineuses annuelles doivent être récoltées au printemps suivant; si le semis vient à manquer ou que la plante éprouve quelque accident et végète mal, il est difficile de parer au déficit de fourrage qu'on n'a pu prévoir; tandis que si l'on sème un trèfle, une luzerne ou un sainfoin et que le semis ait mal réussi, on

(1) *Assolements*, édit. in-4°, p. 124. (2) *Ibid.*
(3) *Plantes fourragères*, p. 178.

peut y suppléer par les vesces, ce qui est le véritable emploi de ces plantes. « Les vesces sont dans de telles circonstances une ressource d'autant plus précieuse que leur production n'exige pas une préparation particulière du sol. Ce serait cependant folie de vouloir restreindre la culture du trèfle en faveur de celle des vesces. Ce serait sacrifier la ménagère à la servante [1]. » La vesce est un fourrage supplétif comme nous en allons trouver plusieurs autres, et non un fourrage fondamental. C'est un expédient, ce n'est pas un système.

Ainsi quand nous nous verrons menacés d'un déficit de fourrage par le mauvais état d'une de nos prairies principales, par exemple quand nos trèfles seront sortis clairs, qu'ils auront fait peu de progrès en automne, on les sacrifiera et on ensemencera en vesces le terrain qu'ils occupaient ; on les conservera s'ils promettent encore quelques ressources, mais on préparera à côté une récolte supplémentaire de vesces qui viendra combler les vides de nos greniers à foin.

Les vesces se consomment en vert et en sec. Selon le docteur Schweitzer, elles agissent moins favorablement que le trèfle quand elles sont mangées en vert, et leurs produits en lait restent inférieurs. C'est une nourriture qui est généralement considérée comme échauffante et qui prédispose le bétail à cornes aux maladies, même quand les plantes sont fauchées en fleur. On attend que les gousses soient formées quand on les destine aux chevaux, pour lesquels la vesce est très estimée. Il paraîtrait donc que par leur composition les vesces sont plus propres à produire de la force que du lait et de la graisse. Fauchées en fleur et fanées, elles contiennent 1,16 p. 100 d'azote à l'état sec et 1,14 à l'état normal avec 0,11 d'eau. Leur valeur est donc à peu près celle du foin ordinaire des prairies.

On cultive en général quatre variétés de vesces (*Vicia sativa*) : 1° la vesce d'hiver ou hivernage; 2° la vesce de prin-

(1) Schwerz.

temps qui ne diffère de la précédente que par une longue habitude d'être semée dans cette saison; 3° la vesce blanche (lentille du Canada) qui donne moins de fourrage que les précédentes, mais dont la graine blanche et assez grosse est utilisée pour la nourriture des hommes; 4° on cultive aussi depuis quelque temps la vesce de Russie (*Vicia villosa*), espèce hivernale très vigoureuse et dont nous avons vu d'admirables produits, mais qui se soutient mal et se couche, à cause de la hauteur et de la faiblesse de sa tige, l'avoine étant trop faible pour lui servir de tuteur. Cette vesce est donc sujette à se pourrir sur pied, s'il survient des temps trop humides.

On sème aussi en automne et pour le même usage : 1° la gesse domestique (*Latyrus sativus*, pois cassé, jarosse), qui craint moins la sécheresse que les vesces; son fourrage passe pour être moins échauffant que le leur; 2° la gesse chiche (*Latyrus cicera*, gessette, jarrot, pois ramé, jarosse), plus petite que la précédente, mais qui craint moins le froid que la vesce d'hiver, redoute moins la sécheresse et croît sur des terrains comparativement plus pauvres, et dans ces circonstances donne une récolte plus assurée. Ces qualités l'ont très répandue dans la culture. Il ne faut pas faire usage de son grain dont la farine mêlée au pain produit les effets les plus fâcheux, et entre autres des paralysies des membres inférieurs. M. Royer a observé aussi des paralysies des reins sur des chevaux qui en avaient fait usage[1].

Les vesces et les gesses sont des plantes grimpantes à vrilles qui ont besoin d'être soutenues, sans quoi elles s'affaissent sur elles-mêmes et entretiennent à leur pied une humidité qui cause la pourriture des feuilles inférieures. On les associe donc à d'autres plantes à tige droite et ferme, ordinairement à l'avoine ou au seigle. Le mélange prend le nom de dragée, barjelade, mélarde, etc.

(1) *Bulletin de la Société centrale d'agricult.*, 2e sér., t. II, p. 422.

Le produit de ces fourrages, dans la saison convenable, est proportionnel à la fertilité du terrain; aussi conseillons-nous de les placer toujours dans des terres en bon état. On leur donne tout le fumier destiné au blé qui doit suivre, et comme la vesce n'est pas épuisante, mais qu'elle améliore au contraire le terrain, quoique dans une moindre proportion que le trèfle, selon les observations de Thaër, on a tout avantage à leur appliquer ces engrais. Par l'épaisseur de leur fourrage et l'ombre qu'elles entretiennent à leur pied, les vesces étouffent d'ailleurs toute autre végétation et rendent la terre nette de plantes annuelles.

Toutes les vesces et les gesses préfèrent les terres fraîches et redoutent les sols humides. Nous avons dit que la gesse chiche surtout s'accommodait des terres sèches.

Quand on veut semer la vesce d'hiver, il faut donner au terrain, le plus tôt possible après la moisson, un labour de $0^m,25$ de profondeur; on roule et on herse aussitôt après ce labour. On répand ensuite sur le terrain la quantité d'engrais que l'on destine à la récolte qui doit suivre, et on l'enterre par un nouveau labour de $0^m,16$ de profondeur; avant de herser on jette la semence consistant en 200 kilogr. de vesces et 40 kilogr. de seigle ou 60 kilogr. d'avoine; on recouvre par un hersage, puis l'on roule pour bien unir la surface. On pratique de bonnes rigoles d'écoulement pour que l'eau ne séjourne pas sur la terre. Quand le sol est dépourvu de calcaire soluble, on répand 200 kilogr. de plâtre pur lorsque la terre est bien garnie de plantes.

La vesce de printemps se sème depuis le mois de mars jusqu'au mois de juin dans les terrains frais. On échelonne les diverses époques du semis, si l'on veut faire consommer l'herbe en vert, de manière que les différentes parties ensemencées se succèdent dans leur production. Dans les pays à printemps secs, on sème en une seule fois à l'époque de l'ensemence-

ment des céréales de printemps. Le terrain doit, autant que possible, avoir été labouré profondément avant l'hiver. Les gelées passées, on herse, on fume, on enterre le fumier par un labour, on sème, puis on herse de nouveau et on roule. On plâtre dès que les plantes sont apparentes.

Pour avoir un bon fourrage, on fauche dès que les vesces ont passé fleur et que les premières gousses commencent à mûrir. On a peu à craindre pour ces plantes la chute spontanée des feuilles et des folioles. Leur récolte n'offre pas d'autres difficultés que celles des autres prairies légumineuses, mais leur fourrage doit être consommé de bonne heure; les rats, très friands de sa graine, se mettent dans ce foin et lui communiquent une odeur qui déplaît aux animaux.

On considère le produit moyen des vesces, dans un terrain convenable, comme devant être de 5000 kilogr. de fourrage sec; on ne récolte que 2500 à 3000 kilogr. sur les terres médiocres, et l'on obtient quelquefois 8000 à 10000 kil. sur celles qui sont bien préparées et fumées. Voici les éléments de la valeur réelle de ce fourrage :

Un labour de $0^m,25$	144^k de blé.
Un labour de $0^m,16$	84
Deux hersages et deux roulages	14
200 kil. de graine, à 15 fr. les 100 kil.	137
60 kil. d'avoine	27
Fauchage de 5000 kil. de foin	45
Fanage et transport	60
Rente de la terre	327
	838
A retrancher l'amélioration du sol qui, selon Thaër, est la moitié de celle apportée par le trèfle, ou $0^k,64$ d'azote p. 100 k. de foin, ci 32 k. d'azote.	214
	624

La récolte étant de 5000 kil. de foin, nous avons $\frac{624}{50} = 10^k,48$ de blé, pour prix de 100 kil. de foin ($2^f,30$).

CHAPITRE VIII.

Ajonc (Ulex Europœus, Laude).

L'emploi de l'ajonc pour la nourriture du bétail est concentré dans quelques cantons de la Bretagne; sa culture n'a été essayée que rarement. Cependant il nous paraît que cette plante offrirait de grandes ressources pour se procurer du fourrage sur certains sols qui se refusent à produire les espèces les plus usitées. C'est aux terrains argilo-siliceux humides que cette plante paraît surtout destinée; elle se refuse aux terrains calcaires. Les épines aiguës dont elle est garnie ne permettent pas de la donner au bétail sans préparation. Si l'on devait en consommer de grandes quantités, il serait facile de rendre cette préparation facile et prompte, au moyen d'une meule tournante. En considérant la longue durée d'un ajonc semé et bien exploité, la masse de fourrage qu'il fournit, sa bonne qualité et le peu de frais qu'il occasionne, on ne peut qu'être surpris que M. Lorgerill n'ait pas eu plus d'imitateurs, et que l'ajonc ne soit pas entré pour une plus large part dans la culture des landes de l'ouest et du reste de la France, pour lesquelles il pourrait être une source de prospérité. N'ayant aucune expérience de cette plante, nous laissons parler M. Lorgerill, dont le savoir agricole est bien connu et dont les conseils ne peuvent manquer d'être utiles à ceux qui voudront l'imiter.

« L'ajonc (*Ulex europœus*, Linn.) fournit aux chevaux et aux bêtes à cornes une nourriture aussi abondante que salutaire; elle remplace avantageusement le trèfle et la luzerne dans une saison où l'on n'a plus de fourrage vert à leur offrir. Il ne leur occasionne ni météorisation, ni autres accidents; il maintient les chevaux en bon état et donne de la qualité au

beurre des vaches qui s'en nourrissent. Ses tiges, mêlées au fumier quand elles sont en fleurs, se décomposent facilement, en augmentent la quantité, et font un bon effet sur les terres; à l'âge de trois ans, elles fournissent un bon combustible. Cette prairie artificielle une fois bien établie dure très longtemps, sans demander ni travail ni engrais. Si l'on a soin de la préserver de la dent des bestiaux, on peut espérer de bons produits pendant trente ans.

« L'ajonc réussit dans des terres de qualité médiocre qui ne seraient susceptibles de produire ni trèfle ni luzerne; il les améliore, et les céréales qui lui succèdent donnent ordinairement plusieurs récoltes très productives. Cependant, bien que l'on puisse dire que l'ajonc végète dans toutes sortes de terres, on ne perdra pas de vue qu'il ne donne de résultats avantageux comme fourrage que dans celles qui sont appropriées à sa nature; il se plait particulièrement dans les terres argileuses, profondes et d'une moyenne fertilité. (Il refuse absolument de végéter sur les terres calcaires). Il n'est point de plantes dont les produits soient plus dissemblables suivant la qualité du sol sur lequel elle a végété; de telle sorte qu'une terre stérile ne produira que des plantes rares, dures, d'un vert pâle, qui ne seront bonnes qu'à brûler, tandis que la même graine, répandue sur une terre fertile, décuplera son produit et donnera des plantes qui seront méconnaissables par la richesse de leur végétation.

« Au reste, la culture de l'ajonc ne présente aucune difficulté. Il suffit de répandre 28 litres de graines par hectare sur une terre de pré ensemencée en avoine ou en blé, et de recouvrir la semence par un léger coup de herse ou de râteau. Lorsque le blé sera récolté, on aura le plus grand soin d'éloigner du semis toute espèce de bétail, et si la culture réussit, on obtiendra une coupe abondante de fourrage au commencement de l'hiver de la seconde année. L'ajonc, une fois bien

établi, pourra être coupé tous les ans, mais on augmentera considérablement son produit en ne le coupant que tous les deux ans. La pièce qui sert aujourd'hui à ma consommation est dans ce cas ; son produit vérifié est de 34375 kilogr. de fourrage par hectare. J'ai vu des résultats beaucoup plus satisfaisants.

« De si grands avantages sont balancés par quelques inconvénients : en effet, dans certains cas, très rares à la vérité, l'ajonc peut être frappé d'une gelée qui détruira dans une seule nuit l'espérance de la plus belle récolte ; en second lieu, l'ajonc exige un travail pénible et dispendieux avant d'être donné aux animaux qui doivent s'en nourrir. Il faut couper les tiges en tronçons de $0^m,03$ à $0^m,08$ et les broyer de manière à émousser les aiguillons dont elles sont garnies, sans néanmoins les écraser complétement ; si la plante est trop broyée, les animaux ne la mangent pas. Elle aura atteint le degré de trituration nécessaire lorsqu'une main durcie par le travail pourra les manier sans être blessée par les épines. Pour lui donner cette préparation, on se sert dans ce pays d'une espèce d'estrade (dite *pile à jonc*) élevée d'environ $0^m,60$ au-dessus du sol ; elle est composée de grosses souches d'arbres équarris et jointives, posées verticalement et réunies par des madriers formant un rebord élevé de $0^m,12$ de hauteur. L'ajonc, placé sur cette estrade par couche épaisse comme le blé sur l'aire, est d'abord coupé en tronçons au moyen d'une grande hache, et ensuite broyé avec un marteau de bois du poids de 3 kilogr. et demi. J'ai vérifié que 36 kilogr. d'ajonc convenablement préparé avaient exigé 1084 coups de hache et 600 coups de marteau. Un ouvrier peut broyer par jour 252 kilogr. d'ajonc, lorsque toutes les circonstances sont favorables. J'emploie continuellement deux ouvriers qui vont couper l'ajonc dans les champs, et en préparent 1656 kilogr. par semaine ; c'est 138 kilogr. par journée d'homme payée 60 centimes par jour.

« Je n'ai point fait d'expériences pour constater les propriétés nutritives de l'ajonc comparées aux autres fourrages. Je ne puis donc donner de détail précis sur cet objet. Je dirai seulement que j'ai actuellement dans mon écurie six chevaux qui travaillent tous les jours et qui sont bien nourris avec 180 kilogr. d'ajonc, 21 kilogr. de foin et 12 kilogr. d'avoine. J'estime que les 180 kilogr. d'ajonc représentent 60 kilogr. de bon foin.

« J'ajouterai comme dernière considération que si la préparation dispendieuse que la plante exige est un grand inconvénient dans une exploitation considérable, on pourrait y remédier au moyen d'une machine, mais que cet inconvénient devient insensible dans nos petites cultures, où le travail est exécuté pendant les longues soirées d'hiver par les garçons de la ferme qui n'auraient pas d'autres occupations. »

Ces observations ont été faites dans le département d'Ille-et-Vilaine. Dans l'Indre, M. Delaye Bonnat ajoute qu'il sème l'ajonc dans les terres les plus pauvres, comme dans les plus humides, qu'il le coupe au mois de juin, mais seulement tous les deux ans dans les terrains les plus arides; il le met en tas, le fait fermenter, et au bout de cinq à six mois l'emploie comme engrais; il en fait la litière de sa basse-cour; et quand il le coupe en hiver, il s'en sert pour nourrir ses bestiaux, après l'avoir broyé avec un pilon ferré. La ration est de 34 kilogr. par bœuf et 20 par cheval, ce qui maintient les bestiaux dans un état d'embonpoint supérieur à celui qu'on doit à l'emploi du foin et de la paille. Il ajoute que sur les sols humides et argilo-siliceux l'ajonc se maintient indéfiniment; sa durée n'est que de sept ans sur les terrains granitiques arides; il pense que sur les terres fraîches de la meilleure qualité l'ajonc ferait merveille[1].

D'après les données ci-dessus, nous voyons que les frais

(1) *Cultivateur*, mars 1833, p. 146 et suiv.

d'ensemencement répartis sur trente années sont presque insensibles et peuvent être négligés. Supposons une terre produisant comme celle que M. de Lorgeril considère comme représentant une moyenne, c'est-à-dire 34375 kilogr. par hectare, équivalant, selon lui, à 11458 kilogr. de bon foin; supposons que ce soit un terrain assez bon pour payer une rente de 327 kilogr. de blé, ce qui est au-dessus de toute probabilité, nous avons donc pour les frais :

	Blé.
Rente de la terre	327k00
Chaque ouvrier pouvant couper et broyer 252 k. d'ajonc, il faudra pour la récolte entière 136 journ., ci	809,20
	1136,20

Ainsi le prix de l'équivalent en foin sera de $\frac{1136}{115} = 9^{k},88$ de blé (2 fr. 17) les 100 kil. de foin.

On conçoit que si le terrain avait une bien moindre valeur, et qu'on pût diminuer les frais de manutention, le prix du fourrage pourrait se réduire beaucoup. C'est encore, dans les conditions que nous avons établies, une ressource admirable pour les localités où les autres fourrages ne peuvent réussir, que d'obtenir la nourriture de leurs bestiaux à un prix inférieur au prix de revient du bon foin.

CHAPITRE IX.

Genêt d'Espagne (Genista juncea). Prairies de végétaux frutescents.

Ce que l'ajonc est pour les terres argilo-siliceuses du nord-ouest de la France le genêt d'Espagne peut le devenir pour les terrains calcaires du midi. Les habitants d'un petit coin de terre situé dans la montagne Noire, aux environs de Lodève (Hérault), ont compris depuis longtemps le profit

qu'ils pourraient tirer de ce bel arbuste, dont les fleurs font l'ornement de nos jardins, mais qui croît spontanément sur les sols arides du midi. Avec le genêt d'Espagne on pourrait avoir l'espoir d'utiliser ces vastes *garigues*[1] qui sont les landes des pays chauds.

En 1788 Broussonet nous apprenait que les terres les plus mauvaises lui conviennent, qu'on le semait sur les coteaux les plus escarpés, formés d'un sol pierreux, où presque aucune plante ne pouvait végéter; qu'il y devenait un arbuste vigoureux en s'insinuant dans les interstices des pierres; qu'on l'y semait en janvier après un léger labour donné à la terre, qu'on y employait beaucoup de semences parce qu'il s'en trouvait beaucoup de mauvaises; que les arbrisseaux restaient ainsi trois ans sans culture, mais qu'il fallait se garder d'en laisser approcher les moutons pendant les deux premières années; qu'ensuite on y gardait les troupeaux, qu'on récoltait aussi les rameaux comme nourriture d'hiver; qu'on pouvait le faire rouir pour en retirer la filasse avec laquelle on faisait de la toile; que tous les ans on retranchait à la serpe les rameaux qui avaient été rongés, et que tous les six ans on renouvelait la souche en la coupant au pied.

M. Broussonet avertit que les moutons qui pénètrent dans les genêts au moment où ces arbustes portent leur graine et surtout dans les mois de décembre, janvier et février, sont sujets à des inflammations des voies urinaires qui enlèvent quelquefois un cinquième du troupeau. M. Thorel, vétérinaire, décrit cette maladie, et montre qu'elle peut être prévenue par un bon régime et guérie par les diurétiques et les délayants[2].

(1) *Garigue* est le nom vulgaire du chêne kermès qui domine dans ces landes.

(2) *Mémoires de la Société d'agriculture de Paris*, 1785, trimestre d'automne, p. 127 et 137.

Les deux mémoires cités renferment à peu près tout ce qu'on a écrit sur le genêt. M. Mahul, dans ses judicieuses *Considérations sur l'agriculture*, nous apprend que la culture du genêt continue à être en vigueur dans la même contrée et la regarde comme très utile pour couvrir la nudité des terrains calcaires du midi. « Le genêt, dit-il, fournit un aliment très goûté des bêtes à laine, principalement en hiver, où ses pointes percent la neige. » On peut soumettre cet arbuste à des coupes périodiques. Il couvre le sol d'un détritus précieux[1].

Il est bien difficile d'apprécier le résultat économique de cette culture, mais on peut se figurer l'avantage qu'il y aurait à transformer en pâturage d'hiver ces immenses steppes du midi de l'Europe qui, dans l'état actuel, fournissent à peine une faible dépaissance. Il ne faut pourtant pas se faire illusion; le genêt n'exige pas sans doute une terre végétale bien riche, mais il veut un sol profond ou au moins un sol assis sur un sous-sol pénétrable, soit qu'il consiste en matériaux meubles, ou en roches fracturées entre lesquelles il puisse enfoncer ses racines. Il végète tristement quand il ne peut pas les plonger un peu avant pour se soustraire à la sécheresse de l'été. Tous nos terrains de garigue ne sont pas propres à la culture du genêt, parce que souvent ils manquent de fond et que leur sous-sol est un poudingue compacte.

Le genêt ordinaire (*Spartium scoparium*) couvre aussi les terrains schisteux de montagnes, et on l'y emploie à la nourriture des moutons, comme le genêt d'Espagne sur les terrains calcaires.

On a souvent proposé de former des prairies de végétaux frutescents; on a surtout fondé de grandes espérances sur l'acacia, et on a fait de grands efforts pour en obtenir une variété inerme; mais la plupart des arbrisseaux essayés ne don-

(1) *Considérations sur l'agriculture*, p. 219.

naient que des résultats insignifiants dans les terres arides. Employés dans de bons terrains, donneraient-ils des produits supérieurs aux plantes herbacées que nous cultivons? Il est permis d'en douter. Nous avons un arbre réputé pour la quantité de feuilles qu'il fournit, et ces feuilles sont très riches en principes alimentaires : c'est le mûrier.

Dans un sol profond, recevant annuellement un engrais dosant 160 kil. d'azote, il peut donner une récolte moyenne de 11419 kil. de feuille de printemps par hectare, et autant pour la feuille d'automne, soit en totalité 22838 kil. de feuille, dosant à l'état normal 1629 p. 100 d'azote, et représentant par conséquent 32690 kilogr. de foin valant 4753 kilogr. de blé, moins 912 kilogr. pour frais de cueillette, ou 3841 kilogr. Il y a beaucoup de situations séricicoles où l'on ne retire pas ce prix de la feuille donnée aux vers à soie.

CHAPITRE X.

Spergule.

La spergule est une plante fourragère spécialement propre aux sols meubles et frais et aux climats humides. Sa principale qualité agricole réside dans la rapidité de sa croissance; 1100° de chaleur totale, depuis le moment de sa germination, lui suffisent pour mûrir ses graines. A Flottbeck, M. de Woght obtenait trois récoltes dans l'année sur le même terrain; nous l'avons vu produire cinq générations consécutives dans le climat de Montpellier, du commencement de mars à la fin d'octobre; mais, malgré une irrigation continue, les récoltes d'été fleurissaient très bas et ne pouvaient promettre aucun résultat avantageux; celles du printemps et d'automne auraient été subordonnées à l'humidité de la saison.

Dans les pays de brumes et de pluies d'été qui sont favorables à cette plante, elle peut succéder au trèfle ou au seigle et fournir une seconde récolte fourragère dans la même année, avant l'époque d'un nouveau semis de seigle. C'est la culture dérobée spéciale à ces climats. Elle devient récolte principale si le trèfle ne peut réussir par le défaut de richesse du sol.

Quand on veut nourrir le bétail en vert avec la spergule, on en fait plusieurs semis consécutifs, échelonnés de telle manière que la consommation d'une récolte succède à celle de la récolte précédente. Les bestiaux la consomment soit verte, soit fanée; on croit avoir remarqué cependant que les chevaux ont de la répugnance pour cette nourriture. Sa paille, après la récolte de la graine, est aussi très bonne et égale, dit Schwerz, au foin des prairies naturelles. Selon Petri, 90 parties de spergule équivalent à 100 de foin; on réserve aussi la graine pour la nourriture du bétail, et on la considère comme plus nourrissante que les tourteaux de colza. Ohle élève beaucoup plus haut la valeur de la spergule, et croit qu'un char de cette plante est plus profitable que deux chars de trèfle; mais la spergule se tasse beaucoup plus, est moins aqueuse, et c'est poids pour poids à l'état sec qu'il faudrait surtout les comparer; c'est probablement ce qu'a fait Petri.

On cultive deux espèces de spergule : 1° la spergule géante (*spergula maxima*, Reichenbach), qui croit naturellement dans les lins de la Courlande et de la Westphalie et s'élève jusqu'à 1 mètre quand elle n'est pas semée trop épais. On tire sa graine de Riga, et il faut la renouveler souvent si l'on ne veut pas qu'elle dégénère. L'élévation de cette spergule permet de la faucher pour en nourrir les animaux en vert à l'étable ou pour la convertir en foin. Cette espèce exige une terre en meilleur état que les autres espèces. Ses graines se distinguent à leur couleur brune, pointillée de jaune et de

brun foncé, sans anneau saillant. 2° La spergule commune (*spergula arvensis*) n'acquiert pas plus de 0m,80 à 1 mètre de hauteur, mais garnit beaucoup mieux le sol ; on ne peut la récolter qu'en l'arrachant ; la faux ne pourrait y mordre à cause du peu d'élévation de ses tiges. Sa graine est petite, à anneau blanc. On sème souvent le mélange de ces deux graines, mais alors il se fait une hybridation qui se manifeste dans la précocité et aussi dans la forme des graines. Celles de la petite espèce grossissent et perdent leur anneau blanchâtre ; celles de la grande se raccourcissent et prennent un anneau blanc[1].

On ne peut douter que la spergule n'emprunte une partie de ses éléments à l'atmosphère, après les nombreuses expériences de M. de Woght qui s'en servait comme engrais vert, en la semant et l'enfouissant trois fois de suite dans la même année et sur le même terrain. Il faisait ensuite une récolte de 18 hectolitres de seigle, suivie de celle de 40000 à 45000 kil. de pommes de terre sur le terrain ainsi préparé. M. de Woght assimilait ces effets à ceux qu'auraient produits 4000 kilogr. de fumier de ferme ou à 160 kilogr. d'azote[2]. L'équivalent assigné par Petri indiquerait pour la spergule séchée à l'état normal un dosage de 1,17 p. 100, celui du foin étant 1,05. D'un autre côté, Ohle nous dit que quand la plante n'a pas été fauchée ou consommée sur place, mais qu'elle a été arrachée, elle a besoin d'un nouvel engrais avant d'être ensemencée de nouveau. Ainsi la récolte totale de la plante doserait le tiers de 160 kilogr. ou 53k,3 d'azote ; le bas de la tige et la racine le quart de 53k,3 ou 13k,3, et la partie fauchée 40 kilogr. Il résulte de ces données 1° que la récolte que l'on obtiendrait, dans des circonstances favorables, serait de

$$\frac{4000}{1,17} = 3419 \text{ kil. de fourrage fané;}$$

(1) Mémoire de Ohle de Linderode, dans *le Cultivateur*, numéro spécimen, p. 15.

(2) Tome Ier, 1re édit., p. 358; 2e édit., p. 329.

2° puisque les racines et le bas des tiges laissées dans le champ dispensent de fumure, c'est-à-dire le laissent dans l'état de fertilité où il se trouvait avant la récolte, le fourrage fané a tout emprunté à l'atmosphère. Ainsi cette récolte fauchée n'enlève rien à la fertilité acquise du sol.

L'essentiel dans la culture de cette plante, c'est que la terre soit naturellement ou artificiellement dans un état parfait d'ameublissement au moment où on la sème; on n'obtient que de mauvais résultats de la spergule semée sur un seul labour. Ainsi, après avoir labouré à $0^{m},16$ de profondeur, on hersera, on roulera, et, si le terrain n'est pas pulvérisé, on répétera les mêmes travaux. Le semis doit être fait quand la température a atteint + 8 ou + 9°. Si alors on a de la pluie et de la chaleur, la plante végète rapidement; tandis que, si la saison est froide et sèche, la spergule reste longtemps en terre et n'apparaît que quand la saison lui est devenue plus favorable. Schwerz conseillait de semer 50 à 70 kilogr. de graine par hectare; M. Vilmorin pense qu'il suffit de 12 kilogr., ou au plus de 16 à 18 kilogr.; il s'accorde en cela avec M. Ohle qui emploie $17^{k},6$ de semence. On sème sur un labour suivi de hersage, et avant l'action du rouleau qui suffit pour enterrer la graine.

La rapidité de sa croissance prévient la dissémination des graines des herbes étrangères, car elle est bonne à être coupée quand elles fleurissent à peine. Aussi cette culture contribue-t-elle beaucoup à la netteté du sol. On fauche la grande spergule aussitôt qu'elle commence à fleurir; plus tard, elle deviendrait trop dure; on attend un peu plus longtemps pour arracher la petite. Le fanage de la spergule est long et difficile, ce qui rend cette opération très chanceuse dans les saisons humides et doit faire préférer la consommation en vert.

M. Ohle signale une odeur désagréable et forte qui

s'exhale des champs de spergule pendant la floraison, et qui, selon lui, attire de loin les bêtes fauves qui viennent la brouter.

Quand la spergule doit porter graine, on la sème de bonne heure au printemps, on la récolte lors de la maturité de la graine; mais alors il s'en répand sur le terrain une assez grande quantité pour que, en donnant un labour léger et un hersage, on obtienne une seconde récolte de fourrage qui sera prête avant l'époque où il faudra préparer le terrain pour les céréales.

CHAPITRE XI.

Pied-d'oiseau (Ornithopus sativus Seradella).

Le pied-d'oiseau est une plante originaire du Portugal, où elle est cultivée comme fourrage remarquable par son abondance. Il faut se défier des auteurs qui représentent cette plante comme préférant les terrains siliceux et secs; elle vient très bien sur les terrains siliceux, mais c'est à condition que l'intérieur du sol soit frais. La longueur de sa racine, qui atteint jusqu'à $0^m,50$, lui permet d'atteindre ces couches fraîches et de croître sur un terrain à surface sèche, où la spergule, dont les racines sont peu étendues, ne pourrait se développer. Cette plante est encore pour la France à l'état d'expérience. M. Philippar, qui l'a cultivée dans le jardin botanique de Versailles, a obtenu des tiges de $0^m,40$ à $0^m,90$ de longueur, grêles et disposées à se coucher; ce qui fait que, sur des terrains humides, elle perd ses feuilles inférieures qui pourrissent[1]. Comme cette

(1) *Bulletin de la Société centrale d'agriculture*, t. VI, p. 164.

plante n'a pas de vrilles, on ne peut lui donner de tuteur comme à la vesce, dont sans cela elle pourrait remplir les fonctions; elle paraît donc devoir être principalement employée au pâturage qu'on ne commencera que quand la plante sera complétement développée et qu'on pourra ensuite continuer toute l'année, car elle repousse rapidement. Malheureusement le pied-d'oiseau n'est pas vivace, il n'est qu'annuel; il faut donc le semer chaque année, soit avec les céréales d'hiver ou de printemps, et il ne donne alors son fourrage qu'après la moisson, soit, ce qui est préférable, seul en automne pour qu'on puisse en consommer la pâture au printemps suivant. Un léger labour et un hersage doivent précéder le semis qui est suivi de l'action du rouleau, suffisante pour enterrer la graine. M. Philippar conseille de répandre 50 à 60 kilogr. de graine par hectare. Il estime le rendement, en fourrage sec, à la moitié de ce qu'on obtiendrait de la même espèce de terrain bien garni de vesces.

Sprengel, qui recommande beaucoup la séradella[1], nous montre par son analyse qu'elle exige un sol riche en potasse, et indique la présence de la petite oseille, qui en absorbe beaucoup, comme un signe que le terrain conviendra au pied-d'oiseau.

GROUPE ÉPUISANT.

PLANTES FOURRAGÈRES ÉPUISANTES.

Jusqu'ici nous avons traité des plantes fourragères qui puisent une grande partie de leurs principes nutritifs dans l'atmosphère et produisent leur fourrage sans retirer à la terre

(1) *Annales de Roville*, t. VIII, p. 234.

ses éléments de fertilité, et même souvent en lui en laissant de nouveaux; nous allons passer à celles qui, n'ayant pas la même vertu d'absorption, empruntent au sol la presque totalité de leurs matériaux; de sorte que, si l'on veut maintenir, avec la culture, la terre dans le même état de richesse, il faut l'accompagner d'engrais suffisants pour les nourrir, ou remplacer ceux qu'ils ont consommés. On se demandera comment on peut ne pas préférer les plantes améliorantes, et par quelle erreur on est conduit à cultiver très souvent les plantes épuisantes? Le choix ne serait pas douteux si l'on pouvait toujours avoir à propos les produits des premières; mais la plupart d'entre elles exigent un temps assez long pour donner leurs produits; ainsi la luzerne ne se coupe, pour la première fois, qu'à la fin de la première année, et ne donne des récoltes pleines qu'à la seconde ou à la troisième; le trèfle ne produit qu'à la seconde année, ainsi que le sainfoin. Il faut que les vesces aient été semées avant l'hiver ou au premier printemps, et on ne les fauche qu'au commencement de l'été; enfin tous les terrains ne conviennent pas à d'autres fourrages, à la spergule par exemple.

Une autre raison capitale, dans le système général d'une exploitation, nous fait souvent rechercher des plantes dont le genre de végétation diffère de celui des grandes légumineuses. Nous avons vu que les terrains se lassaient de la luzerne, du trèfle, du sainfoin, qu'on ne peut les y faire revenir qu'à d'assez longs intervalles; on est donc heureux de pouvoir les remplacer, pour la production de fourrages, par des plantes dont les racines ne pénètrent pas profondément dans le sol, et permettent aux couches inférieures de reprendre ces éléments de fertilité dont la végétation des légumineuses les avait privées.

Ainsi ce que nous recherchons dans cette division des fourrages, comme compensation à la dépense des engrais, c'est

d'abord la rapidité de la végétation qui donne la facilité d'obtenir en tous temps les suppléments de nourriture nécessaire au bétail; qui de plus nous permet d'utiliser tous les intervalles de temps où la terre reste vacante entre les divers produits; c'est aussi leur précocité qui nous fournit des fourrages frais quand les autres plantes nous en laisseraient manquer; enfin c'est, pour celles des plantes épuisantes de nature pérenne, leur grand produit, au moins égal à celui des fourrages légumineux et qui leur assigne une place dans les assolements pour remplacer ceux-ci et procurer du repos aux couches inférieures du sol.

Comme plantes donnant de bonne heure un pâturage abondant, on cultive l'orge, le seigle, l'avoine; comme ayant une végétation hâtive et pouvant donner en abondance plusieurs récoltes de fourrages qui se succèdent pendant tout l'été, le sarrasin, la navette, la moutarde blanche, le maïs, le millet, le moha; enfin comme plantes qui, par l'abondance de leur fourrage et leur durée, peuvent s'intercaler dans les assolements, le ray-grass, l'herbe de Guinée. Nous ne traiterons dans les chapitres suivants que des principales et surtout de celles dont nous n'avons pas déjà décrit la culture dans des chapitres spéciaux.

Les plantes comprises dans cette division rendent à la terre par le moyen de leurs fumiers tout ce qu'elles en ont tiré; on ne peut donc pas dire qu'elles soient en définitive épuisantes; on ne fait que leur avancer un capital d'engrais qui rentre à la récolte. Il ne faut donc pas trop s'effaroucher de cette épithète, si d'ailleurs le prix de revient de leurs fourrages n'est pas plus élevé que celui des fourrages améliorants, quoique ceux-ci restituent l'engrais avec usure. C'est à l'épuisement de la bourse, et non à celui du sol, que le bon cultivateur doit être attentif; si le cultivateur est riche, le sol ne saurait s'amaigrir que par sa faute.

PREMIÈRE DIVISION.

PLANTES FOURRAGÈRES PÉRENNES.

CHAPITRE Ier.

Ivraie vivace (Lolium perenne, Ray-grass, Margal dans le midi).

De toutes les plantes graminées dont on forme des prairies temporaires pouvant subsister plus d'une année, l'ivraie vivace est la plus usitée chez les Anglais, qui la sèment parfois seule, mais le plus souvent mélangée avec le trèfle, voulant par ce mélange prévenir la météorisation du bétail qui pâture, accident que le trèfle cause trop souvent. Le midi écrit peu, et l'on ignore généralement que l'ivraie vivace y est considérée de temps immémorial comme un des pâturages les plus abondants et l'un de ceux dont l'usage est le plus fréquent. Ce serait donc au nord et au midi seulement, en Angleterre et en Languedoc, qu'il nous faudrait prendre tout ce que nous avons à dire sur l'ivraie vivace, si depuis quelque temps l'importation de l'espèce d'Italie n'en avait aussi introduit la culture au centre de l'Europe et si celle-ci n'avait fait ouvrir les yeux aux cultivateurs sur une autre espèce, l'ivraie multiflore, dont M. Rieffel a naturalisé la culture en Bretagne.

I. *Ivraie vivace* (*Ray-grass* des Anglais). — Cette plante se trouve partout sur les gazons les plus secs et ne s'élève que sur les terrains riches et frais. Sa végétation s'arrête dès que la sécheresse la surprend, et alors elle fleurit ras de terre. Sur les sols qui lui conviennent, elle donne une pâture haute et épaisse ; elle est moins appréciée comme foin sec,

parce que le plus souvent on la fauche trop tard et quand elle a passé fleur.

L'ivraie est une plante épuisante. Les Anglais la considèrent avec raison comme une des plus mauvaises préparations pour le blé et comme une des graminées qui épuisent le plus la terre. Arthur Young cite une expérience faite dans le comté de Kent, de la moitié d'un champ semé en trèfle et l'autre moitié en ray-grass, qui furent semées en blé après le défrichement de ces plantes. La portion où le trèfle avait été semé donna le double de celle où avait végété le ray-grass[1]. D'autres prétendent que la différence de ces effets provient de ce que les racines du trèfle sont tendres et se décomposent facilement, tandis que celles du ray-grass, plus dures et plus ligneuses, ne se décomposent complétement qu'à la seconde année, de sorte que la première année après le trèfle est la meilleure, tandis qu'après le ray-grass c'est la seconde. Mais cette raison nous paraît manquer de fondement; la racine de ray-grass n'a rien d'assez ligneux pour résister à l'humidité de l'hiver et à la chaleur du printemps; dans des essais que nous avons faits, sa décomposition nous a paru aussi rapide que celle de la racine de trèfle; mais cette plante laisse infiniment moins de racine en terre que le trèfle; ainsi le chaume et la racine du ray-grass sont les 0,20 de la tige fauchée en fleur, tandis que les débris de tige et les racines du trèfle sont les 0,80 de la partie fauchée et convertie en foin. Si l'on considère que le trèfle apporte une amélioration de 1^k,28 d'azote p. 100 de foin récolté, que l'ivraie, comme toutes les graminées, puise dans la terre presque toutes les substances qui entrent dans sa composition, on se rendra facilement compte de ces différences.

La teneur du foin d'ivraie récolté à l'apparition des premières fleurs est de 0,98 p. 100 d'azote. Dans un beau champ d'ivraie

(1) Arthur Young, t. XIV, p. 191, et t. XV, p. 181.

à Nîmes on a récolté 4250 kilogr. de foin qui a enlevé au champ 41^{k},65 d'azote, et de quoi fournir 20 hectolitres de blé dont quatre en première récolte. C'est donc de 4 hectolitres que cette récolte avait été diminuée, en supposant que le blé prenne une aliquote de 0,20 de l'engrais, ou de 6 hectolitres, si l'on suppose l'aliquote de 0,29.

La précocité de la pousse de l'ivraie, sa propriété de croître avec vigueur quand elle a été broutée, sont des qualités qui la rendent très précieuse pour les pâturages. On la sème à la dose de 20 kilogr. avec 18 kilogr. de trèfle blanc (*Trifolium repens*), et si l'on sème l'ivraie seule, on emploie 50 kilogr. de graine. Il ne faut pas se servir pour ce semis des graines qui sont destinées à faire les gazons anglais, celles-ci ont dégénéré par le traitement qu'elles ont subi, mais il faut s'adresser aux cultivateurs du midi qui ont de belles ivraies parvenues à une grande taille. Les semis d'automne ont l'inconvénient de fatiguer beaucoup les blés auxquels ils sont associés, parce que l'ivraie est déjà trop forte au printemps; on sème ordinairement dans cette dernière saison soit avec le blé de mars, soit dans le blé d'hiver après un hersage. La prairie d'ivraie bien garnie peut durer sept ou huit ans, pourvu qu'on la fume à propos, comme nous l'avons indiqué pour les prairies permanentes; mais à la fin de son existence elle se garnit de beaucoup de plantes étrangères et tend à se transformer en gazon varié.

Les champs d'ivraie des environs de Nîmes, que du nom local de l'ivraie vivace (Margal) on nomme *margalières*, n'ont rien de commun avec les semis d'ivraie des Anglais. Ils viennent spontanément, et voici comment. Dans l'assolement du pays on sème du blé plusieurs années de suite après les luzernes; il suffit que le terrain contienne quelques graines d'ivraie dès la première année de céréales pour qu'elles se multiplient beaucoup les années suivantes, parce que cette plante mûrit et se dissémine avant

la moisson du blé ; aussi à la levée de la troisième récolte la terre se trouve-t-elle couverte d'un gazon épais d'ivraie, qui est fauché l'année suivante. Le produit moyen est de 4500 kilogr. de foin sec par hectare ; dans les terres riches on obtient jusqu'à 9000 kilogr. Ce foin est moins estimé que les autres et se vend généralement un neuvième ou dixième au-dessous de leur cours [1]. Ce prix relatif est bien en rapport avec le dosage d'azote qui est de 1,15 pour les foins de prés et 0,90 pour l'ivraie.

Le prix de revient de cette ivraie spontanée est ainsi composé :

1. Rente de la terre.	327k,00 de blé.
2. Engrais prélevé par 4500 kil. de foin, à 0,90 p. 100, ci 40k, 50 d'azote.	271,35
3. Fauchage 45 × 0 f. 20, ci	33,33
4. Fanage.	33,33
5. Charroi à 1 kilomètre.	50,00
	715,01

Ainsi la valeur réelle des 100 kil. de foin est de $\frac{715}{45}$ = 15k,8 de blé.

C'est un prix supérieur au prix moyen du foin, et à plus forte raison si l'on y joint les frais de préparation de la terre et du semis.

Cette plante produit beaucoup de graines ; on en récolte 11 à 12 hectolitres par hectare.

En examinant les résultats de l'ivraie, nous dirons que, sous le point de vue où la considèrent les Anglais, mélangée au trèfle, plante améliorante, pâturée sur place par des troupeaux qui y laissent une partie de l'engrais, nous l'admettons volontiers dans une rotation pour éloigner le retour des grandes légumineuses ; mais que si l'on fauche l'herbe et qu'on la vende au dehors, comme on le fait généralement dans le Lan-

(1) Notes manuscrites de M. G. de Labaume, président de la société d'agriculture du Gard.

guedoc, cette culture n'est plus qu'une ressource pour tirer parti de la terre et en percevoir la rente avant de commencer les travaux de la jachère qui doivent préparer le sol à un nouveau semis de plantes améliorantes et étouffantes. Ainsi aux environs de Nîmes l'ivraie est ordinairement suivie d'un semis de sainfoin; le blé qui succéderait à l'ivraie manquerait de netteté.

II. *Ivraie multiflore.* — Cette plante a une végétation plus élevée, plus vigoureuse que l'ivraie commune, à laquelle elle se trouve mêlée en plus ou moins grande proportion dans les champs du midi. D'après les essais de M. Rieffel, elle paraît moins exigeante sur la nature du terrain. Il en a obtenu de bons résultats sur des terres de bruyères humides et maigres, où aucun autre fourrage ne pouvait réussir. M. Bailly a eu des coupes de 5000 à 6000 kil. sur des sables argileux, tenaces, caillouteux, très secs en été et humides en hiver. Cette rusticité peut rendre cette ivraie précieuse dans de telles situations, quoique son foin soit grossier. Le bas prix de la rente de semblables terrains doit rendre cette culture avantageuse. Au moyen de l'ivraie, on parvient à y puiser des principes de fertilité que la délicatesse d'autres espèces ne permettrait pas d'atteindre. On la sème à la dose de 20 à 25 kilogr. de graine par hectare.

III. *Ivraie d'Italie* (*Lolium Italicum*). — Cette plante n'est probablement qu'une variété de l'ivraie vivace, mais elle a une vigueur de végétation et de reproduction plus grande que celle-ci. Sa durée, en plein produit, n'est pas de plus de deux ans. En fumant fortement, M. Dejardins est cependant parvenu à la conserver six ans en bon état. Elle gazonne moins que le ray-grass ordinaire. Elle exige absolument des terres fraîches et ne donne aucun bon résultat sur celles qui sont sèches.

Quand elle est bien traitée, l'ivraie d'Italie donne trois

coupes abondantes la première année. Dans le Milanais, où elle est soumise à l'irrigation, on en obtient jusqu'à huit coupes. Les récoltes de M. Dejardins ont été de 15000 kilogr. par hectare. On regarde son fourrage comme meilleur que celui des autres ivraies.

On la sème seule, et sans mélange de céréales, à cause de la rapidité de sa croissance ; mais, en l'ensemençant en automne, on peut la mélanger au trèfle incarnat qui donne son produit de bonne heure.

Quand cette ivraie est placée dans un sol qui manque d'humidité ou de richesse, elle dégénère rapidement, et sa graine ne peut plus reproduire son ancienne vigueur de végétation sur les plantes qui en proviennent, même sur des sols de meilleure qualité. En continuant à semer ses graines dans de mauvaises conditions, Mathieu de Dombasle avait fini par ne plus pouvoir reconnaître cette plante, tellement elle était dégénérée[1].

Un fourrage qui doit doser au moins 1 p. 100 d'azote et qui peut donner 15000 kilogrammes de foin doit par conséquent recevoir 150 kilogrammes d'azote par an, si l'on veut le maintenir en bon état. Nous avons pour le prix réel de son foin :

Culture et labour.	140k,00 de blé.
Hersage.	6 ,90
Semis.	2 ,00
Rouleau.	3 ,45
50 kilogr. de graines.	80 ,00
150 kilogr. d'azote..	1005 ,00
Fauchage et fanage de 15000 kil. de foin. . .	222 ,22
Charroi à 1 kilom.	166 ,67
Rente de la terre.	327 ,00
	1953 ,24

ou pour 100 kilogr. de foin $\frac{1953}{150} = 13$ kil. de blé.

(1) *Annales de Roville*, t. VIII, p. 366.

CHAPITRE II.

Herbe de Guinée (Panicum altissimum).

On a tant parlé de l'herbe de Guinée que nous avons voulu en savoir le dernier mot. Pas de doute que dans les pays tropicaux elle ne soit la première des herbes à fourrage, mais les choses se passent-elles en France comme aux Antilles? Voilà ce qu'il était important de vérifier. M. Aug. de Gasparin a commencé et poursuivi cette étude avec cette persévérance qu'on lui connaît, et il a obtenu tout le succès qu'il semble permis d'attendre de cette plante. Ses résultats ne sont pas de nature à nous faire préférer, dans nos climats, l'herbe de Guinée à une foule d'autres végétaux d'une culture plus facile et moins chanceuse.

Sous son nom, on nous a envoyé deux panics, dont l'un a les racines traçantes à la manière du chiendent; celles-ci forment un épais réseau qui s'élève chaque année par la superposition de nouvelles racines, et il faut le recouvrir sans cesse par de nouvelles couches de terre pour conserver la plante; l'autre a la racine bulbeuse comme l'avoine à chapelets. Le fourrage de la première espèce est plus grossier et moins élevé que celui de la seconde, ce dernier est bien préférable sous ce rapport; mais la plante est beaucoup plus sensible aux impressions atmosphériques qui nuisent à toutes deux, et, sur une plantation assez considérable, c'est à peine si, dans les premiers essais, on a pu conserver quelques pieds de cette dernière.

Quand on laisse arriver la graine à maturité, le fourrage est dur et cependant encore bien mangé des bestiaux. Le véritable rôle de l'herbe de Guinée serait de fournir du fourrage vert toute l'année; les animaux en sont très avides.

Dans une pièce de terre plantée en herbe de Guinée, on voit

très bien que les graines disséminées germent et poussent abondamment chaque année; il serait donc possible de l'obtenir de semis, mais leur réussite n'est pas toujours certaine; souvent les graines sont avortées, ou quelque cause s'oppose au bon succès de leur germination. On risquerait donc d'échouer si l'on s'en fiait à la propagation par semis. C'est par les éclats de racines ou par rejetons que l'on doit procéder à la multiplication.

Nous avons éprouvé des non-succès dans nos essais réitérés; ils tiennent à plusieurs causes que l'on démêle facilement quand on s'est rendu compte des habitudes de la plante: 1° Elle exige un terrain frais et non humide en été et sec en hiver. L'humidité de l'hiver a été une principale cause des pertes que nous avons éprouvées. Dès que M. Aug. de Gasparin a pu placer l'herbe de Guinée dans le sol qui lui convenait, elle a traversé les hivers sans encombre. On conçoit dès lors que cette plante réussira parfaitement dans les terrains arrosés et bien égouttés. 2° On n'en obtient des produits considérables que sur un sol riche, et chaque année on doit recouvrir ses racines avec de la terre combinée à une quantité d'engrais déterminée par la récolte que l'on veut obtenir (1^{k},50 d'azote pour 100 kilogr. de fourrage). 3° Elle exige beaucoup de chaleur pendant sa végétation; elle manque de vigueur si elle est soumise à une température totale trop basse; mais si elle est dans un terrain convenable, qu'elle reçoive des engrais suffisants et que les chaleurs soient fortes et prolongées, elle donne des récoltes abondantes et sa durée sur le même sol peut être indéfinie; quand elle est bien traitée, elle fournit une prairie pérenne aussi durable, et son gazon serait aussi bien fourni que celui de quelque plante que ce soit; l'avidité et la force des ses racines la défendent très bien contre les mauvaises herbes. Quand on la défriche, on trouve une couche épaisse de racines qui facilitent l'écobuage du terrain et produisent une cendre abondante et riche.

Dans nos climats, l'herbe de Guinée ne mûrit sa graine qu'un mois après la récolte du blé, et après avoir reçu 2725° de chaleur totale depuis l'époque où la température moyenne a dépassé + 12°,5. Si donc l'on attend la formation de la graine, on ne peut pas espérer une seconde coupe, mais seulement un regain plus ou moins garni. On peut estimer cette coupe à 10000 kilogr. de foin dans le climat de Vaucluse.

Quand on veut planter l'herbe de Guinée, on se procure un nombre suffisant de fragments de racines et de rejets. Si le terrain n'a pas été labouré avant l'hiver, on lui donne une œuvre de 0^m,16 à 0^m,20 de profondeur, on le fume avec un engrais dosant 150 kilogr. d'azote, on enterre ce fumier par un trait de charrue que l'on fait suivre par des femmes portant les plants et qui les déposent, en avançant, à 0^m,10 de distance les uns des autres. La charrue les recouvre, en revenant sur elle-même, pour ouvrir le sillon voisin. Cette opération, qui se fait quand la température moyenne est parvenue à + 13°, se termine en roulant le terrain. La plante donne une faible coupe la première année; ce n'est qu'à la seconde et les années suivantes que l'on obtient de pleines récoltes, si on continue à la fumer convenablement.

On peut commencer à la faucher en vert dès le mois de juin, et elle continue ensuite à produire de nouvelles coupes vertes pendant tout l'été.

La nature de l'herbe de Guinée, telle que nous venons de la décrire, montre qu'elle ne présente aucun avantage si sa durée est bornée à deux ou trois ans, puisque l'on ne peut alors parvenir à couvrir la perte de la rente de la première année. Elle ne peut être avantageuse que par la prolongation de son existence; elle rentre alors dans les conditions des prairies pérennes. Il est vrai qu'elle doit consommer plus d'engrais que celles-ci, composées en partie de plantes améliorantes; mais il sera quelquefois avantageux dans les pays chauds de

se procurer un fourrage d'un produit assuré, qui, s'il ne reporte pas sa fertilité sur les autres champs, ne coûte pas un prix beaucoup plus élevé que le foin ordinaire. Ainsi nous avons pour le prix de revient :

PREMIÈRE ANNÉE.	k. de blé.	ANNÉES SUIVANTES.	
Un labour avant l'hiver.	144	Intérêts de la plantation.	163,40
Fumier 150 kil. d'azote.	1005	Rente.	327,00
Labour p. l'enterrement.	140	150 kil. d'azote.	1005,00
Plantation, 2 femmes . .	15	Fauchage.	90,00
Rouleau.	3	Fanage.	50,00
Une année de rente . . .	327		1635,40
	1634		

Produit 10000 kil. de foin, valant $\frac{1635}{100} = 16^{k},35$ les 100 kilogr.

Nous croyons qu'avec des engrais plus abondants on obtiendrait des récoltes plus considérables ; que surtout la consommation en vert, sans attendre la floraison, accroîtrait assez le produit pour que le prix du fourrage ne dépassât pas celui des prairies; il croît avec vigueur avec des irrigations beaucoup moins abondantes et beaucoup moins réitérées que celles-ci.

DEUXIÈME DIVISION.

PLANTES FOURRAGÈRES ANNUELLES.

Si les espèces de fourrage dont il a été question jusqu'ici nous laissent dans une grande sécurité aussitôt qu'elles sont établies, les plantes fourragères annuelles, soumises pendant la végétation aux mêmes chances d'insuccès, nous font craindre en outre les dangers de la levée de leurs semis; mais d'un autre côté la brièveté de leur existence nous permet de remplacer promptement, dans les terrains frais, celles qui manquent par d'autres semailles dont le résultat ne se fait guère attendre. L'on peut ainsi, par une succession d'ensemencements, se procurer des fourrages pendant toute l'année, et réserver les fourra-

ges secs pour l'hiver. Cette faculté n'existe pas au même degré pour les terrains secs. Pour ceux-ci, il vient une époque de l'année où les graines manquent d'humidité pour germer. Ces systèmes à succession de fourrages annuels ne sont donc praticables que dans des situations spéciales où le climat, et à défaut l'irrigation, favorisent la réussite de semis non interrompus ; dans les terrains secs, ce sont seulement des ressources supplémentaires que l'on se procure quelquefois en sachant saisir les moments favorables, mais on ne peut compter que sur le fourrage semé pendant une période assez bornée du printemps, que plus tard on n'a pas la certitude de pouvoir remplacer par de nouveaux. Dans ces situations, les fourrages annuels doivent donc s'allier nécessairement aux fourrages vivaces si l'on veut n'être pas pris au dépourvu.

La méthode de pourvoir à la nourriture du bétail par une série d'ensemencements de plantes annuelles est très connue et très usitée. « On est dans la très sage habitude, dans les environs de Frangy, Seyssel, Rumilly, Chambéry, dit M. Lullin[1], de semer, depuis le commencement de mai au commencement de juillet, un mélange de vesces, pois, sarrasins, millet bien fumés; on en sème tous les huit à dix jours un certain espace, afin d'en avoir à faucher pendant un mois à six semaines, qui soit toujours à peu près au même point de croissance, c'est-à-dire en fleurs. » Le maïs fourrage, semé seul, remplit ailleurs les mêmes indications ; c'est une pratique que nous suivons avec succès. On le sème de mois en mois ou de quinzaine en quinzaine, pendant tout l'été, dans les terres que l'on peut inonder avant la semaille et dans celles qui ont une humidité naturelle. L'économie rurale de l'Autriche est maintenant fondée en partie sur l'extension de ce système de la consommation de maïs en vert pendant l'été. Dans ces derniers temps, M. Dezeimeris a recommandé une succession de

(1) *Des prairies artificielles*, p. 100.

sarrasin, de maïs quarantain, de moha, d'alpiste, de pois, et dans les terres légères de spergule géante dont les semis se succéderaient de huitaine en huitaine [1]. Ce moyen de se procurer des fourrages rentre dans le cadre de tous les assolements sans en contrarier aucun ; il permet de profiter de chaque intervalle de repos des différents champs et d'en obtenir un produit ; il n'exige pas un grand déploiement de forces, puisque l'on peut semer les fourrages sur des terrains de jachère destinés au blé ; mais, à côté de cet avantage, il faut placer les inconvénients. On ne peut se dispenser de mettre au compte de cette plante tous les frais de culture, car leur présence sur ce sol n'équivaut pas à la jachère ; elles détruisent ce que M. de Woght appelle la *puissance du sol*, et, malgré une nouvelle fumure qui rétablit l'équilibre des engrais, le blé qui leur succède est moins bon qu'après la jachère ou la demi-jachère. Ces produits fourragers sont des produits égoïstes en ce que les plantes travaillent seulement pour elles et n'influent pas sur la prospérité de celles qui les suivent dans les assolements. Tout système qui ne sera pas fondé sur les prairies permanentes ou temporaires à long terme et de nature améliorante sera toujours inférieur par le résultat final à celui qui use de ces grandes ressources, et surtout de la propriété si précieuse des légumineuses d'attirer et de fixer les gaz de l'atmosphère. L'examen que nous allons faire des plantes fourragères de cette division confirmera ce que nous venons de dire.

CHAPITRE Jer.

Seigle, Avoine, Orge, fourrages.

Schwerz préfère le seigle aux deux autres céréales pour en faire du fourrage vert ; nous croyons que c'est parce que dans

(1) *Conseils aux agriculteurs*, p. 75.

son climat on ne sème que de l'avoine et de l'orge de printemps, mais le seigle semé en automne donne un fourrage plus précoce et qui devance la luzerne et le trèfle. Dans les pays où l'avoine et l'orge peuvent passer l'hiver, leurs herbes présentent les mêmes avantages, sont beaucoup plus nourrissantes et fournissent plus de lait aux mères. Les pâturages de ce genre sont une nécessité pour les fermes qui nourrissent beaucoup de jeunes animaux et qui comptent sur les luzernes et les trèfles pour les mettre au vert avant l'époque de la pousse des prairies permanentes ; ils permettent de commencer plus tôt cette nourriture fraîche.

L'avoine semée au printemps est aussi cultivée malgré ses désavantages sur le seigle d'automne, à cause de ses grandes propriétés lactifères. C'est l'escourgeon que l'on sème avant l'hiver. Il est très goûté par les vaches et les chevaux. On en nourrit les ânesses pour augmenter leur lait. Olivier de Serres le recommande expressément.

Les récoltes de seigle vert sont de 13450 kilogr. en Allemagne selon Schwerz, et M. Royer, dans son *Agriculture de l'Allemagne* (page 44), nous donne pour rendement moyen à Hohenhein 13700 kil., pour rendement minimum 10100, et pour rendement maximum 24120 kilogr. Le rendement moyen représente 4186 kilogr. de fourrage sec. Cette récolte coûte :

Un labour.	144k00 de blé.
Semis 2hect.,25.	160,00
Hersage.	6,80
Fauchage	30,00
Fanage et transport.	77,50
Engrais absorbé équival. à 57k,30 d'azote.	383,91
Rente de la terre	327,00
	1129,11

Ainsi nous avons $\frac{1129}{42} = 26^{k},9$ de blé pour prix de 100 kil.

On voit que c'est du fourrage fort cher et dont il ne faut pas faire plus que le besoin spécial ne l'exige.

CHAPITRE II.

Moha (Panicum germanicum).

Comme tous les panics, le moha, originaire de Hongrie, résiste très bien à la sécheresse et doit attirer sous ce rapport l'attention des habitants du midi. Il a été introduit en France en 1815 et commence seulement à être apprécié et à se répandre dans la région céréale. Le moha germe avec facilité et par des temps qui semblent trop secs pour faciliter la végétation des autres plantes ; une fois en terre, la moindre pluie suffit pour le faire pousser. Ses tiges sont très feuillées, moins grosses et moins ligneuses que celles des autres millets, auxquels on doit les substituer pour la production fourragère. M. Vilmorin rapporte[1] que dans la sécheresse désastreuse de 1842, au milieu d'une plaine calcaire où la plupart des récoltes périssaient sur pied, une petite pièce de moha appartenant à M. Péan de Saint-Gilles s'est maintenue constamment dans un état sinon de grande vigueur, au moins de vie et de verdure. Elle a rendu à raison de 7917 kilogr. de foin sec par hectare. M. Rieffel cite une ferme des environs de Nantes où l'on obtient 18000 kilogr. d'herbe par hectare, se réduisant à 10000 kilogrammes de foin sec.

Pour donner de pareils produits, le moha exige des terrains fertiles ou fortement fumés. Ses non-succès doivent presque tous être attribués au défaut de fertilité du terrain. Quand on le destine à faire du fourrage vert, les semis, commençant quand la température moyenne est à 12°, peuvent être pratiqués jusqu'en juillet. On réserve les premiers semis pour porter grai-

(1) *Bon Jardinier* 1847, art. *Moha*, p. 604.

nes, et alors on les fait un peu plus clairs. Il suffit alors de 5 à 6 kil. de graine par hectare, tandis qu'on emploie 7 à 8 kilogr. quand on veut obtenir du fourrage. Cette graine est sujette à la carie et doit être chaulée comme le blé.

Voici le prix de revient de ce fourrage :

Un labour.	144 de blé.
9 kilogr. de semence	45
Semer et herser.	10
Fauchage.	90
Fanage et transport.	183
Fumier, 150 kilogr. d'azote.	1005
Rente de la terre	327
	1806

Le produit étant de 10000 kil. de foin sec, il coûtera $\frac{1806}{100} = 18^{k},06$ de blé.

Attendu la bonté du fourrage, c'est un prix comparativement avantageux. Ce résultat mérite une grande attention, surtout si l'on remarque que les pays du midi peuvent l'obtenir en récoltes dérobées, et par conséquent à beaucoup meilleur marché, n'ayant pas à supporter une année entière de la rente.

CHAPITRE III.

Maïs fourrage.

Le maïs nous est déjà connu comme plante alimentaire; il n'est pas de moins bonne qualité comme plante fourragère. D'après nos expériences, le maïs semé exige 1417° de chaleur totale pour arriver à cette consistance où l'on peut commencer sa consommation en vert, devant durer un mois environ. Alors il a chez nous $0^{m},80$ de hauteur et finit par

parvenir à 1^{m},20 avant la fin de ce mois. Il fleurit avec un peu plus de 3000° de chaleur totale.

Dans cet état le maïs nous donne 888 journées de nourriture d'une vache qui consomme en moyenne 11,26 mètres carrés de la surface de terrain couvert de ce fourrage ou 56 kilogr. de maïs frais, qui se réduit par la dessiccation lorsqu'il est en fleur à 0,267 de son poids en vert, et donne ainsi 14 kilogr. de fourrage sec. Ainsi nous avons sur un hectare 12433 kilogr. de fourrage sec.

D'après l'analyse de M. Payen, les tiges de maïs en fleur complétement desséchées contiennent 0,83 d'azote p. 100, et par conséquent à l'état normal avec 19,72 d'eau elles dosent 0,6655 et en vert 0,178 p. 100.

Pour faire bien comprendre le mécanisme de cette culture, supposons que nous ayons à nourrir dix têtes de gros bétail, vaches ou chevaux, car les uns et les autres se trouvent également bien de cette nourriture. Ils consomment dans un mois 3378 mètres carrés de maïs. Pour combiner la chaleur nécessaire au maïs avec la durée de la consommation, nous choisissons deux pièces de terre de l'étendue de 2364 mètres carrés chacune, devant fournir par conséquent chacune environ 21 journées de nourriture verte à dix têtes de bétail, et nous réservons une troisième pièce de 3490 mètres carrés qui aura porté une récolte de vesces fourrages, de farouch, ou de quelque culture sarclée. Voici maintenant le détail de la culture .

Numéros des pièces de terre.	Date de l'ensemencement.	Date du commencement de la consommation.	Date de la fin de la consommation.
1. . . .	1 avril.	7 juin.	28 juin.
2. . . .	1 mai.	28 juin.	19 juillet.
1. . . .	29 juin.	14 août.	7 septembre.
2. . . .	21 juillet.	8 septembre.	28 septembre.
3. . . .	6 août.	29 septembre.	30 octobre.

Ainsi, dans notre climat, du 7 juin au 30 octobre, pendant

145 jours, nous avons nourri 10 têtes de bétail, sur 8218 mètres carrés qui ont produit ainsi l'équivalent de 21750 kilogr. de fourrage sec, ou 26467 kilogr. par hectare. Ce sont des résultats positifs.

Or, comme le foin sec de maïs est très bien consommé par les bestiaux et que l'on peut obtenir une quantité équivalente de foin sec sur des espaces de terres proportionnels, il en résulte que l'on peut avoir l'approvisionnement en maïs de dix têtes pour toute l'année, ou 8218 journées de consommation, en faisant cette proportion : 145 : 8218 :: 220 : $x = 12468^{mq}$. Ainsi l'on aurait obtenu cette nourriture sur $1^{hect.},25$, si en effet cette nourriture était complète.

Mais il faut remarquer que, d'après le dosage de la tige de maïs, ce fourrage ne peut remplacer la nourriture au trèfle, par exemple, qu'en en doublant la dose. Or, les vaches qui se nourrissent à discrétion de maïs frais perdent de leur lait, ce qui prouve que cette nourriture n'est pas suffisante parce que les principes nutritifs sont dispersés sur une trop grande masse. On parvient à donner à l'animal une nourriture aussi riche que celle contenue dans 15 kilogr. de foin dosant $0^{k},157$ d'azote en composant la ration ainsi qu'il suit :

10 kilogr. de foin de maïs ou son équivalent en vert.	0,078
$5^{k},9$ de trèfle sec	0,080
	0,158

Il faut donc pour les animaux qui travaillent ou qui produisent, comme pour toutes les nourritures vertes, l'associer avec un tiers de ration de fourrage sec plus riche que ceux-ci. On pourrait remplacer ici les $5^{k},9$ de trèfle par $4^{k},8$ de grain de maïs, ou par $4^{k},6$ d'avoine.

Le maïs fauché en fleur et desséché ayant pour teneur 0,665 p. 100 d'azote vaut donc $9^{k},20$ de blé comparativement au prix du foin ($14^{k},54$).

Son prix réel est le suivant :

Un labour et demi	216k,0 de blé.
Semence 277 kilogr. de maïs	199,0
Scarificateur	12,0
Deux hersages	6,7
Roulage.	3,3
Fauchage.	196,0
Transport.	257,0
Engrais, 176 kilogr. d'azote	1179,0
Rente de la terre	327,0
	2396,0

Le produit étant de 26467 kilogrammes de foin sec, nous avons $\frac{2396}{265}$ = 9 kil. de blé, prix inférieur à sa valeur réelle.

Le moha traité de la même manière présenterait les mêmes avantages.

TREIZIÈME CLASSE.

CULTURES DES VÉGÉTAUX A TIGES LIGNEUSES (CULTURES FRUTESCENTES, ARBUSTIVES).

Dans son troisième livre, où il traite de la culture des arbres, Columelle commence par lui donner le premier rang entre toutes les cultures : *Sequitur arborum cura, quæ pars rei rusticæ vel maxima est,* et c'est ainsi qu'en parleront tous les agronomes placés dans les climats méridionaux. Nous avons montré[1] toutes les difficultés qui y entravent l'existence tout entière des plantes annuelles. C'est souvent en vain que les travaux les plus soignés ont ameubli le terrain, que des engrais lui ont été prodigués, que la semence la plus pure a été

(1) Tome II, p. 328 et suiv.

confiée à la terre, si l'équilibre rompu entre la chaleur et l'humidité refuse à la graine l'humidité nécessaire pour son évolution, aux feuilles celle qui peut fournir à leur évaporation et donner l'impulsion ascensionnelle à la séve. Si, par le moyen de l'irrigation, on peut fournir aux plantes l'eau qui leur manque, alors les effets destructeurs de ce soleil qui brille toujours sans nuages se changent en effets bienfaisants; mais ce n'est que dans le voisinage des hautes montagnes dont les rivières ne tarissent pas en été que l'on peut ainsi suppléer à la mauvaise répartition des pluies. Dans la région des oliviers, de vastes contrées sont condamnées à cette déplorable incertitude sur le résultat de leurs cultures annuelles, tandis qu'en fondant leur économie rurale sur les arbres dont les racines plongeantes vont chercher l'humidité des couches profondes du sol, elles échappent aux inconvénients du climat; et dans le fait, si l'on excepte les terrains frais ou arrosés, on trouvera que les cultures qui enrichissent les propriétaires de cette zone sont celles de vignes, de mûriers, et en un mot les cultures des plantes frutescentes ou au moins vivaces. En remontant vers le pôle, les arbres prennent une place de moins en moins importante; dans la région de la vigne et dans le midi de celle des céréales, elles ne sont déjà plus qu'un accessoire propre seulement à mettre en valeur les situations sèches qui graduellement deviennent aussi rares que les situations fraîches dans le midi; enfin, plus au nord encore, les arbres abandonnent les champs pour se renfermer dans les jardins; ce n'est plus la subsistance des hommes et le revenu de la terre qu'on leur demande, mais seulement un moyen de varier ou d'assaisonner la nourriture.

Et cette progression décroissante des arbres du midi au nord n'est pas seulement indiquée par le succès toujours plus assuré des plantes herbacées et annuelles, on peut dire aussi que les fruits des arbres diminuent en valeur et en importance

dans la même mesure. Ainsi les populations des régions équinoxiales peuvent trouver dans ceux de l'arbre à pain, des palmiers, des bananiers, dans l'ananas, le cacaotier, le poivrier, tous les éléments d'un régime agréable; au nord de cette région jusqu'au point où l'eau se congèle en hiver, les arbres de la famille des aurantiacées, le caroubier, les opuntiacées se présentent à leur tour; en faisant un pas de plus, on trouve encore l'olivier et le figuier; la vigne, l'amandier, puis le châtaignier marquent de nouveaux degrés d'avancement vers le nord; enfin on ne trouve plus que le poirier, le pommier, et enfin le cerisier, perdant progressivement leur faculté de mûrir complétement jusqu'à ce qu'ils deviennent inutiles à l'alimentation par l'âpreté de leur goût et leur petitesse. Il en est de même pour les autres emplois que l'on peut faire des végétaux : dans les pays chauds, c'est le cotonnier frutescent, le *phormium tenax*, le mûrier à papier qui fournissent les matières textiles; plus au nord, le mûrier ne donne plus que des feuilles propres à nourrir les vers à soie, et il en donne une quantité de moins en moins grande en s'élevant vers le pôle; les bois de teinture ne croissent que dans les régions les plus chaudes. On peut donc affirmer que, par une harmonie admirable, les cultures frutescentes et vivaces, propres aux pays chauds, deviennent d'autant moins productives que le succès des plantes herbacées et annuelles est plus assuré, et qu'ainsi le système de culture doit se modifier dans les rapports indiqués par la nature; qu'il faut y faire produire toujours les végétaux les mieux favorisés par la nature du climat; que ce n'est pas en vain que l'on brave cette loi, et que si par des dépenses et des efforts incessants on parvient à implanter au midi et dans les terrains secs une succession de cultures annuelles, leurs récoltes chanceuses seront dues à des écarts météorologiques et seront exceptionnelles comme ces écarts; que leur réussite constante ne peut être obtenue que par le moyen artificiel de

l'irrigation qui modifie le climat; que de même la culture des arbres productifs devient moins assurée en avançant vers le nord, et qu'on ne parvient à la rendre plus avantageuse qu'en modifiant aussi le climat soit par des abris, soit par l'application de la chaleur artificielle. Ne perdons pas de vue ces indications impérieuses, tenons grand compte au midi des cultures arborescentes, n'espérons pas de demi-victoire sur le climat; il faut le vaincre ou subir sa loi; si vous ne pouvez fournir aux couches superficielles du terrain cette humidité qui entretient la continuité du torrent de la séve, il vous faut recourir aux végétaux pourvus d'organes puissants qui iront la recueillir dans les profondeurs du sol; au nord, bornons nos plantations à ce qui suffit pour satisfaire les besoins locaux, sans prétendre lutter avec les pays plus favorisés du soleil; profitons des bienfaits d'une meilleure répartition de l'humidité entre toutes les saisons de l'année pour obtenir des aliments féculents, des productions animales, une large compensation, un des moyens d'entrer, par les échanges, en possession de ces fruits du midi que nous ne produirions qu'à perte. Bientôt la rapidité des communications, en faisant disparaître les distances, rendra encore plus sensible cette nécessité des climats, et quand les fruits venus dans les jardins de la Provence arriveront le lendemain à Paris, il faudra bien lui envoyer en échange les bestiaux et les farines de nos provinces septentrionales qui, peut-être alors, auront appris qu'elles peuvent les produire avantageusement en concurrence avec l'Allemagne et les bords de la mer Noire.

Après la considération du climat propre à la culture des arbres vient celle du terrain qui peut leur convenir. Ici se représente encore la nécessité d'une dose d'humidité nécessaire pour obtenir une végétation continue. L'évaporation de ces végétaux est différente selon les différentes espèces; le marronnier, le pommier souffrent où le bouleau et l'olivier prospèrent. D'un autre côté, si les arbres vivent presque tous avec une humidité sura-

bondante, si l'eau qui abreuve leurs racines est suffisamment oxygénée, le plus grand nombre périssent quand elle est dépouillée de cet élément ou trop fortement chargée d'acide carbonique. Ceux qui résistent à l'action des terrains uligineux ne sont pas communs et ont une organisation spéciale : tel est le cyprès chauve qui porte à sa base un vaste renflement où la séve semble s'élaborer et s'aérer avant de se porter aux rameaux; les autres ne croissent qu'à regret dans de semblables terrains et finissent bientôt par périr avant d'avoir pris un grand développement. L'empâtement des racines des arbres se forme à une profondeur déterminée par la nature du sol et du climat, profondeur suffisante pour que l'arbre y trouve l'eau aérée nécessaire à la dilution de sa séve. Cette profondeur varie selon les différentes situations et selon les espèces d'arbres. On voit des forêts dans le nord sur des terrains peu profonds : elles ne pourraient exister au midi; le bouleau croît où le chêne ne saurait prospérer. Ainsi : 1° si l'humidité moyenne de l'année se trouve à une trop grande profondeur pour qu'elle se combine suffisamment avec l'air, l'empâtement se forme au-dessus et dans une position où l'humidité fait défaut une partie de l'année; la croissance de l'arbre est faible, parce qu'elle souffre des suspensions pendant l'été; 2° si la couche humide est trop superficielle, les racines rampent près de la surface du sol, l'arbre manque de fermeté et est sujet à être déraciné par les vents; 3° si la surface du terrain est couverte de terreau qui enlève l'oxygène à l'eau atmosphérique, l'empâtement est aussi superficiel et la végétation est souffrante.

Quelquefois la surface du sol est aride et sèche, mais le sous-sol de roche présente un grand nombre de fissures dans lesquelles pénètrent les racines qui y trouvent l'humidité qui manque à la couche supérieure; c'est ainsi que prospère le micocoulier à Sauve (Gard); c'est ainsi que prospèrent les vignes plantées sur des sols sans profondeur déposés sur des forma-

tions rocheuses disloquées, tandis que leur état de végétation est languissant si le sous-sol est dur et continu. Ainsi l'état de la surface du sol ne doit jamais faire illusion sur la possibilité des plantations d'arbres. Quand on cultive des plantes annuelles dont la végétation n'atteint pas quelquefois au delà de $0^m,25$ de profondeur et qui végètent surtout dans la couche supérieure, c'est la nature de cette dernière qu'il faut considérer ; mais pour le succès des arbres qui pénètrent plus avant dans la terre, on doit consulter surtout la nature des couches inférieures du sol. C'est ainsi que nous les voyons prospérer sur des terrains couverts de pierres et de graviers, où le seigle ne donnerait aucun produit, si cette couche recouvre un loam meuble et fertile, tandis que ces mêmes arbres restent chétifs et souffreteux sur un loam riche mais peu profond, où l'on obtient de belles récoltes de froment.

Viennent ensuite les conditions de succès qui tiennent à la richesse en matériaux propres à la nutrition de l'arbre que contient le cube de terre dans lequel il peut pénétrer. S'il trouve dans une petite étendue une grande proportion de ces substances, son alimentation est plus forte, sa croissance plus rapide ainsi que ses produits ; enfin ses progrès sont d'autant plus marqués que le terrain est moins compacte, moins tenace et oppose moins de résistance à la marche progressive des racines. Ces progrès sont en rapport direct de la quantité d'aliments fournis et inverse du temps et des efforts qu'exige leur appropriation aux besoins de l'arbre. On peut calculer l'accroissement relatif des animaux dont les uns pâturent une herbe rare sur une grande surface, les autres une herbe abondante sur une surface moindre, et dont d'autres enfin sont nourris à l'étable de fourrages qui leur sont largement départis. Il en sera de même pour les arbres si la même quantité de sucs nutritifs se trouve dispersée dans un vaste cube de terre, ou si elle est concentrée dans un cube moindre, ou enfin si leurs racines

resserrées, comme nos orangers de serre, dans les parois d'une caisse, reçoivent constamment les engrais et l'eau qu'exige leur développement.

Nous avons provisoirement écarté de ce travail les arbres qui ne sont propres qu'à la zone équinoxiale, comme nous étant moins connus, comme intéressant moins la masse de nos lecteurs; nous réservons la tâche de combler cette lacune aux agronomes instruits qui habitent ces contrées; dans le grand nombre d'arbres que nous cultivons, nous ne traiterons ici que de ceux qui entrent dans la grande culture, laissant aux traités d'horticulture à décrire ce qui concerne les espèces et les variétés qui font l'objet des cultures bornées et toutes locales.

Nous avons cru devoir adopter un ordre climatologique pour nos descriptions; les sujets que nous embrassons sont trop peu nombreux pour que nous les divisions en sous-classes, et la convenance de leur introduction dans un système de culture est principalement une affaire de climat. Nous parlerons donc des arbres propres à la région des orangers, et remontant vers celle des oliviers, de la vigne et des céréales, nous indiquerons à chaque position météorologique les végétaux arborescents parmi lesquels peut se fixer le choix de ses cultivateurs.

PREMIÈRE DIVISION.

ARBRES DE LA RÉGION DE L'ORANGER.

CHAPITRE Ier.

Oranger, Citronnier, etc.

Les arbres de la famille des aurantiacées ne commencent à paraître en pleine terre, dans nos climats de l'ancien conti-

nent, que vers le 43e degré de latitude, et seulement d'abord dans les lieux abrités où la terre, à 0m,02 ou 0m,03 de profondeur, conserve toujours une température supérieure à celle de la congélation. On y voit quelquefois le thermomètre exposé à l'air descendre à — 10°,0 sans que les orangers succombent, pourvu que ces froids ne soient pas assez continus pour pénétrer dans le sol, qu'ils ne soient pas accompagnés de neige ou de givre qui séjourne sur l'arbre, et qu'ils ne succèdent pas à des temps chauds qui auraient mis la séve en mouvement. En disant que la culture de l'oranger ne commence qu'à la limite où la température moyenne de l'hiver est de + 9°, nous n'exprimons pas sans doute le véritable caractère qui lui permet de vivre en sécurité, mais nous disons qu'à cette limite le thermomètre ne descend pas généralement au-dessous de —3°; que l'on y observe rarement plusieurs jours de gelées consécutifs, que la surface du sol n'est jamais congelée pendant des journées entières, et qu'ainsi les effets du froid ne peuvent pénétrer profondément dans les branches et dans les troncs. Risso remarque qu'en 1811 une neige abondante tomba à Nice et ne causa aucun mal parce que sa fonte eut lieu par un temps couvert. Il en est de l'oranger comme de l'olivier, comme de tous les autres végétaux qu'un dégel trop subit fait périr en désagrégeant les fibres de leur tissu et rompant leurs cellules.

Nous ne dirons rien de la culture des orangers dans les orangeries, c'est le lot de l'horticulture; quoique cultivés en grand, ceux du lac de Guarda ne viennent que sous des abris de planches; mais la navigation à la vapeur rendra désormais impossible la lutte de ces cultures artificielles avec les cultures des pays chauds qui entourent la Méditerranée, surtout quand ils adopteront de bons appareils de distillation. Quant à ceux que l'on cultive en plein champ dans les expositions qui leur conviennent, en Corse, en Sicile, en Portugal, en Afrique, nous

verrons que leur culture ne présente pas de grandes difficultés.

Parmi le grand nombre d'espèces et de variétés connues et décrites par MM. Risso et Poiteau dans leur *Traité de l'oranger*, nous distinguons celles qui sont les plus productives et auxquelles les cultivateurs doivent donner la préférence.

I. *Orangers.* — Tige en arbre, feuilles à pétioles ailés, vésicules de l'écorce du fruit convexes, pulpe pleine d'un jus doux, sucré, très agréable. C'est M. Poiteau qui a le premier remarqué que les oranges ont les vésicules de leur écorce qui renferment l'huile essentielle d'autant plus convexe que le jus de la pulpe est plus sucré. Parmi les nombreuses variétés d'orangers on doit choisir :

1° L'oranger franc dans les positions les moins chaudes, lent à croître, mais vigoureux ; 2° pyriforme ; 3° à larges feuilles ; 4° de Gênes ; 5° de Nice ; 6° de Malte, à pulpe rouge ; 7° de Majorque ; 8° à fruit rugueux, cultivé surtout en Corse ; 9° multiflore. C'est celui qui doit être préféré quand on veut principalement obtenir des fleurs.

II. *Bigaradiers.* — Tige moins élevée que celle de l'oranger, ailes des pétioles plus développées ; vésicules de la peau du fruit concaves ; pulpe pleine d'un suc acide et amer. Le bigaradier se couvre de fleurs ; aussi est-il cultivé dans tous les lieux où on se livre à la distillation des eaux de fleurs d'oranger. On se sert des fruits pour assaisonner les viandes et le poisson.

1° B. à fruit corniculé. C'est un des plus féconds. 2° B. riche dépouille ; 3° B. multiflore, le plus petit de tous, mais se charge abondamment de fleurs ; 4° B. à fruit sans graine. Risso cite un de ces arbres qui produit à Nice, tous les deux ans, 200 k. de fleurs et 4000 fruits ; 5° B. Gallesio, un des plus vigoureux, propre à former de beaux sujets propres à être greffés.

III. *Bergamotiers.* — Pétioles ailés et marginés ; fleurs petites, blanches, à odeur particulière et très suave ; fruits py-

riformes et déprimés, jaune pâle, à vésicules concaves, à pulpe légèrement acide et aromatique.

IV. *Limotiers.* — Écorce du fruit à vésicules concaves; suc doux, fade et un peu amer. Fleur d'un blanc pur.

V. *Limoniers ou Citronniers.* — Tige arborescente à rameaux effilés, flexibles, souvent épineux; feuilles obliques, pétioles marginés (ou ailés), fleurs lavées de rouge en dehors; fruit lisse ou rugueux à vésicules concaves, rempli d'une pulpe abondante contenant beaucoup de jus acide.

Le grand usage que l'on fait de citrons, soit en nature, soit en en extrayant l'acide citrique, a répandu cette culture dans tous les lieux où les communications avec les grandes populations sont moins fréquentes; on peut utiliser la récolte en exprimant le jus du fruit, mais à la condition de l'expédier ensuite en temps utile. Le citronnier exige un climat un peu plus chaud que l'oranger.

1° Limonier Cely, celui qui contient le plus de suc relativement à son volume; 2° L. biguette; 3° L. biguette à gros fruits; ce sont ceux qui sont les plus cultivés; 4° L. pouzin, très fertile, mais le fruit a l'écorce trop épaisse.

VI. *Cédratiers.* — Se confondent presque avec les limoniers; leurs rameaux sont plus courts, plus raides; les fruits plus gros, plus verruqueux; chair plus épaisse, plus ferme. On le confit, et c'est le principal emploi qu'on en fait.

Les arbres de cette famille préfèrent à toutes les autres une terre médiocrement meuble, fraîche sans être humide. Dans les terres sèches, il faut répéter trop souvent les irrigations, et les engrais se décomposent et s'évaporent plus facilement, sans avoir pu être atteints par les racines du végétal; mais dans tous les cas il faut qu'on puisse arroser la plantation, car l'oranger transpire beaucoup et se flétrit aussitôt qu'il ne trouve plus l'eau nécessaire à l'ascension de la séve. La culture est la même pour toutes les variétés.

On obtient les orangers par les semis ou les boutures. Cette dernière méthode, fort usitée en Sicile et en Sardaigne, consiste à prendre les longs bourgeons nommés *plumets* que les orangers poussent en été et qui, n'étant pas abrités, ne résistent pas aux premières atteintes de l'hiver. On peut aussi se servir de tout jeune rameau de l'arbre; on laisse deux ou trois bourgeons hors de terre. On fait de ces boutures en novembre et en février. On obtient par ce moyen des orangers francs du pied et de la variété que l'on désire multiplier.

Mais le semis est le procédé le plus général pour se procurer des orangers. En général on sème des bigaradiers parce qu'ils germent et se développent avec plus de facilité; les plants provenant de graines d'orangers croissent lentement; mais Risso observe[1] que leur pied est plus robuste, et qu'il résiste mieux au froid; enfin que, parvenu à l'âge de fructifier, il se charge considérablement de fruits à écorce mince et en général de bonne qualité. Cela paraît si vrai qu'à Sétubal, en Portugal, lieu où les orangers se cultivent avec le plus de soin et d'habileté, on a abandonné depuis huit ans l'usage de la greffe. L'expérience a appris à ces cultivateurs la supériorité incontestable des arbres provenant de semis et non greffés. Leurs orangers croissent rapidement, deviennent des arbres en sept à huit ans et résistent mieux aux intempéries des saisons. Les orangers greffés croissent lentement; il ne leur faut pas moins de quinze à vingt ans pour arriver à l'état d'arbres, et ils sont, en général, très sensibles à l'action des météores. Les orangers venus de semis ne commencent à donner leurs fruits, en Portugal, que vers la quatrième ou cinquième année. Il n'y a peut-être pas en ce moment à Sétubal 100 orangers greffés. Dans un bon terrain et dans une position abritée contre la gelée et les vents de mer, avec une suffisante quantité d'engrais, on peut en huit ans se procurer, en Portugal, un beau

(1) *Histoire naturelle des orangers*, p. 224.

verger d'orangers par semis de pepins [1]. Il suivrait de là que l'oranger franc serait bien peu éloigné des bons types et qu'il serait inutile, si ce n'est nuisible, de rechercher certaines variétés autrement que comme objets de curiosité. Fischer [2] nous dit qu'à Valence (Espagne) on fait venir les orangers de semence et de rejetons. Les premiers durent beaucoup plus, mais croissent plus lentement; aussi, pour accélérer la production, se sert-on surtout de rejetons qu'on greffe. On les met en place quand ils ont $0^m,03$ de diamètre; on les greffe à $0^m,1$ au-dessus du sol à la fin de l'hiver qui suit la plantation. Quand on veut greffer l'oranger, on ne le fait que quand il est déjà en place; tous les genres de greffe lui sont applicables.

Quand on veut obtenir des plants de citronniers, de bergamotte ou de cédrats, c'est la graine de ces mêmes espèces qu'il faut semer. Le citronnier non greffé a le défaut d'être très épineux: c'est principalement pour se procurer des variétés inermes qu'on ne manque pas de les greffer. Les semis de tous les arbres de cette famille se font quand la température moyenne de l'air a atteint + 18°. Aidés d'une saison humide et chaude, ils sortent en moins de quinze jours.

En Portugal, on considère tous les genres de terrains, de l'argileux jusqu'au siliceux, comme propres à l'oranger; on n'excepte que les terres froides et marécageuses. L'oranger ne demande que de la chaleur et une quantité d'eau modérée, telle que ses feuilles restent droites et ne se tordent pas. L'eau d'irrigation doit être à une température assez élevée. On éprouve dans les environs de Nice que les eaux des torrents alpins sont pernicieuses et que l'on ne doit s'en servir qu'après les avoir fait reposer et réchauffer dans des réservoirs. Dans ce pays on arrose toutes les semaines les orangers en terre sablonneuse, et

(1) *Mémoires sur l'industrie agricole du Portugal*, Moniteur algérien, 20 juillet 1844.

(2) *Description de Valence*, page 204.

tous les quinze jours seulement ceux qui sont plantés en terre compacte. M. Moll dit qu'en Algérie on arrose tous les huit jours en employant 200 mètres cubes d'eau par hectare. Les feuilles jaunissent si les irrigations sont trop fréquentes et excèdent les besoins des arbres.

On plante à 2 mètres de distance les orangers en espalier, mais on leur donne 6 mètres en plein vent; il entre ainsi 277 orangers dans un hectare. A Valence les arbres sont plantés à 2 ou 3 mètres de distance. Les orangers en pleine terre croissent facilement, et s'ils sont bien traités, ils ont 3 mètres de hauteur vers leur douzième à quatorzième année. Dans ce pays, où on ne le fume pas, l'oranger languit et meurt à l'âge de vingt à vingt-cinq ans. Il a consommé alors tout l'engrais propre à la terre. Si l'orangerie n'était pas abritée naturellement des vents froids, on l'en garantirait en plantant, comme on fait en Portugal, des haies de lauriers qui s'élèvent rapidement jusqu'à 7 à 8 mètres de hauteur; mais on a remarqué que le voisinage de ces arbres était très nuisible aux orangers. Le cyprès vaudrait beaucoup mieux, mais il croît lentement, et cet abri devrait être préparé à l'avance. Le terrain destiné à la plantation aura été défoncé à $0^{m},50$ de profondeur. Les arbres ne devront pas être enterrés plus qu'ils ne l'étaient dans la pépinière. On cultive du maïs, des citrouilles entre les arbres pendant leur jeunesse; les travaux et les engrais que nécessitent ces plantes favorisent les progrès des orangers. Plus tard ensuite, quand leur ombre commence à couvrir le terrain, on leur donne une première œuvre de $0^{m},25$ de profondeur au printemps, en enlevant avec soin toutes les racines superficielles. C'est le moment que l'on prend pour les fumer; on donne ensuite deux ou trois binages, selon que le terrain est plus ou moins couvert d'herbes adventives, pour maintenir sa netteté.

La quantité de fumier doit être proportionnée au produit.

Pendant la jeunesse des arbres, ils profitent de l'excédant d'engrais que reçoivent les plantes qu'on leur associe; mais quand ils sont seuls en possession du terrain, on leur accorde un engrais dosant 1^{k},19 d'azote pour 1000 oranges récoltées. On fait peu de fumier de ferme dans les pays à orangers, aussi y supplée-t-on ordinairement par des produits animaux divers, les cornes, les poils, les chiffons; les tourteaux conviendraient très bien. On enterre aussi les feuilles tombées de ces arbres et différents engrais végétaux. Traités de la sorte, les orangers croissent avec rapidité, produisent beaucoup de fleurs et de fruits, et paient largement les soins qu'on leur donne. Quand on les néglige, qu'ils sont arrivés au point que leurs racines occupent tout le terrain, ils commencent à dépérir, leurs pousses se raccourcissent, leurs fruits se rapetissent, leurs branches se dessèchent, et ils atteignent la décrépitude longtemps avant d'avoir atteint leur maximum de production. Au contraire, prenez des orangers malades ou épuisés, couronnez-les pour renouveler leurs branches, fumez-les largement, et vous aurez bientôt de beaux orangers très productifs.

La taille de l'oranger consiste uniquement à élaguer au printemps les branches tortueuses, les pousses chétives, les rameaux qui s'embarrassent, ceux qui sont faibles, souffrants ou qui garnissent l'intérieur de l'arbre; enfin on retranche aussi les épines des jeunes arbres sur lesquels elles sont toujours plus nombreuses et qui piqueraient les fruits et les altéreraient. On cueille les feuilles des rameaux taillés, pour en faire usage ou les vendre. Les feuilles du bigaradier, les plus estimées de toutes, avaient à Nice une valeur de 18 à 20 fr. les 100 kilogr., en 1818, quand Risso écrivait son ouvrage.

La récolte des fleurs d'oranger et de bigaradier se fait en mai et juin et se renouvelle quelquefois aussi en automne. On étend des linceuls sous les arbres, et on secoue leurs branches avec force; cette opération est répétée tous les deux jours.

Elle doit avoir lieu quand la rosée est dissipée et que les fleurs sont sèches. Celles des limoniers, des cédratiers ayant trop peu d'arome ne sont pas estimées. Sur un arbre de vingt-cinq à trente ans qui a été bien traité, on recueille de 10 à 30 kilogr. de fleurs à 2 fr. le kilogr., et de 2000 à 5000 fruits. L'arbre commence à porter à cinq ans. Les bigaradiers en rapport donnent de 20 à 60 kilogr. de fleurs d'un prix plus élevé que celles des orangers, et 2000 à 4000 fruits; les cédratiers ne donnent que de 20 à 30 fruits; les bergamotiers 200 à 300; enfin les limoniers en plein rapport jusqu'à 8000 fruits par an. Les fruits sont d'autant plus gros que les arbres sont plus jeunes [1].

A Valence, on compte seulement 6 réaux (1 fr. 62) pour le revenu d'un oranger non fumé et très rapproché de ses voisins. Il en entre 1111 dans l'hectare, qui donne ainsi un revenu de 1777 fr. Les oranges se vendent à vil prix à Valence.

La cueillette des fruits se fait en trois fois : la première en octobre, quand ils commencent à jaunir; ils ne sont pas encore mûrs, mais ils résistent aux longs voyages sans se gâter; la seconde en décembre : ils sont alors à demi maturité, et sont aussi destinés aux voyages de long cours; la troisième au printemps, quand ils ont atteint leur maturité. La rapidité des transports par mer changera cet ordre à l'avenir, et l'on mangera plus d'oranges mûres qu'on ne le faisait jusqu'ici. La cueillette des autres espèces a lieu selon qu'elles approchent plus ou moins de la maturité, en raison de l'éloignement des lieux de débit.

Si l'on considère que, pendant toute sa croissance, l'oranger placé sur des sols irrigables et de bonne qualité n'a pas empêché que l'on profitât de ce terrain pour en obtenir d'autres produits, on concevra que ses fruits soient bien moins chers que ceux de l'olivier qui, occupant le plus souvent des terrains

(1) Risso.

arides, a dû y être cultivé pour lui-même. Si nous cherchons seulement les résultats économiques d'un oranger arrivé à son plein produit, en faisant abstraction des périodes de sa jeunesse pour laquelle les chiffres nous manquent, nous trouverons que les dépenses sont alors :

Rente de la terre pour un terrain irrigué	654k de blé.
Eau d'irrigation	148
Trois binages	277
Engrais (2000 oranges par oranger; 277 orangers, ci 554000 oranges, à 1k,17 d'azote par 1000, ou 648 kilogr. d'azote)	4341
	5420

L'oranger étant supposé produire 2000 oranges et 10 kilogr. de fleurs valant le prix de 333 oranges, les 277 orangers nous donneront 646241 oranges. Le prix de revient de 1000 oranges sera donc :

$$\frac{5420}{646} = 8^{k},4 \text{ de blé, ou 2 f. 26 c.}$$

En Portugal, sur les lieux d'expédition, elles se vendent 60 fr. le mille, ce qui donne un revenu de 38,760 fr. par hectare. Quel que soit le bénéfice du marchand qui traite avec les cultivateurs, on voit quel énorme revenu peut donner une orangerie. Ce résultat, qui semble extravagant, n'est pourtant que l'état fidèle de ce qui se passe dans le petit nombre d'orangeries régulièrement cultivées. La nécessité de l'irrigation en réduit beaucoup le nombre et l'étendue, et constitue une espèce de monopole pour les points irrigables des pays méridionaux. Un tel état de choses indique aussi qu'avec la facilité des communications et les établissements des Européens dans la région de l'oranger, celui que nous faisons en Algérie en particulier, où les eaux sont abondantes sur un grand nombre de points, il peut arriver un moment où le prix des oranges dans nos ports sera inférieur à celui des pommes, et

que si on ne leur trouve pas de nouveaux emplois, cette culture trouvera rapidement une limite dans la difficulté d'en placer les produits.

CHAPITRE II.

Caroubier (Ceratonia siliqua).

En voyant sur les marchés de nos villes du midi ces quelques corbeilles contenant de longues gousses remplies d'une pulpe brune et sucrée, recherchée des enfants qui les sucent avec plaisir, croirait-on qu'à peu de distance, sur la côte d'Espagne, en Afrique, dans l'Asie-Mineure, la Sicile, la Calabre, et les lieux abrités de la rivière de Gênes, cet arbre eût une grande importance? C'est que les substances sucrées ou acidules entrent nécessairement dans le régime des peuples méridionaux, et que les classes pauvres ne pouvant payer celles que produisent des contrées plus chaudes encore, les recherchent dans les fruits propres à leur climat. Le figuier, l'oranger, le caroubier, les cucurbitacées, plus au midi le dattier, composent des groupes alimentaires tempérants, nécessaires pour modérer l'action que la chaleur continue exerce sur les organes digestifs. L'usage peu modéré des liqueurs fermentées produit de grands ravages sur la constitution de ces peuples; c'est avec grande raison que leurs législateurs religieux le leur avaient défendu, tandis que des excitants énergiques d'un autre genre, le café, le thé, les aromates, s'associent sans inconvénient à ces nourritures tempérantes.

Dans les pays où le caroubier est le plus commun, surtout aux îles Baléares, dans la Syrie, dans les îles de l'Archipel, son fruit entre dans le régime des habitants. Le dernier degré de misère où un homme puisse tomber, c'est d'en manquer.

Quand l'enfant prodigue de l'Évangile fut réduit à garder les pourceaux, *il eût bien voulu se rassasier des caroubes* (fruit du caroubier) *que l'on donnait à ces animaux; mais personne ne lui en donnait*[1]. Les fabricants de chocolat de Valence font entrer sa pulpe dans la fabrique d'une espèce de chocolat économique; les pharmaciens en préparent un sirop pectoral; les Arabes s'en servent en guise de sucre pour préparer des confitures de tamarins, de myrobolans; elle entre dans la composition de leurs sorbets, etc.; ils en extraient par la fermentation et la distillation une espèce d'eau-de-vie; mais c'est surtout dans la nourriture des bêtes de somme que les caroubes trouvent leur principal emploi, et l'on peut juger de l'importance de cette ressource dans un pays sec, aride comme les bords rocailleux de la Méditerranée qui se refusent à la production de presque toutes les plantes fourragères, si ce n'est dans quelques vallées arrosées par les rares cours d'eau de cette région.

Son fruit présente beaucoup de parties grasses; aussi est-il éminemment propre à l'engraissement des bœufs et des porcs. Or, l'arbre qui le produit croît dans le terrain le plus sec, le plus pierreux, pourvu qu'il ait du fond, et c'est sur ces espaces déshérités de toute production végétale que l'on trouve, grâce à lui, les aliments nécessaires au bétail, qu'il faut nourrir ailleurs aux dépens des terres les plus riches. Le caroubier est donc une ressource très précieuse pour un grand nombre de lieux. Il pourrait rendre les plus grands services en Corse et en Algérie, si on se livrait à sa plantation.

Mais le caroubier a des limites étroitement resserrées vers le nord, car il ne dépasse pas la ligne où l'oranger peut être cultivé sans abri artificiel. La principauté de Monaco est sa dernière station à l'est de nos frontières; en Espagne il ne dépasse pas le Lobrégat, rivière qui se jette dans la mer un

(1) Evangile de saint Luc, cap. XV, vers. 16.

peu au sud de Barcelone. Sa patrie est probablement le centre de l'Afrique; Denham et Clapperton l'ont trouvé dans le Bornou.

M. Flury, consul de France à Valence, nous a donné une notice sur la culture du caroubier près de cette ville, où il est apprécié à sa juste valeur; en Sicile il semble abandonné à la nature, et l'on nous a assuré qu'autrefois il n'était pas ainsi négligé et qu'il faisait une partie notable de la nourriture des habitants, mais que l'introduction de la figue d'Inde (*Cactus opuntia*) et le grand usage que l'on fait de ses fruits, la facilité et la rapidité de sa croissance, ont fait négliger le caroubier dont la pousse est beaucoup plus lente, et on a cessé de le planter.

A Valence on a su distinguer plusieurs variétés de caroubiers et s'approprier les meilleures et celles qui convenaient le mieux aux divers terrains. Si l'on voulait introduire cet arbre dans un pays où sa culture est inconnue ou négligée, c'est à Valence qu'il faudrait s'adresser pour obtenir des plants greffés du caroubier *Rocha* si on les destinait aux bons terrains, et du caroubier *Matalafan* ou de l'*hermaphrodite* pour les plus mauvais.

Quoique le caroubier vienne sur les terrains les plus arides, il n'y prospère jamais comme dans ceux qui sont riches et arrosés; dans ces derniers, il s'élève beaucoup. On en a vu dans le royaume de Valence qui couvraient une surface de plusieurs centaines de pieds et dont on retirait 1380 kilogr. de fruits. C'est une chose presque incroyable que la rapidité avec laquelle cet arbre, malgré la dureté de son bois, croît dans les bons terrains. Les jeunes caroubiers d'un an y acquièrent quelquefois $0^m,22$ de circonférence et de 3 à 4 mètres de hauteur[1]. Dans les contrées montagneuses de ce pays, on trouve des forêts entières de caroubiers qui couvrent la croupe des hauteurs. Les lieux marécageux et humides sont les seuls où le caroubier ne réussisse pas.

(1) Fischer, *Description de Valence*, p. 60.

Cet arbre peut se multiplier par boutures, mais on ne le propage généralement que par la voie des semis. Ils se font quand le printemps est bien décidé. On sème quelquefois sur place, mais le plus souvent en pépinière, dans une terre bien fumée et ameublie. Les graines retirées de la gousse sont mises à tremper pendant trois ou quatre jours, en changeant l'eau chaque jour, et quand on voit qu'elles commencent à gonfler, on les dispose cinq par cinq dans des poquets éloignés de 0^m,50, et on les recouvre légèrement de terre. On a d'avance arrosé le terrain par inondation et on l'a laissé ressuyer jusqu'à ce qu'il ne s'attache plus aux instruments. Si la chaleur se soutient, les pousses se manifestent en huit et neuf jours.

On greffe les plants en écusson quand ils ont acquis 0^m,50 de hauteur avec des scions pris sur un arbre fécond; si le sujet est un caroubier mâle, on en conserve une branche, et les autres sont greffées de caroubier femelle; s'il est femelle, on pose une seule greffe de mâle; l'arbre est en effet souvent dioïque, quoiqu'il y ait des pieds polygames. On les transplante dans la pépinière définitive quand ils ont pris 0^m,01 de diamètre. Il ne faut pas attendre plus longtemps, car il importe à la réussite de la transplantation que l'on transporte le plant en mottes, avec la plus grande partie de ses racines. Pour y parvenir on mouille fortement le terrain, parce que la terre sèche se pulvérise trop facilement, et on enlève une motte de 0^m,20 à 0^m,30 de diamètre. Le caroubier transplanté commence à donner du fruit à cinq ou six ans.

Pendant la première année, on cultive soigneusement l'arbre pour maintenir la terre nette et meuble. Dans tous les pays où l'on peut craindre des gelées blanches, on couvre les plants à l'entrée de l'hiver, pour ne les découvrir qu'au printemps suivant. La seconde année, les arbres ayant déjà 1 mètre de hauteur, on empaille leur tige, après avoir coupé toutes les pousses latérales. C'est quand les arbres ont cinq à six ans

qu'on les enlève de la pépinière pour les transplanter à la place qu'ils doivent occuper, en ayant soin de les lever en mottes et en conservant le plus de racines qu'il se pourra.

Alors on coupe les tiges à la hauteur de 1m,90 et on les place dans des fosses de 1 mètre de surface sur 1 mètre de profondeur, que l'on recomble jusqu'à la hauteur où elles doivent recevoir les racines, de manière que l'arbre ne soit pas plus enterré que dans la pépinière. On laisse un petit creux circulaire autour du pied et on l'arrose fortement. Les plantations de printemps doivent aussi être arrosées plusieurs fois dans cette saison; celles d'automne dispensent de cette précaution. Les caroubiers doivent être espacés de 15 mètres entre eux, car leurs racines s'étendent beaucoup. On laboure plusieurs fois le terrain chaque année pour le maintenir en bon état de netteté et d'ameublissement.

On taille le caroubier dès le début de la plantation de manière à lui former une tête composée de quatre branches. La taille des années subséquentes se borne à enlever les gourmands et les racines qui se croisent. Si l'arbre a le rameau mâle, on le tient plus court que les femelles.

Le caroubier fleurit en automne et porte ses fruits l'automne suivant. La récolte de ce fruit se fait au mois de septembre, en Espagne, quand la chute spontanée des gousses annonce qu'il est arrivé à sa maturité. Pour détacher celles qui restent sur l'arbre, on les gaule avec de longues cannes (*arundo donax*) qui sont légères et ne les meurtrissent pas. « Cette récolte est toujours pour les Valenciens une fête champêtre. Les hommes marchent armés de cannes, tandis que les femmes et les enfants ramassent les gousses et poussent des cris d'allégresse. Tout auprès on voit les ânes qui mangent en silence ces fruits nouveaux[1]. » On étend les fruits recueillis dans des magasins bien aérés; on ne les entasse que quand ils

(1) Fischer, *loco citato*, p. 62.

sont secs, autrement ils fermenteraient et contracteraient une couleur noire.

Le caroubier est souvent attaqué par un ver qui s'insinue dans son tronc en laissant ouvert le canal qu'il y creuse. On le détruit en y introduisant un fil de fer. Il est sensible aux changements de température au printemps et en automne, et dans les lieux les moins bien exposés, près des limites de sa région, il est sujet à se fendre. Quand la vieillesse fait dépérir ses branches supérieures, on le couronne; mais on ne peut remplacer ceux qui meurent dans les plantations : les nouveaux venus ne pourraient vivre à travers le lacis de racines de leurs voisins.

L'épais feuillage des caroubiers produit une ombre qui entretient la fraîcheur de la terre; aussi dans ces climats brûlants voit-on réussir dans ces plantations des récoltes de seigle et de blé qui, sans leur secours, n'auraient pu résister à la sécheresse. On plante aussi des vignes entre les rangs de caroubiers.

M. Flury nous fournit un compte de cette culture qui ne donne qu'une idée assez vague de la production des plantations de caroubiers, parce qu'il part d'une base que nous ne pouvons pas bien apprécier. Il suppose un champ de ces arbres de la valeur de 2500 fr., et nous dit qu'il produit chaque aunée :

6300 kil. de caroubes, au prix moyen de 6 fr. les 100 k.			378 f.
Desquels il faut défalquer : pour les cultures . .	78f		
pour les frais de récolte.	50		128
Rente nette.			250

Ou 10 p. 100 de bénéfice.

Nous aurions préféré connaître l'âge et le nombre des arbres, l'étendue du terrain, sa qualité, enfin le produit des plantations aux différents âges. De Candolle[1] nous dit qu'entre

(1) *Mémoires de la Société royale et centrale d'agriculture,* 1840, p. 235.

Nice et Monaco on compte sur une récolte de 100 kilogr. à 10 c. par kilogr. pour un arbre moyen, ce qui, à 44 arbres par hectare, donnerait 4400 kilogr. de caroubes valant 440 fr.

CHAPITRE III.

Figuier d'Inde (Cactus opuntia)

Il y a quelques années (1839), au retour d'un voyage de Sicile, nous exprimions comme il suit l'impression qu'avait produite sur nous la consommation étendue qui s'y fait de la figue d'Inde [1]. « La manne, la providence de la Sicile, c'est le figuier d'Inde (*cactus opuntia*). Ceux qui n'ont pas vu l'abondance de sa production et l'usage presque exclusif qu'en font les habitants, de juillet à novembre, trouveront ces épithètes trop magnifiques; mais quand on saura tout ce que cette île lui doit, on ne pourra qu'y applaudir. Il faut donc commencer par dire que les paysans s'y nourrissent entièrement de figues d'Inde du moment où ce fruit vient à maturité et tant qu'il en reste sur la plante ; ils en consomment de vingt-quatre à trente par jour; presque tous ont un assez grand nombre de plants de cactus pour pourvoir à leur subsistance, et, dans l'intérieur, les vingt-quatre ou trente fruits ne coûtent qu'un sou de Naples; mais personne n'en achète, excepté les voyageurs; la table est mise partout et pour tout le monde : c'est presque un fruit mis en communauté. La Sicile s'engraisse pendant ces quatre mois; ce temps passé, le jeûne commence. A Catane, on a l'industrie de faire sécher les figues d'Inde et d'en composer des masses compactes pour s'en nourrir en hiver. Ce fruit conservé frais se paie 2 fr. 50 le cent et n'est plus d'un usage aussi général.

(1) *Mémoires de la Société royale et centrale d'agriculture*, 1840, p. 313, et *Journal d'agriculture pratique*, 1re série, t. III, p. 433.

L'espace manquerait aux habitants, dans leurs chétives demeures, pour pouvoir en conserver la provision du reste de l'année.

« La figue d'Inde est ici (en Sicile) ce qu'est la banane dans les pays équinoxiaux, et l'arbre à pain dans les îles de l'océan Pacifique; elle est partout, mais ne donne de produits en argent que dans les environs des villes. Là elle peut procurer une rente assez élevée. Un terrain de 1 hectare et demi planté de cactus, près de Palerme, était affermé cette année 360 fr. Le figuier d'Inde vient dans tous les terrains ; les creux des laves et des rochers, les limons, les calcaires en portent également ; ils ne redoutent que les terrains constamment humides. Sa présence annonce de loin les villages et les moindres habitations.

« Si le figuier d'Inde portait des fruits toute l'année ou que les cases des paysans fussent assez grandes pour y conserver leur provision d'hiver, et si d'ailleurs ils possédaient le petit coin de terre nécessaire pour en tirer cette subsistance, cette affreuse misère (misère dont nous donnons la description) n'existerait pas ; mais aussi nous croyons que n'ayant plus ce besoin pressant à satisfaire, tout travail cesserait dans l'île. Une nourriture facile, un climat qui réchauffe l'homme à son beau soleil, les délivrent du travail qui nous est imposé depuis le péché originel ; mais les pays qui jouissent de ce privilége sont rares, et en Sicile il n'est que partiel. De novembre en juillet il faut revenir au pain et aux fèves pour se sustenter, et ces aliments demandent du travail, etc. »

Les passages que nous venons de transcrire contiennent presque tout ce que l'on pouvait dire sur les résultats de la culture du cactus. En Afrique, en Corse, en Egypte, en Asie, il ne tient pas une aussi grande place dans l'alimentation que celle qu'on lui voit occuper en Sicile ; il n'en est plus qu'un accessoire, et nous ne désirons pas qu'il prenne plus d'exten-

sion. L'usage presque général de la figue d'Inde dans ce dernier pays, en réduisant la culture de la fève et du pain qui étaient autrefois la base du régime, en diminuant celle du figuier commun qui vaut mieux comme nourriture, mais qui exige plus de soin et occupe plus de place, en faisant presque disparaître le caroubier, n'a pas été favorable à la condition humaine. Quand on offre aux nations ces nourritures abondantes, faciles à obtenir sur un petit espace de terrain, qui se font sans avance de capitaux, elles s'y attachent avec empressement, et adoptent sans hésiter un régime moins substantiel. C'est l'effet qu'a produit ailleurs l'introduction de la pomme de terre, devant laquelle aussi se sont retirées les cultures des légumineuses qui donnaient une meilleure nourriture. Ces considérations ne nous conduiront pas plus à proscrire la culture du cactus que celle de la pomme de terre; nous voudrions seulement les ramener dans des proportions où leur usage fût salutaire et avantageux à l'ensemble des intérêts des pays où elles peuvent être établies.

Le cactus résiste bien aux petites gelées, et on le voit prolonger plusieurs années son existence ainsi que l'oranger dans de la zone où la congélation de l'eau se manifeste tous les hivers ; mais une saison un peu rigoureuse le fait disparaître en le forçant à rentrer dans ses limites.

Le fruit du cactus contient de l'albumine, du mucilage et du sucre cristallisable. Son goût est légèrement sucré et plutôt insipide. On le mange en le dépouillant de son écorce couverte de pinceaux de poils piquants, qui pénètrent et se fixent dans la chair si l'on n'opère pas avec précaution. On avale la figue ainsi décortiquée en une bouchée et sans chercher à débarrasser la pulpe des graines qu'elle contient. On dit que son usage communique aux urines une couleur rougeâtre qui est sans inconvénient; on le regarde même comme salutaire dans les maladies des voies urinaires.

On trouve en Sicile plusieurs variétés très remarquables de ce fruit. La variété noble est celle que l'on doit cultiver de préférence; elle le mérite par le volume et la finesse de sa chair. Les variétés sauvages sont beaucoup plus petites et moins savoureuses.

Pour faire une plantation de cactus, il suffit d'enfoncer une raquette de $0^m,05$ à $0^m,06$ dans la terre ameublie. On voit même partout des raquettes tombées à plat s'enraciner et produire un nouveau végétal. On accélérera la production en plantant du vieux bois portant quelques raquettes. On place les cactiers à la distance de $1^m,50$ à 2 mètres les uns des autres. Chaque année on retranche les branches qui intercepteraient le passage et l'on retranche les raquettes inférieures que l'on donne à manger aux bestiaux après les avoir coupées en tranches. On leur donne aussi les fruits de qualité inférieure qui les engraissent rapidement.

Outre leurs usages comestibles, les cactiers plantés l'un près de l'autre forment d'excellentes haies de clôture. Nous ne parlons pas ici du cactier nopal (*cactus coccinilifer*). Il se multiplie de la même manière que l'opuntia, mais son emploi est particulièrement de nourrir les cochenilles, et l'éducation de ces insectes est du ressort de la zootechnie.

SECONDE DIVISION.

ARBRES ET ARBUSTES DE LA RÉGION DE L'OLIVIER.

CHAPITRE IV.

L'Olivier.

Il ne paraît plus douteux que si une partie de la graisse des animaux se forme par l'action des organes sur les aliments

non azotés, son accumulation ne soit fort hâtée par l'usage d'aliments huileux ou graisseux qui semblent prendre place dans les différents organes sans transformation ultérieure. C'est ainsi que les tourteaux, le maïs et les autres aliments qui contiennent le plus de matières grasses sont reconnus comme les agents les plus actifs de l'engraissement. Ces réservoirs de graisse dans le corps des animaux, dont nous provoquons la formation pour la satisfaction de nos appétits, renfermés dans des limites raisonnables, sont un approvisionnement de substances propres à alimenter la respiration, à recevoir l'excédant de carbone du régime de chaque jour et à lui fournir le complément quand il lui en manque. Ce sont des réservoirs qui s'ouvrent et se ferment alternativement, pour régulariser la consommation qu'exigent les fonctions si essentielles des organes pulmonaires. C'est ce qui rend l'usage du beurre et de l'huile si général. Le régime de nos ouvriers ruraux de Provence est un des plus simples que l'on puisse imaginer. Il se compose de pain très blanc, de différents fruits dont quelques-uns, comme la figue, l'amande d'olives, etc., contiennent une forte proportion de parties grasses et huileuses, de légumes secs et d'une quantité d'huile d'olive pour les apprêts qui en moyenne est par année de $4^k,9$ par individu de tout sexe et de tout âge. Tous les aliments analysés nous ont donné $7^k,035$ de matières grasses, c'est-à-dire que la quantité de $11^k,935$ de matières grasses composent le minimum du régime dans cette contrée. Les hommes y sont généralement maigres et nerveux.

D'après la statistique de la ville de Paris (1824), le beurre et l'huile consommés dans cette ville représentent une quantité moyenne de 12 kilogr. par individu. Ainsi les parties graisseuses contenues dans le reste des aliments seraient en excédant sur la proportion attribuée aux paysans du midi de la France.

M. Liebig[1] cite le régime d'une famille de son voisinage composée de neuf personnes, quatre enfants et cinq adultes. Ce régime consiste par mois en :

110k,5 de pain dosant en graisse.	2k32
66 kilog. de viande ayant, selon ce même auteur, $\frac{1}{7}$ de graisse	9,43
Beurre.	8,00
57 litres de lait, ayant $\frac{4}{100}$ de beurre	2,28
	22,03

Ainsi chaque individu reçoit $\frac{22^k,03}{9} = 2^k,44$ de graisse par mois, ou 29k,28 par année ; deux fois plus que nos paysans du midi.

La température moyenne de Marseille étant + 14° et celle de Carlsruhe + 10°, la différence totale de consommation de matières grasses est de 17 kil. ou de 4k,2 par degré de température moyenne. Alors les Groënlandais, avec une température moyenne de — 15°,7 (*Boothia felix*), consommeraient 108k de graisse. On sait en effet qu'ils mangent beaucoup de graisse d'animaux et boivent de l'huile de poisson. Avec une température moyenne de + 25° à la Vera-Cruz, on devrait s'abstenir de tout aliment gras. Quoi qu'il en soit de l'exactitude de ces aperçus, ils nous font comprendre la nécessité, pour les peuples méridionaux, de se pourvoir d'huile de bonne qualité pour suppléer à la graisse qui manque à leur alimentation presque entièrement végétale.

Outre l'usage que l'on fait de l'huile comme comestible, il ne faut pas oublier qu'elle est la base du savon, substance devenue si nécessaire dans l'hygiène des nations modernes. « Le savon, dit avec justesse M. Liebig[2], est une mesure de l'aisance et du degré de civilisation des États. Si l'on établit une comparaison entre deux pays qui ont le même nombre d'habitants, on peut avec certitude regarder comme le plus

(1) *Chimie organique appliquée à la physiol. animale*, p. 40, note.
(2) *Lettres sur la chimie*, IX.

riche, le plus civilisé, celui qui consomme le plus de savon; car le débit et la consommation de ce produit ne dépendent ni du caprice, ni de la mode et du désir de chatouiller le palais, mais bien du sentiment du beau et des avantages qui résultent de la propreté. Là où de pareils sentiments sont pris en considération et satisfaits, on peut dire qu'il y a à la fois aisance et civilisation. » Nous n'avons pas le chiffre du savon actuellement fabriqué à Marseille; il était, en 1828, de 40 millions de kilog., dont 3,617,300 exportés. Ainsi il entrait dans la consommation de la France 36,382,700 de kilogr., ou, selon la population de ce temps, 1^{k},13 par individu, en supposant que les savons fabriqués dans le reste du pays représentent la quantité employée dans les fabriques. Les anciens n'employaient pas l'huile, mais les graisses, dans la fabrication de leurs savons; ce n'est que vers le septième ou le huitième siècle que les Vénitiens commencèrent à employer l'huile d'olive. La propriété qu'elle a de donner des savons durs rend son emploi indispensable. Aujourd'hui la savonnerie est devenue une grande industrie dont les produits se transportent au loin. Le savon destiné pour les pays chauds doit être entièrement composé avec de l'huile d'olive; on y mélange plus ou moins de graisse, de 15 à 20 p. 100 pour celui qui est destiné à des régions plus froides; ce mélange adoucit la coupe du savon et le rend moins cassant.

Si l'on en excepte quelques terrains où ils cultivaient du sésame, les anciens n'obtenaient de l'huile comestible que de deux arbres, l'olivier et le noyer : l'olivier dans les régions chaudes, le noyer dans celles qui sont plus froides ou montagneuses. Partout où les Grecs fondèrent des colonies, ils transportèrent avec eux leur arbre favori, véritable richesse de leur patrie et dont la culture semblait indiquer pour eux la sagesse du propriétaire qui se livrait au soin de l'arbre dédié à Minerve. Mais sur les côtes de la Provence l'olivier ne retrouve

pas le climat de son pays natal. Cet arbre se trouve au midi, le long des côtes de la mer Rouge, jusque dans l'Arabie-Heureuse; il couvre les montagnes les plus basses de l'Asie-Mineure, celles de l'Atlas dans le nord de l'Afrique, les îles de la Méditerranée; mais après avoir franchi cette mer, il ne s'éloigne pas des abris de la côte sans éprouver des hivers trop rigoureux pour lui, et s'il s'avance encore au nord ou à l'ouest, il ne trouve plus des étés assez chauds pour mûrir son fruit. L'olivier est étroitement limité par ces deux circonstances sur le continent de l'Europe, et nous avons déjà décrit les bornes de la région qui convient à sa culture[1].

Si l'on considère que dans les pays où son existence est pour ainsi dire éternelle, l'olivier occupe des terrains qui sans lui seraient d'une valeur médiocre et nulle, et qu'il y donne presque sans soins des récoltes d'une valeur plus grande que celles des meilleures terres livrées à une culture négligée, on ne peut douter que ces régions où règne une demi-barbarie ne continuent à produire beaucoup d'huile, quels que soient les abaissements de prix dont peut les menacer la concurrence des graines oléagineuses. Mais en sera-t-il de même de l'olivier transplanté en Europe, dans les climats où son existence est menacée, où il est exposé non-seulement à cette concurrence, mais encore où l'abondance des bras, l'activité de la culture, l'exposeront à lutter avec d'autres arbres, tels que la vigne et le mûrier, dont la croissance ou la mise à fruit est plus rapide, et qui n'ont pas les mêmes chances de mortalité? Les résultats de notre analyse devront résoudre cette question importante, et nous y verrons que la décadence de la culture de l'olivier dans ces contrées tient surtout à ce qu'on a négligé de lui appliquer les perfectionnements que l'on prodiguait aux cultures rivales; et si nous prouvons qu'à ces limites extrêmes, aux avant-postes de son empire, l'olivier peut encore leur

(1) Tome II, p. 328 et 555.

disputer le terrain, ne devra-t-on pas penser qu'un jour, quand les beaux pays qui entourent la Méditerranée se réveilleront de leur long sommeil, ils pourront reconquérir la production exclusive de l'huile sur les régions tempérées, et qu'on pourra dire de cette production, dans ces pays privilégiés, ce qu'Arthur Young disait de celle des boissons : « Que doit-t-on penser d'un arbre qui couvre tous les ans les terres inférieures d'une production égale à celle du froment? Posséder un pareil élément, c'est sans doute posséder une supériorité incontestable[1]. »

SECTION Ire. — *Végétation de l'olivier.*

L'olivier venu de semence pousse en pivot profond, puis il établit l'empâtement de ses racines horizontalement et le plus près du sol qu'il lui est possible, en ayant égard à la permanence de l'humidité qui lui est nécessaire dans la couche où il s'étend. M. Amoreux[2] rapporte avoir vu un olivier de grosseur moyenne planté sur le bord d'un grand fossé, à demi renversé par un orage. On voyait à nu des racines grosses comme le bras, dont les unes étaient horizontales et les autres verticales. Parmi ces dernières, il y en avait qui plongeaient à quatre mètres; mais celles-ci avaient rampé près de la surface extérieure de l'excavation, et étaient restées à portée de l'air extérieur, autant que les racines horizontales qui s'étaient étendues sur la surface plate du champ. Cette disposition de l'olivier à s'enraciner peu profondément est si grande que, quand on le butte fortement, de nouvelles racines en grand nombre se forment au-dessus du collet, que la séve s'y arrête et produit progressivement une tuméfaction, une bosse ligneuse si pleine de vie, que ses moindres fragments séparés du tronc peuvent

(1) Œuvres, t. XVII, p. 221.
(2) *Traité de l'olivier*, p. 65.

immédiatement donner naissance à un olivier nouveau.

Abandonnées au cours naturel de leur végétation, les branches de l'olivier tendent à s'élever en forme pyramidale. Il peut prendre ainsi de grandes dimensions. Nous en avons vu en Corse, près de Rogliano, qui avaient jusqu'à 17 à 18 mètres de hauteur. Le tronc le plus gros que nous ayons observé près des fontaines cyanées à Syracuse avait deux mètres de diamètre. Il paraissait avoir été maltraité et était sur son déclin. Nos oliviers de soixante ans, en Provence, couvrent par leur feuillage une circonférence de 5 à 8 mètres de diamètre et ont ras de terre de 25 à 30 centimètres de diamètre.

Les rameaux de l'olivier sont alternes sur les branches ; ils portent des feuilles alternes aussi, dont la durée est de 2 à 3 ans ; de leur aisselle naissent de nouveaux jets, dont les bourgeons axillaires ne se développent pas cette même année ; l'année suivante ils donnent des grappes de fleurs. C'est toujours sur du bois de deux ans que naissent celles-ci.

La floraison a lieu quand la température moyenne est arrivée à + 18 ou + 19°. La grappe est longue à se développer et la floraison dure quelquefois deux mois ; mais quand la fleur est épanouie, le fruit noue en une semaine. Cette grappe est composée d'une douzaine de fleurs, dont le plus grand nombre avorte. Il ne reste plus finalement qu'une, deux, rarement trois ou quatre olives par grappe. Puis une grande partie de celles qui ont noué se dessèchent et tombent sans grossir. Deux mois après la floraison terminée, le noyau est dur et l'amande qu'il renferme est blanche et solide. Une fois le noyau formé, il ne grossit plus, mais la chair de l'olive augmente de volume ; elle contient seulement, d'abord, une substance aqueuse qui passe peu à peu à l'état d'émulsion, et qui enfin se change graduellement en huile jusqu'à l'époque de la maturité de l'olive.

Pendant l'été, il tombe encore une assez grande quantité

d'olives fanées soit par l'effet de la sécheresse, soit par les attaques des insectes.

La maturité parfaite de l'olive, considérée comme production d'huile, est celle où elle en renferme la plus grande quantité; et cette quantité augmente jusqu'au moment où le fruit se détache de l'arbre et tombe; ce qui n'a pas lieu avant le mois de mai de l'année qui suit la floraison, au moment où l'arbre va fleurir de nouveau. L'olive qui n'a pas encore changé de couleur contient beaucoup d'émulsion; quand elle prend une teinte rougeâtre ou jaunâtre, selon son espèce, la proportion de l'huile est déjà plus considérable; enfin elle ne contient plus que de l'huile quand elle a pris sa couleur définitive, qui est généralement noirâtre. D'après Gandolfi[1], le rapport des quantités d'huile dans ces trois états est comme les nombres 2:4:5. Dans la rivière de Gênes, on estime que la quantité d'huile recueillie d'un même nombre d'olives étant 2 en novembre sera 3 en mai.

SECTION II. — *Durée des oliviers.*

Deux jours de gelée très forte suffirent en 1709 pour tuer presque tous les oliviers de Perpignan à Nice; ils périrent en 1789 à la suite de dix-neuf jours de fortes gelées pendant lesquelles le thermomètre descendit jusqu'à —15°,63 à Orange[2]; mais dans l'un et l'autre cas, comme en 1820, en 1830, on a pu remarquer que les oliviers étaient préservés dans la partie de la région où le dégel s'opérait lentement, sous l'influence d'un temps couvert, de la pluie, d'un vent du nord violent et froid, tandis qu'ils périssaient, même après avoir éprouvé des froids bien moins violents, si le dégel survenait avec un soleil clair et un temps calme, ainsi qu'il arriva

(1) *Saggio soprà li ulivi*, p. 183.
(2) Nos mémoires d'agriculture, t. II, p. 365.

en 1811, où trois jours de gelée au minimum de —9°,37 furent fâcheux pour les oliviers situés au sud de la Durance et loin des bords du Rhône où le dégel se fit par un beau soleil et un léger vent du sud-est, tandis que près du Rhône et au nord de la Durance, le dégel fut accompagné d'une petite pluie, et les oliviers ne souffrirent pas. Le danger consiste donc dans l'intensité, la continuité des gelées et la rapidité du dégel. En calculant toutes ces chances près de la limite nord de la région des oliviers, en tenant compte de la nature et de l'étendue des ravages causés par ces accidents, nous avons trouvé qu'il était probable que tous les quarante ans on y éprouverait un désastre de nature à obliger de receper les oliviers au pied; car jamais ils ne périssent complétement dans leurs racines, et la repousse d'un arbre enraciné est rapide et parvient à porter fruit bien plutôt qu'un arbre nouvellement planté.

SECTION III. — *Composition de l'olive.*

Sans nous arrêter aux expériences imparfaites de Sieuve, nous donnerons ici le résultat de celles de M. Stanchowich sur des olives d'Illyrie[1], en avertissant que la composition de ce fruit varie selon les différentes variétés que l'on traite.

La pulpe du fruit contient en poids :

		Huile. p. 100.	Tourteaux secs. p. 100.
Eau de végétation.	51,25	»	»
Fibres et débris végétaux. . .	14,38	»	14,38
Huile	9,39	9,39	»

Le noyau contient :

Huile du noyau	?	»	»
Débris ligneux	20,00	»	20,00
Huile de l'amande.	0,62	0,62	»
Débris de l'amande.	0,16	»	0,16
Perte	4,20	»	»
	100,00	10,01	34,54

(1) *Bulletin de la société centrale d'agriculture*, t. I, p. 696, décembre 1840.

Ainsi l'on a obtenu 0,10 du poids en huile et 0,34 en tourteau; celui-ci dose 0,77 p. 100 d'azote. Cette huile, au point où elle est recueillie, donne environ 1,5 à 2 p. 100 de débris végétaux; le marc à l'état sec dose 6 p. 100 d'azote. En admettant cette analyse comme type, et nous verrons plus loin que l'on aurait pu choisir des variétés d'olives qui en auraient fourni de plus avantageux, nous observerons que les oliviers passablement garnis de fruits portent en outre un poids de feuilles moitié de celui des olives. La durée de ces feuilles est de deux ans; elles dosent à l'état frais 0,50 p. 100 d'azote. Ainsi sans compter ce que peut en contenir un bois fumé annuellement, nous avons pour 100 kilogr. d'olives :

$34^k,46$ de tourteau, dosant 0,77 p. 100. . . .	0,265 d'azote.
$0^k,15$ de marc de l'huile dosant 6 p. 100 . . .	0,009
90 kil. de feuilles, dont 25 seulement par année.	0,125
	0,399

Et pour chaque production d'un kilogr. d'huile, $0^k,04$ d'azote, environ 12 kilogr. de fumier de ferme.

D'après les expériences que nous avons faites et qui sont rapportées dans nos *Mémoires d'agriculture*[1], 1600 jeunes oliviers, situés à Tarascon, produisaient en sept ans, sans être fumés, $310^k,40$ d'huile; le même nombre de plants fumés donnaient $713^k,92$; différence, $403^k,52$ d'huile. Cette olivette recevait tous les trois ans 12787^k de fumier dosant $51^k,15$ d'azote. Ainsi chaque kilogramme d'huile avait été produit par un engrais contenant :

$$\frac{51,15}{403,52} = 0^k,12 \text{ d'azote.}$$

Les arbres étaient trop jeunes pour profiter d'une aussi grande quantité de fumier de ferme, leurs racines n'étaient pas assez développées, et il y avait une partie de l'engrais qui se manifestait d'ailleurs par l'opulente végétation des herbes adven-

(1) Tome II, p. 458.

tives. Quoi qu'il en soit, 100 kilogr. de fumier reproduisaient $3^k,3$ d'huile.

D'un autre côté, les oliviers non fumés avaient puisé dans le même temps dans l'atmosphère une quantité de matières nutritives exprimée par $310 \times 0,04 = 12^k,4$ d'azote, ou $1^k,73$ par an; la tête de chacun de ces arbres présentait une quasi-sphère qui avait une surface extérieure de $3^{mq},14$, et la totalité de 1600 arbres avait une surface de 5024 mètres carrés; ainsi nous avions pour 100 mètres carrés une absorption de

$$\frac{1,73}{50} = 0,0346,$$

équivalant à un peu moins de la teneur de 1 kilogr. d'huile. A l'âge de trente-cinq ans, la tête des oliviers ayant 3 mètres de diamètre présentait des sphères de $28^{mq},26$ et aurait absorbé 0,0120 équivalant à la valeur de 250 grammes d'huile. Le produit d'un hectare non fumé planté de 200 oliviers ne devrait donc pas s'élever, à cet âge, à plus de 50 kilogr. d'huile.

Les bonnes variétés d'olives contiennent beaucoup plus d'huile que celles expérimentées par Stanchowich. Dans les années où la récolte a réussi et où les fruits sont pleins de sucs élaborés, la variété *blanquette* que nous cultivons à Tarascon nous rend 9 kilogr. d'huile pour 39 kilogr. d'olives, ou 0,23 du poids du fruit, et 0,15 dans les années moyennes.

SECTION IV. — *Variétés d'olives.*

On trouve un grand nombre d'oliviers sauvages sur les montagnes qui bordent les côtes de Provence, sur celles de la Corse, de l'Afrique, de l'Espagne. On attribue leur semis à ces nombreuses troupes d'oiseaux, surtout aux tourdres et aux étourneaux, qui font un dégât considérable dans les plantations. La plupart de ces plants sauvages ne portent que des olives dont le noyau est à peine recouvert de quelque pulpe;

mais il s'en trouve aussi parmi eux dont le fruit mérite d'être distingué, et il est probable que c'est par leur transplantation que le nombre des variétés d'oliviers s'est multiplié, car les anciens nous en ont décrit beaucoup moins que nous n'en connaissons aujourd'hui[1]. C'est dans la Calabre et la Sicile qu'il faudrait chercher les synonymes de leurs variétés, car chaque pays en cultive et en recommande qui lui sont particulières, ce qui, joint à la multiplicité des noms vulgaires, produit un chaos difficile à dissiper. Nous dirions bien avec Caton : EARUM IN IIIS LOCIS OPTIMAM DICENT ESSE, EAM MAXIME SERITO; *Cultivez celle que l'on regarde comme la meilleure dans votre pays*. Mais cette maxime prudente est un peu une maxime de paresseux qui pourraient s'y trouver trompés, tant le mélange désordonné des variétés les moins productives se présente encore dans les olivettes des contrées les moins avancées dans cette culture, et tant la réputation qu'on leur fait est fondée sur des qualités secondaires. Mais il est certain aussi que dans les pays où la culture est soignée on a su se débarrasser par la greffe de toutes les variétés inférieures et qu'on n'y trouve plus que deux ou trois variétés choisies. C'est dans ces cantons où la récolte de l'huile est la principale affaire qu'il faut aller chercher les bonnes variétés. Nous n'essaierons pas ici de décrire toutes celles que l'on trouve dans la région des oliviers. Nous pourrions en donner une longue liste en recueillant celles que nous présentent Garidel, Bernard, Amoreux, Tavanti; nous renvoyons à ces auteurs ceux qui voudraient entreprendre ce travail. Il nous suffira ici de donner quelques principes généraux qui peuvent guider dans le choix que l'on voudra en faire.

A leur maturité, les olives sont généralement noires; cependant il y a quelques variétés qui ne font que jaunir; telle est

(1) Caton, cap. 6 ; Varron, lib. I, cap. 24; Columelle, lib. V, cap. 7; Palladius, cap. 18; Pline, lib. XV, cap. 2.

l'excellente *blanquette* de la terre de Baux (le revers méridional de la chaîne des Alpines en Provence). Le noyau de l'olive étant ovoïde, plus la forme du fruit s'en distingue en approchant de la forme sphérique, et plus elle a de pulpe. Les meilleures espèces sont en général plus grosses à leur sommet qu'à leur base (partie la plus rapprochée du pédoncule). Les olives pointues sont en général peu productives d'huile. Les plus grosses appréciées pour être mangées, parce qu'elles offrent dans un seul morceau une assez grande quantité de chair, ne sont pas toujours celles qui ont le plus d'huile relativement à leur poids total. Enfin, si l'on veut une épreuve mathématique, il faut séparer la pulpe du noyau et rejeter la variété dont la chair n'aura pas au moins trois fois le poids du noyau, cette épreuve étant faite avant l'hiver. L'extraction de l'huile d'une quantité donnée et sa proportion au-dessus ou au-dessous du dixième du poids de l'olive serait un indice encore plus certain.

Il y a cependant une autre considération qu'il ne faut pas négliger quand on a planté un olivier près de la limite de la région : c'est la rusticité des arbres, la faculté de résister au froid. Dans le pays où l'on a le plus souffert d'un hiver rigoureux, on a greffé les nouvelles plantations et les repousses avec des bourgeons pris sur les arbres qui avaient résisté, et l'on a ainsi multiplié les variétés les plus robustes qui ne sont pas toujours les plus productives. Cette précaution est bonne surtout quand les plantations ne doivent pas être poussées rapidement par une culture vigoureuse et que l'on n'attend le produit que du temps qui amène de nouvelles chances de mortalité. Nous n'hésitons pas à nous en affranchir en comparant les probabilités de mortalité avec les produits d'oliviers qui rendent le tiers ou moitié en sus d'huile, et la rapidité des repousses des arbres qu'une riche culture a pourvus de racines abondantes et vigoureuses.

SECTION V. — *Moyen de se procurer du plant.*

1° Le semis paraîtrait la méthode la plus naturelle de se procurer du plant, et c'est celle dont on se sert le moins. On objectait contre elle la difficulté de la sortie des germes qui ne paraissent ordinairement qu'après deux ans de séjour en terre; mais on sait ajourd'hui que par le cassement des noyaux et le semis des amandes on obtient une prompte sortie. Nous avons le premier pratiqué et indiqué cette méthode en 1822 [1]. La difficulté consistait à casser le noyau sans offenser l'amande. M. Gasquet a inventé un instrument par le moyen duquel on y réussit sans peine. Quand l'amande est dépouillée de son noyau, on la trempe dans une bouillie composée de fiente de vache et de terre argileuse, et on sème très épais au mois d'avril. Les jeunes oliviers ne tardent pas à se montrer; on les repique l'année suivante à $0^m,80$ l'un de l'autre, dans une terre bien préparée, bien fumée et arrosée à propos; on les y maintient nets de mauvaises herbes. A sept ans on enlève la moitié des plants après les avoir greffés en tête; ils reviennent alors au pépiniériste à 45 c. l'un, tout greffé.

2° On obtient aussi facilement du plant en détachant des esquilles garnies d'écorce des protubérances gemmifères qui se trouvent à la base du tronc des oliviers. On les plante au printemps dans une terre bien meuble à $0^m,80$ de distance. Nous avons regarni plusieurs olivettes du plant que l'on s'était procuré de cette manière après le grand hiver de 1789.

3° On peut aussi planter de boutures, par une autre méthode, en prenant des branches de $0^m,02$ à $0^m,03$ de diamètre que l'on enfonce en terre de $0^m,20$, ou bien avec des rameaux plus minces et plus longs que l'on couche en terre à $0^m,20$ de profondeur. Cette méthode est surtout pratiquée en Espa-

(1) *Bibl. univers. de Genève,* Agriculture, t. VII, p. 109.

gne. En voyant l'uniformité des espèces cultivées dans les pays à oliviers, Bernard conjecture qu'elle était généralement suivie autrefois, parce qu'elle donne des arbres francs de pied[1]; c'est celle qui est décrite par les anciens auteurs d'agriculture[2].

4° Aujourd'hui la méthode la plus usitée consiste à profiter des rejets qui viennent au pied des oliviers, à les détacher avec quelques racines quand ils ont la grosseur voulue pour être plantés, c'est-à-dire 0^m,03 de diamètre. Dans les années ordinaires, ces plants se vendent de 2 fr. 50 à 3 fr., mais ils sont à bien plus bas prix après les années de mortalité, parce que chaque olivier coupé au pied donne naissance à une multitude de rejetons et plus qu'il n'en faut pour réparer les pertes.

5° Dans les pays où beaucoup d'oliviers sauvages naissent dans les bois et les montagnes, on choisit les mieux venus pour les transporter dans les plantations. La plupart de ces plants, mangés par les moutons, sont trop souvent vieux, tortus, rabougris, et ce n'est qu'à la faveur d'une position isolée et peu accessible qu'il s'en élève quelques-uns de beaux. Mais on peut former des pépinières en s'emparant des jeunes plants de l'année et en les transportant dans un bon terrain.

Le succès économique de la plantation des oliviers résidant, selon nous, dans le choix d'arbres forts, sains, bien enracinés et prêts à se mettre à fruit, le cultivateur qui entendra bien ses intérêts ne calculera pas sur le prix des arbres pour s'en procurer de tels. C'est aux pépiniéristes à apprécier l'avantage qu'ils trouveraient à produire ce plant tout prêt et bien conditionné et à juger s'ils en trouveront le débit dans leurs localités. L'opération agricole consiste à obtenir de jeunes plants de semis de l'âge de sept ans, comme nous l'avons indi-

(1) *Traité de l'olivier*, p. 174.
(2) Caton, cap. 46; Columelle, lib. V, cap. 9; Pline, lib. XVII.

qué, à éclaircir la pépinière en enlevant la moitié des plants, et à laisser entre ceux qui restent un intervalle de $1^{m},60$. C'est ce que nous appelons les vergers d'attente. On les tient bien travaillés et fumés, et à l'âge de 14 ans on peut offrir des plants qui, après deux ans de plantation, se trouveront au niveau de ceux qui en auront 14. Voici les détails de ces opérations :

Plantation de jeunes plants obtenus de semis sur un dixième d'hectare de terre de jardin sèche et légère.

1.	Rente du terrain (118 kil. de blé par an) pendant 7 ans.	826^{k}
2.	Engrais, soit au début, soit distribué pendant la durée de la plantation, dosant 50 kil. d'azote.	335
3.	1562 plants venus de semis, à 3 kil. de blé le 100 . . .	47
4.	Bêcher le terrain à $0^{m},50$ de profondeur.	160
5.	Trois cultures à la herse par an.	233
6.	Greffer et ébourgeonner.	290
		1891

Chaque plant revient à $\frac{1891}{1562} = 1^{k},2$ de blé ($0^{f},32$).

A sept ans on vend la moitié des plants sur lesquels on réalise sans doute un bénéfice considérable; mais nous supposons qu'ils ne soient vendus qu'à leur prix de revient; le compte de verger d'attente sera le suivant :

1.	Prix des plants restant en place.	$945^{k},5$ de blé.
2.	Rente de la terre pour 7 ans	826,0
3.	Engrais, 150 kil. d'azote (3 fumures)	1005,0
4.	Cultures annuelles	233,0
5.	Taille et soins.	290,0
		3299,5

On obtient ainsi 782 plants d'olivier, qui coûtent $\frac{3299}{782} = 4^{k},2$ de blé ($1^{f},13$) l'un.

Des plants pareils vaudraient plus de 6 fr. sur les marchés, et le succès de la plantation ne serait pas douteux.

SECTION VI. — *Terrains propres à l'olivier.*

L'olivier est de plus en plus relégué dans les terrains secs, arides, manquant de fond, où la culture de ses rivaux, la vigne et le mûrier, est reconnue impossible; on n'entreprend plus les plantations de cet arbre sur des terrains profonds et riches; c'est cependant dans de pareils sols quon voit l'olivier arriver à sa perfection. Dans les sols rocailleux où on le tolère encore, où on le plante même parfois, il donne peu de fruits, et la médiocrité de ses produits discrédite sa culture. L'olivier bien traité était regardé du temps de Columelle comme le premier des arbres : *Olea prima omnium arborum est.* Mais c'est que dans ce temps on ne le reléguait pas dans les ravins infertiles et qu'il était associé dans les meilleurs sols aux cultures les plus soignées, comme on le voit encore en Toscane et dans quelques oullières de Provence. Nous avons bien vu aussi des oliviers plantés dans le creux des rochers produire de bonnes récoltes, mais c'est que ces roches fendillées donnaient accès aux racines ou qu'ils y étaient traités avec des engrais abondants et comme des orangers en caisse. Tel ne peut être le but d'une bonne culture. L'olivier résiste aux mauvais traitements mieux que les autres arbres, voilà sa propriété; mais il ne fructifie abondamment que dans une position où d'autres arbres se trouveraient bien. Le véritable obstacle à l'extension de ses plantations, c'est la longue attente de ses produits quand il est planté par la méthode ordinaire. Nous avons déjà montré les meilleurs moyens de l'abréger.

Cet arbre vient sur tous les terrains. S'il paraît redouter ceux qui sont argileux, c'est parce qu'ils sont souvent humides en hiver; et c'est en effet la seule condition qui lui soit défavorable. On a remarqué dans le Var que, planté dans les terrains calcaires, il était beaucoup plus productif que celui qui

croît sur les schistes et les granits. Peu importe d'ailleurs que la surface du sol soit pierreuse, pourvu que le gravier soit mêlé à une forte proportion de terre dans les couches inférieures. L'olivier permet ainsi de profiter de certaines espèces de terre dont la surface est si sèche et si aride que les récoltes des plantes annuelles ne pourraient y réussir.

Si le champ peut s'arroser, on pourra tirer grand parti de cette faculté pour le succès des récoltes. Dans les terrains frais, le produit est en général proportionnel à la chaleur solaire que conserve le sol et que reçoivent les corps opaques ; aussi l'exposition est-elle d'une grande importance dans cette culture. Les abris ne le sont pas moins. On en jugera par l'expérience suivante : un thermomètre exposé au soleil contre un mur élevé seulement de 2 mètres au-dessus du thermomètre au midi nous donnait 6 à 7 degrés de moins de chaleur maximum dans notre climat, à vents du nord froids, que si le mur avait 13 mètres d'élévation. L'air froid se déverse par-dessus la crête du mur et vient refroidir celui qui est en contact avec l'instrument. Cette donnée explique les beaux résultats que l'on obtient des oliviers placés à des expositions méridionales, inclinées et abritées. Il ne faut pas se dissimuler cependant qu'ils y sont plus exposés aux dangers de dégels subits.

Section VII. — *Des plantations.*

On opérera différemment selon la nature du sol où devront avoir lieu les plantations. Si le terrain caillouteux, pierreux, n'est pas propre aux plantes annuelles, on couvrira sa surface entière d'oliviers ; au contraire, s'il est susceptible de porter d'autres récoltes, on plantera les oliviers en cordons espacés les uns des autres, de manière à laisser entre eux un espace libre qui sera consacré à ces cultures. C'est ce que l'on appelle des oullières dans le midi[1]. L'olivier est d'autant plus propre

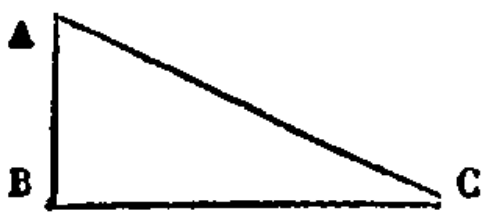
(1) Tome III, p. 512.

à ce mode de plantation que sa tête est moins forte que celle des autres arbres proportionnellement à son produit ; que son évaporation est moins grande, qu'ainsi il dessèche moins le sol ; enfin que son ombre est moins froide parce que ses feuilles s'échauffent plus que celles des arbres à forte évaporation, tels que le mûrier, le noyer, etc. La plantation en oullières a de plus l'avantage d'utiliser le terrain pendant la jeunesse de l'arbre et de ne pas mettre à sa charge la totalité de la rente, de la culture et des engrais.

Le champ destiné à la plantation sera labouré à $0^m,40$ de profondeur pour que les racines puissent s'y étendre librement, que l'humidité ne séjourne pas à la surface, et que la fraîcheur se maintienne dans le sol. S'il paraît exposé à l'humidité souterraine, il faut l'en délivrer soigneusement au moyen de tranchées couvertes. Quand la terre contient beaucoup de chiendent, la plantation sera précédée d'une succession de labours d'été qui en amènent la destruction. Il ne faut pas faire de culture profonde avant d'en avoir vu la fin.

Si l'on plante en massif, on considérera à quelle hauteur se maintiennent les gros oliviers du pays. Cette hauteur déterminera la distance qu'ils doivent avoir entre eux, car cet arbre ne retient ses olives et n'en porte une quantité suffisante que sur les faces exposées au soleil ; il est donc essentiel qu'à partir de l'équinoxe de printemps, les arbres voisins ne se couvrent pas réciproquement de leur ombre. Pour ne pas entrer dans un calcul trop compliqué sur les azimuts divers du soleil, aux différentes époques de sa course, nous dirons qu'on l'obtiendra avec une exactitude suffisante en plantant les rangées du nord au midi et en donnant aux arbres, dans les allées entre elles, un écartement tel que l'arbre planté au sud ne puisse porter son ombre sur celui planté à son nord, le 22 mars à midi. Il faudra d'abord déterminer la hauteur méridienne du soleil pour ce jour-là et pour la latitude où se

fait la plantation. Le jour de l'équinoxe, la déclinaison étant zéro, la hauteur méridienne M est le complément de la latitude. Ainsi par la latitude d'Orange (44°8′), le jour de l'équinoxe, nous avons M = 90 — 44° 8′ = 45° 52′. Alors connaissant la hauteur à laquelle s'élèvent des arbres, et supposant qu'elle soit de 5 mètres, nous avons à résoudre le triangle rectangle



ABC dont le côté AB, hauteur de l'arbre, égale 5 mètres; l'angle C, hauteur méridienne = 45° 52′; l'angle A = 44° 8′, et nous avons la proportion : *Sin.* de 44° 8′ : 5 :: *Sin.* de 45° 52′ : $x = 5^{m},15$. Ainsi, à l'extrémité de la région des oliviers, la distance minimum des arbres doit être à peu près égale à leur élévation. On voit donc qu'en adoptant la distance de 5 mètres, tous nos cultivateurs du midi avaient trouvé la distance à laquelle leurs arbres doivent être placés pour ne pas se dérober le soleil. A Alger (36° 47′ de latitude), nous avons pour la hauteur méridienne du soleil à l'équinoxe M = 53° 13′; si les arbres s'y élèvent à 10 mètres, nous avons la proportion *Sin.* 36° 47′ : 10 :: *Sin.* 53° 13′ : $x = 7^{m},48$. Plus on avance vers l'équateur, et plus la distance peut être petite relativement à l'élévation des arbres.

Si le terrain est propre à être planté en oullières, on leur donne de 8 à 10 mètres de largeur, et dans les rangées les arbres pourront n'être espacés qu'à la distance indiquée par le calcul.

A moins que l'on ne pût faire la plantation de l'olivier en enlevant toute sa motte et sans déranger ses racines, on est obligé de retrancher ses rameaux avant de le mettre en terre[1]. S'il n'a pas été greffé en pépinière et qu'on ne lui ait pas déjà formé une tête, on coupe son pied à la hauteur que l'on veut désormais donner à son tronc et au point où l'on veut faire

(1) Tome III, p. 524.

naître les branches. La fixation de cette hauteur dépend de plusieurs circonstances. L'arbre est d'autant plus vigoureux que le tronc est plus court : *lætius enim frondat*[1]. Il arrive souvent dans les printemps secs que le jeune plant pousse du pied et que le reste de la tige se dessèche. Les oliviers à tête basse végètent avec beaucoup plus de vigueur que ceux qui l'ont haute. On doit donc préférer le premier parti. *Exiguus admodùm suprà scrobem emineat*[2]. Une des plus belles plantations que nous ayons vues avait ses tiges de $0^m,25$ de hauteur seulement; on leur donne en général $0^m,80$. Mais si les troupeaux pénètrent dans l'olivette, si ces troupeaux sont formés de moutons qui ne sont pas disciplinés comme le sont les brebis *estantes* dans les pays d'oliviers où ces animaux n'osent pas lever la tête pour regarder leur feuillage dont ils sont si avides, il faut bien se décider à établir l'origine des branches à une hauteur que le bétail ne puisse atteindre, c'est-à-dire $1^m,50$ à 2 mètres d'élévation. Ces plantations réussissent moins bien, surtout dans les terrains secs; les arbres y ont une tendance à pousser du pied; il faut ébourgeonner sans cesse le tronc, et il se passe fort longtemps avant qu'ils aient une belle tête. Les troupeaux divagants sont un des plus grands obstacles à la réussite des plantations d'oliviers dans les pays où on les souffre.

La plantation pourrait se faire en toute saison, dans le cours de l'été même, pourvu qu'on l'arrosât abondamment jusqu'à sa reprise complète. Nous avons ainsi planté de gros arbres que l'alignement d'une route nous obligeait à enlever; au bout de deux ans ayant repris la ramure que nous avions retranchée, ils avaient regagné leur première forme. Mais pour éviter la dépense de ces arrosements, on choisira la saison de l'automne pour planter dans les terres sèches; la séve du jeune olivier privé de sa tête est arrêtée, et il peut éprouver

(1) Columelle, lib. V, cap. 9. (2) *Ibid.*

de grands froids sans en souffrir. Dans les terrains frais ou humides en hiver, on plantera au printemps,

Si le terrain n'a pas été défoncé complètement, on fait des fosses carrées ayant 1^{m},50 de côté sur 0^{m},70 de profondeur; un homme en fait huit ou neuf dans une journée; mais si l'on a fait un défoncement, on se borne à faire une fosse de la dimension nécessaire pour recevoir la motte, que l'on n'enfoncera qu'à la profondeur qu'elle avait précédemment en terre. Quoiqu'on ait soin d'arroser les plantations de printemps, comme on ne le fait qu'imparfaitement, surtout si l'on doit transporter l'eau de loin, il n'est pas rare de perdre un dixième des plants; nous n'en avons jamais perdu qu'une proportion insensible dans les plantations d'automne.

Section VIII. — *Cultures annuelles.*

Nous avons vu en Corse des étendues considérables de terrain plantées en oliviers qui ne recevaient aucune culture. Le sol n'appartenant pas au même propriétaire que les arbres, le propriétaire du sol l'utilisait par le pâturage et il n'aurait pas souffert que les labours vinssent porter atteinte à l'intégrité de son gazon. Il en résulte que les plantes annuelles dévorent la substance de la terre, qu'elles absorbent l'humidité, et que la terre qui n'est jamais fouillée sert de repaire aux larves des insectes qui attaquent les olives; dans ces positions on ne compte que sur la chance d'une bonne récolte tous les cinq ans. Par d'autres raisons peut-être, les olivettes de Sicile ne sont pas mieux tenues. Cependant l'olivier éprouve les effets les plus marqués du nettoiement et de l'ameublissement du sol, et l'on peut discerner à l'œil ceux qui ont reçu les labours les plus fréquents et les mieux faits. Ils ne doivent pas être profonds quand on a accoutumé depuis longtemps ces arbres à des labours superficiels; on s'exposerait alors à offenser les racines

qui se sont établies près de la surface ; mais il sera utile d'accoutumer les jeunes olivettes à des travaux de $0^m,27$ de profondeur au moins. C'est au reste ce qui arrivera si l'on profite des espaces intermédiaires pour y cultiver des plantes annuelles pendant les premières années. Dans les pays où la récolte a lieu en novembre, cette dernière culture suivra immédiatement la cueillette ; on donne ensuite trois binages à la terre : le premier dès que le fort de l'hiver est passé ; le second en mai, quand la végétation des herbes annuelles est bien déterminée et avant leur défloraison ; le troisième en août pour extirper et faire périr le chiendent et les plantes vivaces. Les labours à la charrue ont lieu aux mêmes époques, mais ils ne dispensent pas de fossoyer à chaque fois le pied des arbres qui ne peut être atteint par cet instrument. On profite du dernier binage pour déposer l'engrais au pied des arbres, et pour les butter avant l'hiver. A chacune de ces œuvres on enlève au pied des arbres le chevelu des racines qui provient du buttage et les jeunes rejetons qui y croissent ou qui poussent le long du tronc. Ces trois labours croisés nous coûtent 305 kilogr. de blé par hectare ; il faut y ajouter les trois binages des pieds d'arbre à la houe qui reviennent à 26 kilogr. de blé pour cent arbres.

La sécheresse détermine quelquefois la chute des olives ; dans les pays où l'on peut disposer de l'irrigation, on arrose le terrain, mais il ne faut pas abuser de cette pratique. Dans le département des Bouches-du-Rhône, on se borne à trois arrosages au plus. On fait arriver l'eau par des rigoles jusqu'au pied des arbres au moment de la floraison et dans les moments les plus secs de l'été.

Dans les terrains cultivés en oullières, la fumure des plantes intermédiaires suffit pour que les oliviers y trouvent leur nourriture ; mais quand par leur disposition, par leur taille, ou par la nature de la surface du sol, ces cultures n'ont pas lieu, il faut appliquer aux arbres l'engrais qui leur est nécessaire. On

ne commence généralement à fumer les oliviers que quand ils se mettent à fruit, mais on hâterait beaucoup ce moment si on les fumait dès leur jeunesse. Leurs racines s'étendent peu alors, et on met le fumier autour du pied de l'arbre. La première récolte qui commence à compter étant de $0^k,3$ par arbre, et $0^k,12$ d'azote donnant 1 kilogr. d'huile, on leur appliquera pendant les premières années un engrais dosant $0,3 \times 0,12 = 0^k,036$ d'azote. Quand l'arbre commence à produire, il faut tenir compte non-seulement de sa récolte actuelle, mais pourvoir à son accroissement. Nous ajoutons un dixième d'engrais à ce qu'exigeait son produit annuel. Ainsi dès que l'arbre porte $0^k,3$, nous donnons un engrais dosant $0^k,04$ d'azote, et à un arbre qui aura porté 1 kilogr. d'huile $0,12+0,012=0^k,132$. On ne doit jamais désespérer d'un olivier qui aurait été longtemps négligé: on rajeunit cet arbre par les engrais.

Dans les terrains où le lupin réussit, on peut semer cette plante dans l'intervalle des arbres. Son enfouissement procure un excellent engrais; il en serait de même des féveroles, si le sol était assez riche et assez frais pour porter cette plante. L'une et l'autre empruntent presque tous leurs éléments à l'atmosphère. L'enfouissement du buis est aussi une grande ressource dans les pays où cette plante est commune. Sur nos côtes de la Méditerranée, on fait un grand usage du roseau (*arundo donax*) que fournissent les nombreux étangs qui les bordent.

SECTION IX. — *Taille de l'olivier.*

Dans les pays arriérés du midi de la région, on ne taille pas l'olivier. Il prend alors une forme pyramidale très élevée; ses rameaux, plus ou moins divergents, sont difficiles à atteindre, et la séve, obligée de parcourir de trop longs rameaux pour

parvenir jusqu'au fruit, ne donne jamais un produit en rapport avec le volume de la tête de l'arbre.

Pour bien conduire la taille de l'olivier, il faut se pénétrer des faits suivants : 1° cet arbre ne fleurit que sur le bois de deux ans ; 2° les fleurs ne nouent et ne produisent de fruit que quand elles sont exposées aux rayons solaires pendant une grande partie de la journée ; les arbres touffus sont moins productifs que ceux qui sont clairs de branches et de feuillages ; 3° les rameaux horizontaux ou pendants sont les plus fructifères, les rameaux verticaux ne portent pas de fruit ; 4° quand il y a un trop grand nombre de rameaux à fruits, ceux-ci sont petits, peu productifs d'huile, et les récoltes sont bis-annuelles.

Ces principes sont absolument méconnus par les praticiens barbares qui taillent l'olivier sur les grosses branches et qui semblent le considérer comme un arbre à bois plus que comme un arbre à fruit ; la taille est encore fautive dans un grand nombre de pays plus avancés ; elle ne s'approche de la perfection que sur les bords de la Durance. Ici elle consiste : 1° à supprimer tous les rameaux qui s'élèvent verticalement et qui sont de véritables *gourmands ;* 2° à couper les chicots, les branches mortes, les rameaux latéraux qui s'emportent et dépassent tous les autres en longueur ; 3° à supprimer sur les rameaux d'un an ceux de l'année qui sont les plus intérieurs, et à réserver sur chacun de ceux que l'on conserve le bouquet terminal et quelques bouquets les plus près de celui-ci qui auront la force de se mettre à fruit, tandis qu'ils avorteraient si la séve était partagée entre un grand nombre de bouquets sur le même rameau. On doit former ainsi des arbres bien arrondis, presque sphériques, pleins dans leur ensemble, dont les rameaux soient disposés sans confusion, dont les inférieurs pendent de manière à cacher à l'œil la plus grande partie du tronc, assez éclaircis pour que l'on puisse passer une

main dans l'intérieur de l'arbre sans s'aider de l'autre pour écarter les rameaux [1].

M. Lardier croit avoir acquis l'expérience qu'en ébourgeonnant chaque année les rameaux, au lieu de les éclaircir par la taille, on obtiendrait une récolte annuelle, tandis qu'elle n'est réellement que bisannelle sur les arbres trop chargés de rameaux secondaires à la seconde année, qui est celle où ils donnent leur bonne récolte.

Pour former la tête de jeunes arbres, il faut, dès le 1er avril, ébourgeonner sévèrement le tronc, tailler les rameaux qui s'emportent de manière à égaliser les différents côtés de l'arbre, diminuer le nombre des pousses secondaires des rameaux de manière à fortifier les pousses terminales.

SECTION X. — *Maladies de l'olivier.*

Le fléau le plus dangereux pour l'olivier est sans contredit une grande intensité de froid suivi d'un dégel rapide. Quand il en a subi les atteintes, les feuilles jaunissent et se dessèchent, son écorce se ramollit et se sphacèle. Toutes les portions de l'arbre qui présentent ce dernier symptôme sont perdues sans ressource. On attend que le retour du printemps ait manifesté l'étendue du mal en montrant jusqu'à quel point la vie est conservée ; alors on coupe dans le vif toutes les parties atteintes ; les rameaux qui ont été préservés ne tardent pas à pousser de nouveaux bourgeons. Parfois le tronc lui-même est frappé; on le coupe entre deux terres, et les racines qui ont toujours été préservées dans les hivers les plus rigoureux poussent de nombreux rejetons. On en réserve deux ou trois qui, aidés par la masse de leurs racines, grandissent et se mettent rapidement à fruit.

Bernard [2] dit avoir remarqué que quand un olivier était voisin d'un amandier qui périssait de mort subite (sans doute par

(1) Lardier, *Essais*, t. IV, p. 192. (2) *Mémoire sur l'olivier*, p. 263.

l'effet de quelque cryptogame parasite des racines), il ne tardait pas à subir le même sort.

Les insectes sont ensuite les principaux ennemis de l'olivier; parmi ceux-ci le kermès rouge qui, s'établissant sur les branches, s'y multiplie extrêmement, cause l'extravasation de la séve qui teint l'arbre d'une couleur noire et finit par le faire périr après l'avoir rendu infertile pendant nombre d'années. Il n'est pas douteux que l'ébouillantement des branches infectées, comme on le pratique pour détruire la pyrale de la vigne, ne pût débarrasser l'olivier de cet ennemi qui détruit des vergers entiers.

La mouche de l'olive (*Dacus oleæ*) est devenue l'objet des études de plusieurs naturalistes. M. Guérin-Menneville recommande un moyen qui avait été déjà suggéré par M. Lardier [1]; il consiste à cueillir les olives aussitôt qu'on reconnaît qu'elles sont piquées. Elles donnent sans doute alors une moindre quantité d'huile, mais outre que celle que l'on recueille plus tard est infecte, on détruit ainsi la génération de ces mouches en triturant sa larve avec l'olive. Nous laisserons à d'autres mains le détail de ce sujet et celui des ravages moins considérables causés par d'autres insectes.

Section XI. — *Récolte de l'olive.*

De fortes raisons déterminent à devancer la maturité complète de l'olive pour en faire la cueillette. Quoiqu'on sache que la quantité d'huile contenue dans l'olive augmente jusqu'au moment où l'olive se détache spontanément de l'arbre, comme cette maturité est successive, la récolte devrait l'être aussi; il en résulterait que pendant plusieurs mois il faudrait chaque jour ramasser les olives tombées, souvent souillées de terre à l'époque des pluies de l'hiver; qu'on serait obligé de les conserver assez longtemps avant d'en avoir réuni une assez grande

(1) *Essais*, t. IV, p. 215.

quantité pour les porter au moulin, qu'elles fermenteraient et qu'on ne ferait ainsi que de l'huile de mauvaise qualité; que d'ailleurs il y aurait toujours une quantité d'olives qui ne se détacheraient que fort tard et qu'il faudrait gauler, si les arbres sont grands, pour pouvoir terminer à temps la cueillette, et que l'on n'éviterait pas ainsi le dommage que cette opération porte aux arbres; enfin si l'olive passe sans inconvénient l'hiver sur les arbres dans les pays où les gelées sont rares et peu intenses, si elle achève de mûrir et grossit dans cette saison, il n'en serait pas de même dans ceux où l'hiver est rigoureux et où il serait à craindre que l'olive gelée et dégelée subitement ne se décomposât. On est d'ailleurs obligé de suivre la coutume du pays que l'on habite et où les moulins à huile sont fermés passé une certaine époque.

Si l'on ajoute à ces raisons que pendant l'hiver les olives sont exposées à de nombreux maraudeurs, que les mulots, les étourneaux, les merles prélèvent une forte part sur la récolte, on comprendra que la perte sur la quantité d'huile produite par les olives cueillies avant la complète maturité ait une assez forte compensation.

Au nord de la région on cueille l'olive au moment où elle commence à changer de couleur, ce qui arrive vers le 1er novembre, et l'on continue la récolte jusqu'au 15 ou 20 décembre. Dans les pays où la population est rare proportionnellement au nombre des arbres, on attend la chute spontanée du fruit, ou bien on gaule les arbres avec de longues perches; détestable pratique qui, en mutilant les jeunes rameaux, détruit l'espoir des récoltes futures et nuit au développement régulier des arbres. L'arbre est inégalement fourni de branches, mutilé, et sa tête ne répond pas à la grosseur de son tronc. L'olive est bien plus précieuse que les cerises qu'on ramasse une à une; c'est aussi de cette manière qu'on la cueille partout où des raisons plus fortes n'empêchent pas de se préoccuper

de l'avenir des récoltes et de la bonne qualité des produits.

La cueillette à la main exige d'autant plus de temps que les arbres sont moins chargés de fruit. Sur des arbres bas, une journée de femme produit en moyenne 30 kilogr. d'olives, donnant quelquefois 7^k d'huile, d'autres fois seulement 3^k, mais en moyenne $4^k,5$. Comme il y a concurrence pour obtenir des ouvrières, les journées sont plus chères d'un quart que les journées moyennes et se paient $3^k,75$ à 4^k de blé; ce qui met à la charge de chaque kilogr. d'huile $0^k,89$ de blé (33 c.).

Les olives fraîchement récoltées rendent moins d'huile que celles dont la chair a subi un commencement de décomposition ; elles s'écrasent moins facilement; leurs cellules restent entières et l'huile s'en détache avec difficulté ; mais cette huile est beaucoup plus fine, elle n'a pas éprouvé un commencement d'oxydation ou de rancidité ; elle conserve longtemps le goût de fruit et un peu d'amertume, goût si recherché des Provençaux, mais que craignent les habitants des pays du nord; elle ne le perd que la seconde année. Si l'on doit porter les olives au moulin, dans un bref délai, on les étend sur le plancher, en couches minces, que l'on remue de temps en temps pour qu'elles ne s'échauffent pas; mais si le détritage doit être retardé, M. Laure conseille de les enfermer dans des cases ou cuves ouvertes par-dessus, de les y fouler en les piétinant sans les écraser à mesure qu'on les recueille. On fait ainsi une masse impénétrable à l'air, qui ne contracte pas de moisissure et n'entre pas en fermentation. On les recouvre d'une natte pour les préserver du froid. On peut alors retarder longtemps la fabrication de l'huile. M. Laure cite l'exemple d'un propriétaire qui, ayant récolté en novembre et décembre, ne fit son huile qu'en avril, après avoir suivi cette méthode. Elle fut abondante et d'excellente qualité, et fut vendue au même prix que celle qui avait été fabriquée avant l'hiver[1].

(1) *Bulletin de la société d'agricult. du Var*, décembre 1827, p. 93.

Les frais de mouture varient beaucoup selon les pays ou selon la perfection du travail. Là où l'huile est extraite aussi complétement que possible et où les tourteaux ne peuvent pas donner lieu à recense et sont refusés par les animaux, tellement ils en sont dépouillés, nous trouvons à Marseille une dépense de 4 fr. pour une quantité d'olives qui rend en moyenne 28^{k},85; c'est 14 c. par kilogr. d'huile (0^{k},5 de blé); à Tarascon il en coûte 12 c. Dans certains lieux les propriétaires se paient d'une manière fort irrégulière en eaux grasses; cette coutume entraine de grands abus.

Section XII. — *Compte du prix de revient de l'huile selon les diverses situations.*

Rien n'est plus variable que les produits bruts des plantations d'oliviers. Ainsi en Corse, où il y a des arbres qui donnent en une seule année 150 kilogr. d'huile, où un grand nombre d'entre eux produisent 64 kilogr. d'huile, mais où les causes de destruction sont si grandes que l'on ne peut pas compter sur plus d'une bonne récolte en 5 à 6 ans, le produit moyen de ces mêmes arbres n'est pas de plus de 9 à 10 kilogr. d'huile. Les oliviers étant espacés de 15 à 16 mètres, il y en a 42 par hectare qui donnent un produit de 420 kilogr. d'huile d'un prix moyen de 90 fr. les 100 kilogr., ou 378 fr. par hectare[1]. En Espagne les oliviers sont réputés dans leur force quand ils produisent 114 kilogr. d'huile (9 arrobes). Pouvoir tirer une rente pareille d'un terrain qu'on laisserait en friche, après y avoir planté des arbres qu'on abandonne à eux-mêmes, c'est un privilége que donne le climat et dont on sait bien peu profiter; si des causes étrangères à une bonne exploitation ne s'opposaient pas aux labours, et que par là

(1) Moll, Rapp. au Ministre, *Journal d'agriculture pratique*, t. I, p. 223.

on fît disparaître les nids d'insectes que couvrent les gazons, si on soumettait de bonne heure les arbres à une taille régulière, qu'on les tînt plus bas et qu'on leur fournît des engrais proportionnés à leur récolte, quelle culture de graine oléagineuse pourrait lutter contre les admirables propriétés de l'olivier! Si depuis dix-sept ans nos colons de l'Algérie avaient planté et soigné des oliviers au lieu de tenter des cultures impossibles dans l'état actuel de la population, ils seraient riches aujourd'hui. Cette assertion sera d'autant mieux prouvée que nous allons montrer la possibilité et les avantages d'une culture raisonnée et productive de l'olivier à l'extrémité nord de la région, où elle a contre elle toutes les chances défavorables.

Nous supposons donc une plantation d'oliviers faite dans le département des Bouches-du-Rhône, sur un terrain assez profond pour que les racines puissent y trouver de la fraîcheur et de la qualité d'une bonne terre à seigle; nous adoptons tous les procédés perfectionnés sans lesquels une plantation ne présente que des pertes, parce que l'accumulation des intérêts composés ne peut plus être couverte par la récolte[1]. Dans ce climat nous plantons nos oliviers à la distance de 5 mètres.

FRAIS DE PLANTATION.

Culture profonde du terrain à 2 chevaux.	190ᵏ de blé
400 plants d'oliviers de 14 ans de pépinière ou verger d'attente et greffés. Nous les obtenons à 1 fr. 13 (4ᵏ,20 de blé)	1664
Plantation, à 0ᵏ,33 de blé par arbre (0 f. 09). . . .	132
	1986

CULTURE ANNUELLE.

Intérêt de la plantation	198,60
Trois œuvres à la houe	151,20
Butter le pied de l'arbre à l'entrée de l'hiver et enterrer le fumier, 15 journées d'ouvrier.	89,25
Taille et ébourgeonnement annuel.	89,25
	528,20

(1) Voir nos Mémoires, t. II, p. 425 et suiv.

La rente de la terre est couverte par les cultures que l'on y fait habituellement, que l'on continue et qui prospèrent d'autant mieux qu'elles profitent des labours profonds. A la seconde année de la plantation l'arbre se mettra à fruit, et donnera dans les dix années qui suivront une récolte moyenne de $0^k,6$ d'huile que l'on pourrait pousser beaucoup plus haut par les engrais progressifs, comme nous allons le voir bientôt. Nous avons pour 400 arbres 240 kilogr. d'huile qui nécessitent la dépense suivante :

Portion d'engrais puisé par l'arbre sur celui des cultures faites dans les intervalles, ci 0,039 $\times$ 240 = $9^k,36$ d'azote, plus $\frac{1}{10}$ = $10^k,29$ . . .	$68^k,94$ de blé.
Cueillette, 0,89 $\times$ 240	213,60
Détritage, 0,50 $\times$ 240	120,00
Culture.	528,20
	930,74

Le kilogr. d'huile revient à $\frac{930,74}{240} = 3^k,87$ ($1^f,04$). Le prix moyen de l'huile fine est de 1 fr. 55.

Cette première période décennale constitue donc déjà un bénéfice.

Pour se faire une idée de la progression que peuvent suivre les oliviers bien traités, il faut maintenant se rappeler l'expérience de M. Bousquet, ancien député, à Saint-Hyppolite (Gard) qui, en quinze ans de plantation, était parvenu à faire produire à ses oliviers $2^k,5$ d'huile en leur donnant annuellement 75 kilogr. de fumier dosant 0,29 d'azote, et que des arbres particulièrement soignés qu'il avait près de la ferme avaient porté à cet âge jusqu'à 5 kilogr. d'huile. Ici nous sommes obligé de revenir sur ce que nous avons dit en parlant des engrais. Nous avons vu que nous avions employé 0,12 d'azote par kilogr. d'huile produite; ici nous trouvons également:

$$\frac{0,29}{2,5} = 0,116$$

pour ceux de M. Bousquet, quantité triple de celle qu'annonce le dosage des produits. On voit que l'olivier, qui paie bien la quantité totale, est cependant un arbre paresseux à absorber l'engrais du sol et que probablement il ne profite bien que de celui qui est dans un état de décomposition assez avancé et très soluble. Nous croyons donc devoir insister sur l'utilité des plantations en oullières, qui permettent des cultures annuelles que l'on fume bien. Alors l'olivier prend sa part seulement dans les engrais qui profitent à ces cultures et sa dépense se trouve fort allégée. Mais acceptons dans toute son étendue la déperdition que nous venons de constater doublement et jugeons-en les résultats.

Quand nos oliviers portent 1 kilogr. d'huile que nous prendrons pour moyenne des dix années suivantes, nous aurons :

Les dépenses de culture restant les mêmes	528,20 de blé.
Pour 400 kil. d'huile, engrais $0{,}12 \times 400 = 48$ kil.	
d'azote et $\frac{1}{10}$ en sus, 52 kil.	348,40
Cueillette, $0{,}89 \times 400$	356,00
Détritage, $0{,}50 \times 400$	200,00
	1432,60

Le kilogr. d'huile reviendra à $\frac{1432.60}{400} = 3^{k},58$ de blé (96 c.), et l'hectare de terrain donnera un prod. net de $(1{,}55 - 0{,}96) \times 400 = 236$ f.

Dans la troisième période décennale, le produit moyen sera au moins de $2^{k},5$ et nous aurons :

Dépenses de cultures	528,20
1000 k. d'huile, 120 k. d'azote, plus $\frac{1}{10}$, ci 132 k.	884,40
Cueillette, $0{,}89 \times 1000$	890,00
Détritage, $0{,}50 \times 1000$	500,00
	2802,60

Le kilogr. d'huile coûtera $\frac{2802{,}60}{1000} = 2^{k},80$ (76 c.), et l'hectare de terrain rapportera $(1^{f},\ 55 - 0{,}76) \times 1000 = 790$ fr.

Nous croyons que la progression sera encore plus rapide si l'on augmente les fumiers selon les récoltes obtenues, et si on

se sert d'engrais facilement solubles. Si une mortalité vient interrompre cette série de prospérité, les jeunes oliviers poussant du pied sont rapidement à fruit, et ne tardent pas à reprendre les produits de leur âge ; mais pour y parvenir, nous conseillons de laisser monter plusieurs rejets, qui formeront la tête de l'olivier ras du sol ; on gagne ainsi dix ans sur les oliviers plantés, et la première période décennale nous reporte à ce que serait la seconde dans nos calculs. Cette observation est très essentielle, car, faute d'avoir des branches correspondantes, une partie des vieilles racines se dessèchent, et le seul rejeton que l'on élève est plus tard obligé de s'en former de nouvelles.

Supposons maintenant que nous nous trouvions dans un pays où l'olivier est éternel et où l'on peut parvenir, comme pour les oliviers de la Corse, à un produit moyen de 60 kilogr. par an, produit que les mauvaises cultures réduisent dans ce pays à 10 kilogr., et que l'on juge de l'immense richesse de telles plantations ; pour nous faire une idée de la possibilité de lutter contre l'huile d'olive faite sous de telles conditions au moyen des huiles de graine, nous présentons encore ce dernier calcul : On n'a planté que 200 arbres par hectare, on obtient 12000 kilogr. d'huile.

Dépenses de culture.	528,20
12000 kil. d'huile, 1584 kil. d'azote	10612,80
Cueillette, 0,89 × 12000	10680,00
Détritage, 0,50 × 12000.	6000,00
	27821,00

Le prix d'un kilogr. d'huile sera $\frac{27821}{12000} = 2^{k},31$ de blé, ou 62 c.; l'hectare donnera une rente de (1,55—0,62) × 12000 = 11160 fr.

Nous observerons qu'un seul hectare arrivé à ce point ne pourrait se maintenir et s'accroître qu'au moyen d'engrais très considérables, mais que les tourteaux de l'olive dont on préparerait la décomposition par la fermentation en donneraient

une partie, à moins que l'on ne trouvât à les vendre à bon prix comme combustible et qu'on pût les remplacer par des engrais solubles achetés. A l'époque dont nous décrivons le résultat, il serait bien impossible de se servir de fumier de ferme qui tiendrait le terrain trop soulevé par sa grande masse; mais il faudrait obtenir, pour avoir 0,12 d'azote par kilogr. d'huile, savoir :

Pour les tourteaux.	0,026
Pour engrais riches achetés. .	0,094
	0,120

Ce qui, dans le cas où l'on ne pourrait pas trouver ces engrais à portée, supposerait par chaque hectare :

Les tourteaux donnant	312 d'azote.
Resterait à fournir	1272
	1584

Les 1272 kilogr. d'azote résulteront de la consommation de 112700 kilogr. de foin de prairies légumineuses ou de 225400 kilogr., en réservant à ces prairies l'engrais qui est nécessaire pour les renouveler; ils résultent de $37^{hect.},5$ de ces prairies, ou d'une quantité équivalente de prairies annuelles. Cette observation assigne des limites à l'extension de la culture perfectionnée de l'olivier. Elles consistent : 1° dans la nécessité de la production simultanée d'une grande quantité de fourrage ou de terrains couverts d'herbes adventives (roseaux, etc.); 2° ou dans la possibilité d'acheter ou de transporter des engrais riches. Hors de ces conditions, il n'y a plus de possible que la culture sans engrais qui peut occuper les plus vastes espaces et n'est plus limitée que par le nombre de bras nécessaire pour la récolte.

Cette culture donne encore un produit net assez élevé de la terre :

Ainsi le produit brut étant de 378 fr. par hectare (voir plus haut), la cueillette coûtera, pour 420 kilogr. d'huile, à 33 c. par kilogr.	138f,60
Le détritage à 14 c.	58,80
	197,40
Reste net.	80,60

Revenu plus élevé que celui des autres cultures de ces pays retardés. Chaque arbre produit 2 fr. de rente. Les arbres dans toute leur vigueur se vendent en Corse de 40 à 60 fr. l'un. Ces prix varient selon les récoltes qu'on vient d'obtenir ; ils sont élevés après une bonne récolte, et bas après plusieurs mauvaises ; il semblerait que ce devrait être le contraire d'après l'intermittence des récoltes.

En Provence on appelle un olivier *réduit* celui ou une réunion de plusieurs oliviers qui donnent un sac d'olives (39 kilogr.) et produisent ainsi 3^k,9 d'huile ; un gros olivier peut faire plusieurs oliviers *réduits* ; en 1786, avant l'année fatale de 1789, Gérard nous apprend qu'on vendait un olivier réduit 60 fr. près des villes et 24 fr. dans les campagnes éloignées. Or, il calculait qu'à quarante ans un olivier planté devient un olivier réduit[1].

Après les comptes que nous venons de présenter on sera peut-être bien aise de voir ici celui qui nous est donné pour Marseille par la *Statistique des Bouches-du-Rhône :*

FRAIS DE PLANTATION A 8 MÈTRES DE DISTANCE.

Creuser 150 fosses à 1^m,50 sur 0^m,75, à 25 c. .	37f 50
Achat de 150 plants	300 »
Frais de plantation.	7 50
Un arrosage ou deux pour tasser le sol et assurer la reprise du plant (4 journées de femme) . . .	3 »
	348 »

(1) *Mémoire sur l'olivier*, p. 167.

FRAIS ANNUELS.

Butter le pied après la cueillette.	93 fr.
1er labour d'araire, croisé en hiver.	30
2e labour en avril ou mai.	30
Déchaussage et binage des pieds	3
3e labour au mois d'août.	30
Engrais pour 25 ares fumés annuellement.. . . .	30
Taille de 75 pieds (3 journées)	9
Cueillette.	18
Porter au moulin (2 voyages de charrette)	6
Détritage.	40
Impositions	7
	296

PRODUIT.

320 kilogr. d'huile à 1 fr. 25 c.	400
A déduire	296
	104

CHAPITRE V.

Figuier.

On ne se figure pas dans le nord à quel point la figue est un fruit intéressant pour les contrées méridionales, le rôle que ce fruit mangé frais joue dans l'alimentation des peuples. Ce fruit sucré, nourrissant, d'une saveur agréable, qui n'a besoin d'aucun apprêt, dont la jouissance est enviée de tous ceux qui ont pu le goûter dans sa perfection, se trouve avec profusion, sans épargne, à la disposition des plus pauvres gens. Le passant le cueille sans qu'on s'en offense, s'il se borne à s'en rassasier, et il fournit ensuite un article important après sa dessiccation. Pendant cinq mois la figue entre pour une part notable dans le régime des habitants de ces contrées. Son souvenir se mêle aux regrets de la patrie absente quand ils habitent d'autres climats. Après l'avoir goûté, les barbares du nord se précipitaient à la conquête du midi.

Le figuier accompagne l'olivier dans toute l'étendue de sa région ; il souffre du même degré de froid que lui ; mais son fruit plus précoce peut encore acquérir un certain degré de maturité dans des contrées plus septentrionales, tandis que l'on n'entreprend pas d'y cultiver l'olivier. Dans les pays où la température moyenne ne descend pas au-dessous de + 12°, il produit sans discontinuité des feuilles et des fruits ; dans ceux où elle s'abaisse au-dessous de ce terme, les feuilles tombent et cet arbre a un repos hivernal. La séve se remet en mouvement quand la température moyenne remonte à + 8° ; à partir de ce moment, les premières figues (l'observantine) mûrissent quand on a reçu 2177° de chaleur totale (30 juin en Provence, à Paris vers la fin de juillet). Ces premières figues, que l'on appelle figues-fleurs, naissent de bourgeons déjà préparés à l'aisselle des feuilles de l'année précédente et qui n'ont pas eu le temps de se développer. On pourrait donc dire que les figuiers précoces sont en réalité des figuiers lents et paresseux. Les secondes, celles qui naissent à l'aisselle des feuilles de l'année, commencent à la mi-août et plus tard, selon les espèces, avec 3500 à 4000° de chaleur totale depuis le commencement de la végétation, et continuent à paraître et mûrir jusqu'à l'arrêt de la végétation, en octobre. Les figuiers qui produisent beaucoup de figues-fleurs n'en ont en général qu'un petit nombre des secondes, et *vice versa*. Tel est l'effet que produit sur la production et l'apparition des fruits un climat qui impose à l'arbre un arrêt de végétation. On voit que plus est longue la période de temps qui s'écoule depuis l'apparition des premières figues jusqu'à la cessation des chaleurs, plus on peut, au moyen de plusieurs variétés de figuiers, anticiper la jouissance du fruit frais et prolonger la production abondante des fruits à sécher.

La première récolte étant toujours la plus considérable, et les figues qui mûrissent à la fin d'août ou dans le milieu de

septembre étant les plus sucrées, les moins aqueuses, celles qui sèchent le plus facilement et font les meilleurs fruits secs, celles qui donnent des primeurs ne sont cultivées qu'en petit nombre et seulement pour alimenter la consommation locale pendant un plus long intervalle de temps. On choisit donc pour les grandes plantations les espèces un peu tardives, mais cependant, dans chaque pays, celles qui mûrissent avant l'époque du commencement des grandes pluies; or, dans la zone des pluies d'automne, elles arrivent d'autant plus tôt que l'on s'avance sur le continent; en septembre à Orange, en octobre à Naples, en novembre à Palerme et à Alger ; avant cette époque il faut avoir eu le temps de sécher au soleil la récolte entière, ce qui exige au moins quinze jours pour obtenir tous les fruits d'un arbre qui mûrit successivement, et huit jours pour la dessiccation. Ainsi tout pays qui ne peut faire choix d'une variété qui donne des figues mûres vingt-cinq à trente jours avant l'arrivée des pluies est exclu des avantages de cette récolte. A Orange on cultive pour la dessiccation la variété dite *blanquette*, qui n'est pas une des meilleures, mais qui mûrit à la mi-août dans les années favorables et qui charge bien. Mais quand la maturité est retardée, il n'est pas rare que la fin de la récolte soit devancée par les grandes pluies de l'équinoxe, ce qui cause alors des pertes assez considérables. Si l'on voulait y continuer cette culture, il faudrait peut-être s'attacher à une variété plus précoce encore (comme serait la coucourelle), à moins qu'on adoptât enfin des procédés de séchage plus accélérés que l'insolation, ce qui permettrait de cultiver la marseillaise, par exemple, qui mûrit à la fin d'août. Si l'on se trouve dans le voisinage des villes, il est possible que la meilleure spéculation soit la production des variétés qui portent des figues très précoces, abondantes et de bonne qualité.

L'étude des variétés de figues est donc très essentielle, et

son importance fait regretter la perte de la monographie qu'en avait faite M. de Suffren de Salon. Ce manuscrit avait été remis au ministère de l'intérieur, sous l'administration de M. de Corbière, dans le but de solliciter son concours pour l'impression. Nous avons fait faire les recherches les plus minutieuses pour le retrouver ; mais elles ont été vaines : il a été égaré. Il contenait la description et la figure de 360 variétés de Provence, d'Espagne et d'Italie, dont la plupart avaient été réunies et cultivées par l'auteur. Il ne nous en reste que des extraits abrégés qui ont été publiés par M. Lardier et par les auteurs de la *Statistique des Bouches-du-Rhône*. Mais toutes ces figues sont loin d'avoir un égal mérite, et ici nous devons citer seulement celles qui peuvent se recommander à l'attention des cultivateurs, en faisant observer que cette énumération ne contient pas les figuiers du midi de l'Italie, de l'Espagne, de la Grèce, de l'Asie, de l'Afrique, qui sans doute fourniraient de nombreuses variétés, parmi lesquelles on pourrait faire d'heureuses conquêtes. Il nous est impossible aujourd'hui d'assigner une synonymie aux vingt-neuf espèces de figuiers que Pline nomme sans les décrire[1].

I. — *Figues blanches.*

1. *Bourjassote blanche.* Excellente qualité à sécher et à manger ; mûrit au commencement de septembre; diamètre $0^m,035$ à $0^m,040$.
2. *Napolitaine* (Suffren). Secondes figues de très bonne qualité ; donne un petit nombre de figues-fleurs; très bonnes à sécher.
3. *Verdale.* Très bonne qualité à sécher; diamètre $0^m,050$ à $0^m,060$.
4. *Aubique blanche.* Bonne à sécher et à manger ; terrain un peu humide.
5. *Ragusaine.* Très bonne ; beaucoup de fruit ; mûrit mi-septembre.
6. *Marseillaise* (Figue d'Athènes). Petite, arrondie, très sucrée et très délicate ; c'est la qualité la plus estimée pour faire sécher ; mûrit à la fin d'août ; terrains secs.
7. *Blanquette.* Médiocre ; mûrit à la mi-août. Cette variété est la plus cultivée au nord de la région des oliviers; diam. $0^m,026$ à $0^m,030$.

(1) *Histoire naturelle*, lib. XV, cap. 18.

8. *Coucourelle blanche.* Médiocre; mûrit fin juillet; diam. 0m,026 à 0m,030; terrains secs.
9. *Hospitalière.* Très bonne à sécher; mûrit commencement de septembre.
10. *Doucette.* Très bonne fraîche et à sécher; fin d'août.
11. *Reine* (Cougourdaou). Bonne; fin septembre.
11 *bis. De Versailles.* Chair rose; beaucoup de figues-fleurs; bonne; mi-juillet.
12. *Tibouleuque.* Très bonne fraîche et sèche; mi-septembre.
13. *Messougue* (Moelle). Excellente qualité à sécher.
14. *Col des Dames* (Col de Signore). Excellente qualité, très cultivée en Roussillon.
15. *Pédonculée* (Pécouyude). Très bonne qualité. Antibes.
16. *Espagnole;* très bonne; commencement de septembre.

II. — *Figues colorées.*

17. *Quasse blanche.* Très bonne qualité à sécher; mûrit fin d'août. Var.
18. *Figue-datte.* Excellente fraîche et sèche; fin d'août.
19. *Poulette.* Très bonne fraîche et sèche; fin d'août.
20. *Observantine* (Cordelière, figue grise). Figues-fleurs nombreuses, fin juin; les secondes figues sont moins estimées.
21. *Mahonnaise.* Très bonne qualité; mi-septembre.
22. *Trompe chasseur.* Peu de figues-fleurs; secondes figues mi-septembre, bonnes à sécher; vertes à la maturité.
23. *Du Saint-Esprit.* Figues-fleurs bonnes, fin juin; les secondes médiocres.
24. *De Grasse* (figue grise). Médiocre fraîche, très bonne sèche; fin août; diamètre 0m,076 à 0m,080. Elle coule souvent.
25. *De Jérusalem.* Très bonne variété cultivée à Aix; rare; fin août.
26. *Rose blanche.* Grosse figue, bonne seulement sèche.
27. *Excellente* fraîche et sèche; mi-septembre. Nice.
28. *Franche Paillarde.* Très grand nombre de bonnes figues; commencement de juillet.
29. *Bellone.* Excellente qualité fraîche et sèche; quelques figues-fleurs; les secondes fin d'août; diamètre 0m,045 à 0m,050; terrains frais. Nice.
30. *Coucourelle brune.* Médiocre; figues-fleurs fin juin; secondes figues mi-août; diamètre 0m,024 à 0m,028; terrains secs.

III. — *Figues noires.*

31. *Bourjassote noire.* Très bonne mangée fraîche; elle mûrit au commencement de septembre et continue à porter jusque dans l'arrière-saison; veut un terrain gras et frais; diamètre 0m,050 à 0m,055.

32. *Bernissenque.* Se rapproche de la précédente; mûrit plus tard; diamètre 0m,040 à 0m,045; même terrain.
33. *La Perruquière.* Beaucoup de figues-fleurs fin juin; les secondes médiocres fin d'août.
34. *La Sultane.* Très bonne qualité, très grasse. Vient de Tunis.
35. *La Mouïssone* (figue violette). Excellente qualité fraîche et sèche; figues-fleurs en juillet, moins bonnes que les secondes; 0m,045 de diamètre; coule dans les terrains trop secs.

Nous ne parlons pas des variétés quasi sauvages, dont les fruits ne mûrissent qu'au moyen de la caprification. Ces variétés très abondantes autrefois, comme on le voit par le témoignagne des anciens, disparaissent de plus en plus; on ne les trouve plus en Italie, et elles sont reléguées aujourd'hui dans les parties les plus retardées de la côte d'Asie et de l'Archipel.

Pour apprécier convenablement les variétés que nous avons citées et bien d'autres encore que les voyageurs viendraient y ajouter, il faudrait les cultiver côte à côte, déterminer l'époque de la maturité des figues-fleurs et des secondes figues, les juger par le goût, puis se rendre compte de l'épaisseur et de la dureté de la peau nuisible aux figues sèches, de la quantité de sucre, de matière grasse et albumineuse qu'elles contiennent. Cette étude n'est pas même commencée, et M. de Suffren cherchait plutôt des caractères botaniques différentiels que les propriétés comestibles de ses figues. Il restera donc beaucoup d'incertitude sur le choix que l'on pourra faire entre ces variétés. Si l'on ne veut avoir que des variétés propres à être mangées fraîches, on peut en obtenir pendant toute la saison, en plantant la figue observantine qui est mûre dans le midi à la fin de juin; à celle-ci succédera l'aubique noire ou la perruquière, puis la figue de Versailles, suivie de la figue du Saint-Esprit; le trompe-chasseur, qui conduit à la coucourelle blanche, deuxième récolte; puis viennent les meilleures figues d'automne[1]. Un seul arbre de chacune de ces es-

(1) Lardier, t. IV, p. 42.

pèces, venu à une grosseur raisonnable, suffit pour fournir abondamment à tout un ménage.

Quant aux variétés à sécher, la meilleure dans le climat de Marseille est sans contredit la marseillaise, puis la grise et la violette; quand on s'élève plus au nord, la blanquette qui est moins bonne, mais plus précoce. Si l'on voulait cultiver un peu en grand, il faudrait peut-être se procurer les variétés qui donnent les meilleures figues sèches que l'on apporte d'Espagne ou de Grèce; mais alors il faudrait sans doute substituer, au nord de la région, la dessiccation à l'air chaud à celle opérée par le soleil; elle serait plus rapide, plus parfaite, et ne laisserait pas d'inquiétude sur le résultat de la récolte. En effet, la récolte des figues est une des moins chanceuses; ce que nous appelons une récolte manquée, c'est celle où la dessiccation est entravée par les pluies, où l'on est obligé d'abandonner une partie des figues sur l'arbre, ou de jeter celles que l'on avait commencé à sécher et qui, par la durée des intempéries, se chargent de moisissures.

La variété marseillaise ayant été analysée par M. Payen, il a trouvé que dans l'état normal du commerce elle contenait 21,43 d'eau, 0,949 p. 100 d'azote, et à l'état sec 1,209 p. 100 d'azote. 100 parties de la matière sèche ont donné 4,37 de cendres blanches. Ainsi il faudrait 1^{k},033 de figues sèches pour faire l'équivalent de 1 kilogr. de pain, tel qu'on le vend à Paris, et qui dose 1^{k},249 d'azote p. 100. La figue fraîche se réduit par la dessiccation à 0,354 de matière sèche, et contient par conséquent 0,428 p. 100 d'azote; il en faudrait près de 2^{k},92 pour équivaloir à 1 kilogr. de pain. C'est donc une substance très nourrissante; il faut ajouter aussi qu'elle est engraissante. Aussi se sert-on avec succès des rebuts de la récolte pour engraisser les cochons.

On trouve des figuiers sur tous les terrains depuis les plus secs jusqu'à ceux qui sont humides; mais c'est dans les sols

riches et frais qu'ils donnent les meilleurs produits. On dit que le figuier veut avoir le pied dans l'eau et la tête au soleil.

Quelques variétés supportent mieux la sécheresse, telles que la marseillaise ; mais si leurs fruits sont meilleurs et plus mûrs, ils y sont beaucoup plus rares ; la bourjassote et la grise demandent des terrains frais. C'est dans les cours, près des puits qu'ils produisent de si grandes abondances de figues. Toutes les variétés se trouvent bien de l'irrigation quand elle n'est pas trop fréquente et qu'elle ne fait qu'entretenir la fraîcheur du sol. La production du figuier est donc en rapport certain avec la fertilité de la terre ; ceux qui sont plantés le long des oullières de Provence, qui reçoivent des cultures et des engrais destinés aux plantes annuelles semées dans les intervalles, sont beaucoup plus chargés de fruits que ceux que l'on voit dans les vignes qui ne sont pas fumées.

Les racines du figuier plongent sans doute pour aller chercher au fond du terrain l'humidité qui s'y trouve et qui manque aux couches supérieures ; mais leur allure naturelle, comme celle des mûriers, est de se maintenir le plus près possible de la surface, au point où se trouve la dose de fluide aqueux qui leur est nécessaire. Ces racines forment un tissu épais à $0^m,20$ à $0^m,30$ de profondeur. Il est donc bien certain que le figuier planté au milieu de terres à blé en diminue le produit de tous les sucs qu'il absorbe lui-même, et que la profondeur du terrain ne peut pas ici, comme pour le noyer et le châtaignier, augmenter la masse de terre dans laquelle l'arbre se nourrit. Les anciens connaissaient, comme nous, le profit que le figuier retirait des cultures et de l'engrais. Rappelons-nous à ce sujet la parabole de l'Évangile : « Un homme avait un figuier planté dans une vigne, il vint y chercher du fruit et n'en trouva pas ; alors il dit au vigneron : Il y a déjà trois ans

que je viens chercher du fruit au figuier sans y en trouver, coupez-le donc pour qu'il n'occupe pas la place inutilement. Le vigneron répondit : Seigneur, laissez-le encore cette année, je le déchausserai et j'y mettrai du fumier; vous verrez s'il se met à fruit, sinon vous le ferez couper l'année prochaine[1]. »

Pour déterminer la quantité d'engrais qu'il faut donner au figuier, nous trouvons que 100 kilogr. de figues à l'état commercial de dessiccation dosent . . . . . d'azote	0,949
Elles sont accompagnées de 48 kilogr. de feuilles sèches, dosant 5,0 p. 100 d'azote	2,400
	3,349

Des figuiers non fumés produisent $1^k,77$ de figues par mètre carré de l'aire occupée par l'arbre. Il en résulte qu'ils absorbent 0,06 d'azote par mètre carré; une plantation d'un hectare qui, parvenue à son maximum de développement, donne 3200 kilogr. de figues sèches, absorbe annuellement 107 kilogr. d'azote; cependant une bien moindre quantité d'engrais en terre communique une grande impulsion à l'arbre, et rendrait cette production plus assurée et l'augmenterait encore.

Nous ne parlerons pas de la multiplication des figuiers par semis; cette pratique doit être réservée aux curieux qui voudraient obtenir de nouvelles variétés. On les marcotte quelquefois quand ils ont des branches traînantes près du sol; mais le plus ordinairement on plante les rejetons qui viennent au pied des arbres ou plus simplement des boutures, auxquelles on conserve le bourgeon terminal. On préfère ce dernier mode parce que les figuiers venus de rejetons ont le défaut d'en produire eux-mêmes beaucoup. Les boutures se plantent ordinairement en février, mais on réussit beaucoup plus sûrement en les plantant en automne. La meilleure pratique pour les obtenir n'est pas de se servir de grosses branches enterrées profondément, mais bien de petites branches de $0^m,02$ au plus

(1) Saint Marc, cap. XIII, v. 6-8.

de diamètre et de $0^m,16$ à $0^m,20$ de longueur, que l'on dégage des bourgeons latéraux et que l'on fiche en terre, de manière que le bourgeon terminal se trouve ras du sol. Si l'on plante en automne, on couvre le bourgeon d'un petit capuchon de cire que l'on retire au printemps.

Pour planter une figuerie, on défonce le terrain à $0^m,45$ à $0^m,50$ de profondeur, et on place les figuiers à 6 mètres les uns des autres. A mesure que les arbres poussent, on supprime les bourgeons latéraux de manière à déterminer la hauteur de terre de 1 mètre à $1^m,50$. Les arbres commencent à porter du fruit à leur troisième année. Mais il est rare que l'on plante les figuiers en massif; on a éprouvé à leur égard, comme pour les mûriers, qu'ils sont sujets à une mortalité subite, causée apparemment par des cryptogames parasites des racines, et dès que l'un d'eux est attaqué, ses voisins ne tardent pas à l'être et on les perd ainsi de proche en proche. On préfère donc les entremêler avec d'autres arbres, les cultiver avec des amandiers et des oliviers, ou les placer dans les vignes. C'est le mode de plantation le plus général. Si l'on plantait en massif, le terrain de la figuerie pourrait profiter à d'autres cultures pendant le jeune âge des arbres et avant que le sol fût recouvert de leur ombre.

Quand la variété de figuier ne convient pas et qu'on veut lui en substituer une autre, ou quand un figuier vigoureux ne porte pas de fruits ou en porte en trop petite quantité, on a recours à la greffe. Toutes les espèces de greffe réussissent sur cet arbre, mais on se sert ordinairement de celle en fente, avant la pousse des bourgeons.

La taille ne doit consister qu'en amputations des branches qui se sèchent. Le figuier est un arbre extrêmement productif; il naît une figue et quelquefois plusieurs à l'aisselle de chaque stigmate des feuilles de l'année précédente pour les premières figues dont les rudiments précèdent la foliation, et à l'ais-

selle des feuilles de l'année pour les secondes figues ; et le développement des feuilles étant successif, et ne s'arrêtant que quand la chaleur nécessaire vient à manquer, il en résulte qu'à la fin de la saison l'arbre est couvert d'une multitude de figues de différents âges et dont une partie ne parvient pas à maturité ; on soulage l'arbre, on dispose les figues restantes à grossir, on les rend plus savoureuses, on prépare une meilleure fructification des premières figues pour l'année suivante, en retranchant avec l'ongle, dès qu'elles ont la grosseur d'une fève, toutes celles auxquelles le temps manquerait pour mûrir.

Quand on cultive le figuier dans des vignes labourées, on est obligé d'élever sa tête pour que les animaux puissent passer sous ses branches ; son tronc est alors frappé du soleil, la terre qui n'est pas ombragée se sèche plus facilement, et l'arbre est beaucoup moins productif que quand on le tient bas, qu'on le laisse prendre sa forme naturelle et s'abriter de son ombre.

Quand on a fini la récolte des figuiers qui par le passage et le piétinement des ouvriers a durci le terrain, on donne un premier labour à la figuerie, que l'on termine en déchaussant le pied de chaque arbre, en y laissant un petit bassin, pour qu'il profite mieux des pluies d'automne ; mais dans la première quinzaine de décembre et plus tôt si les grands froids étaient plus précoces, on comble le bassin et on butte le pied de l'arbre pour le garantir du froid. Si on doit le fumer, on profite de cette opération pour déposer et recouvrir l'engrais ; on attend ensuite le mois d'avril et le moment où la pousse des mauvaises herbes a eu lieu, pour donner un second labour moins profond que le premier, et enfin on bine au commencement de l'été pour maintenir la terre nette et fraîche.

Les gelées printanières sont peu nuisibles au figuier, dont la pousse est successive et non interrompue pendant toute l'année, et qui pourrait perdre ses premiers bourgeons sans

grand inconvénient. Il périt ordinairement dans les années fatales à l'olivier; mais en retranchant ses parties mortes, ou même en le coupant au pied, si son tronc a souffert, il ne tarde pas à renaître par ses rejetons et à se remettre à fruit. Nous avions perdu tous nos figuiers en 1820, et ils sont aujourd'hui plus beaux que jamais. L'ennemi le plus fâcheux de cet arbre est la cochenille (*Cocus ficus caricæ*, Oliv.), insecte ovale, convexe, de couleur cendrée, qui s'attache aux branches et même aux figues, pompe la séve des arbres et les rend faibles et malades. Alors, les pousses sont courtes, les feuilles et les branches se couvrent de taches noires, les fruits tombent sans mûrir, et le figuier lui-même finit par succomber. Cependant en n'attendant pas que cet insecte ait altéré la santé de l'arbre, il est facile de s'en débarrasser en le détachant avant l'hiver avec un couteau; il adhère peu à cette époque, et cette opération facile guérit radicalement le mal. Je pense que l'ébouillantement pourrait réussir ici comme pour la vigne.

Le figuier commence à porter à trois ans et, ayant une vie séculaire, devient énorme avec le temps, dans les pays où il n'est pas exposé à des froids trop vifs. On cite des figuiers dans le Levant et en Afrique qui produisent 150 kilogr. de figues sèches à l'état normal et qui couvrent un terrain de 11 à 12 mètres de diamètre. L'ombre de nos figuiers les plus gros repoussés depuis 1820 a 3 mètres de diamètre; ils recouvrent une aire de $7^{m},085$; ils donnent 12 à 13 kilogr. de figues sèches, et par conséquent $1^{k},77$ par mètre carré. En examinant le point maximum de produit des figueries en massif, nous avons reconnu que les arbres cessaient de progresser quand les têtes couvrent le quart de la surface du terrain. Ainsi en admettant que la tête des arbres parvienne dans le pays à 3 mètres de diamètre, il faut leur donner un espacement tel, en plantant, que leurs racines puissent occuper une surface cinq fois et demie plus grande. Nous avons donc $7^{m},065 \times 5,5 =$

38^{mq},857 dont la racine carrée est 6^{m},233, distance à donner aux arbres dans cette situation. Il en entre alors 257 par hectare qui doivent produire, quand ils sont parvenus à leur développement de plus grand produit, $257 \times 12^{k},5 = 3212$ kilogr. de figues sèches, valant, au prix moyen de 37 fr. les 100 kilogr. ou 30 fr. en comptant les déchets, 963 fr. On peut espérer d'atteindre ce produit quand l'arbre a 25 ans; jusqu'alors le figuier se sera très bien trouvé des cultures que l'on aura faites sur le champ, des engrais qu'auront reçus les plantes cultivées et qui auront payé la rente du terrain. Il faut s'abstenir seulement des récoltes fourragères qui doivent occuper le sol plus d'une année.

Dans l'état actuel de cette industrie, on perd peut-être une récolte sur trois par les difficultés de la dessiccation, ce qui réduirait le produit à 641 fr.; mais les propriétaires intelligents ne tarderont pas sans doute à établir des appareils de dessiccation qui les préserveront de ces pertes.

Le prix de revient de la figue sera alors le suivant :

Labour.	1re œuvre en avril.	82^{k} de blé.
	2e œuvre d'été	53
	3e œuvre avec déchaussage et puis buttage	142
50 kilogr. d'azote		335
Cueillette et dessiccation, 120 journées de femme . .		360
Rente de la terre.		327
		1299

La récolte étant de 3212 kilogr. de figues séchées à l'état de commerce, le prix réel de 100 kilogr. de figues est de $\frac{1299}{32,12} = 40$ kilogr. de blé. Le prix moyen est de 30 fr. pour les figues non triées (111 kil. de blé). Ainsi nous avons par hectare un bénéfice de $(111-40) \times 32,12 = 2280^{k},64$ de blé (639 fr.).

La valeur réelle de la figue du commerce comme aliment, en supposant le prix du pair à 0 f. 30 le kilogr., est de 0 f. 29, peu inférieur à son prix commercial.

CHAPITRE VI.

Jujubier (Zizyphus communis).

Quoique cet arbre résiste aux hivers du nord de la France et que son fruit mûrisse en Touraine, sa culture n'en est pas moins resserrée dans la région des oliviers, parce qu'il n'y en a point qui exige autant l'action de la lumière solaire, et que quand il n'en jouit pas pleinement, ses fleurs coulent, et l'on n'a pas de fruit. Ces dispositions, si semblables à celles de l'olivier, lui assignent sa place près de cet arbre.

La jujube est un petit fruit à noyau de la grosseur d'une olive, sa couleur est rouge aurore quand elle est mûre, et alors sa saveur vineuse et aigrelette la fait rechercher pour être consommée à l'état frais. Cet emploi serait bien borné, si on ne l'expédiait pour en faire usage comme fruit pectoral dans toutes les parties du monde. On en compose des pâtes, des tablettes, des sirops, et son usage est si étendu que le midi ne peut suffire à remplir toutes les demandes.

La lenteur de la crue du jujubier, non moins que ses exigences, contribuent à rendre sa culture assez rare, car il ne fructifie abondamment que sur des terrains frais et arrosés, sans humidité permanente et à d'excellentes expositions. Sur les terres maigres, sèches ou ombragées, on ne peut s'attendre à de bons produits. Ainsi la nécessité de lui consacrer des sols d'une grande valeur, l'attente fort longue des résultats d'une plantation, si peu d'accord avec les tendances du siècle vers les promptes jouissances, et le peu de permanence de la propriété dans la famille, arrêtent la multiplication de cet arbre, comme celle de l'olivier. En effet, quoique le jujubier commence à porter des fruits bientôt après sa plantation, ce n'est

qu'à sa vingtième ou trentième année qu'il peut être considéré comme un arbre de produit.

Mais arrivé à cet âge, ses récoltes sont si avantageuses que les propriétaires prévoyants le plantent encore, et qu'ils savent tourner la difficulté qui résulte de sa lenteur, en l'associant avec des arbres de moindre durée qui paient la rente du terrain jusqu'à sa virilité. Les pêchers et les pruniers placés dans les intervalles des jujubiers disparaissent plus tard. On continue d'ailleurs à tirer parti du sol au moyen de la culture des plantes annuelles.

Le noyau des jujubes est très dur et ne germe que la seconde année, aussi sa multiplication par semis est tout à fait inusitée, et l'on se sert uniquement des drageons qui poussent abondamment à son pied et dont il faut le débarrasser soigneusement chaque année. On espace les jujubiers entre eux de 5 mètres; on les élague pour élever leur tête à $1^{m},50$ de hauteur, en soutenant les tiges avec un tuteur, jusqu'à ce qu'elles aient assez de force. On les abandonne ensuite à eux-mêmes. Ils forment leurs têtes sans le secours de la taille. En hiver les branches à bois sont couvertes de bourgeons saillants (lambourdes) d'où doivent sortir les rameaux à fruit qui tombent chaque année en automne, après la maturation : singularité spécifique de cet arbre.

On cueille les jujubes destinées à être consommées fraîches quand elles commencent à rougir; on attend une maturité complète pour celles qu'on veut faire sécher; on les expose alors au soleil sur des claies, et quand elles sont ridées on les expédie dans des caisses. Si elles n'étaient pas bien sèches, il pourrait s'établir dans la masse une fermentation acide qui nuirait à leur qualité.

Le prix des jujubes sèches est de 1 fr. le kilogr. Nous avons vu un verger de quarante à cinquante ares, dont chaque arbre donnait 10 kilogr. de jujubes sèches. Les jujubiers étaient

plantés à une distance qui avait permis d'en faire entrer 400 sur un hectare, ce qui avait donné un produit de 4000 fr. Les intervalles recevaient encore différents ortolages ; le terrain était irrigable. On pouvait dire que ce revenu avait été obtenu gratuitement à l'aide du temps et de la prévoyance. Mais il faut aussi l'un et l'autre pour l'olivier dont les récoltes sont bien plus chanceuses et dont les résultats ne sont pas aussi avantageux. Il est certain cependant que si la production des jujubes augmentait beaucoup, on trouverait bientôt une limite à leur consommation.

CHAPITRE VII.

Câprier (Capparis spinosa).

En France, la culture du câprier est concentrée aujourd'hui dans un petit canton de la Provence entre Marseille et Toulon (Cujès, Roquevaire et Ollioules). Là, il donne un véritable produit agricole et commercial ; ailleurs, on en cultive seulement quelques pieds dans les jardins et sur les vieux murs pour en faire une provision de ménage. La difficulté de la récolte des câpres, le grand nombre de bras qu'elle demande, assignent des limites assez étroites à cette culture, qui par là semble être dévolue à la petite propriété et aux familles nombreuses. Traitée avec les soins convenables, elle peut être cependant d'un grand produit.

On cultive plusieurs variétés de câpres : 1° *la plate;* c'est l'espèce sauvage qui donne des boutons de fleurs contenant de 40 à 50 étamines et qui conservent une forme aplatie peu estimée; on la bannit des cultures; 2° la *capucine*, à boutons d'un vert foncé, renfermant de 80 à 100 étamines, anguleux dès qu'ils sont un peu développés : quoique moins estimée que la

variété qui suit, la capucine se trouve pourtant dans les cultures; 3° *la ronde*, boutons à fleur ayant 120 à 150 étamines, ronds, fermés, verts et ponctués de rouge : c'est la câpre la plus estimée. Il serait à désirer que l'on pût essayer la culture du câprier du Levant (*Capparis rupestris*, Sibth., fl. grecq., tab. 487), qui est inerme ; car les épines stipulaires de notre espèce sont un des plus grands obstacles à la rapidité de la cueillette.

Les gelées font périr les tiges du caprier, mais n'attaquent les racines que dans les hivers très rigoureux. Il repousse donc tous les printemps et on le trouve même dans les environs de Paris, où on le cultive dans les lieux abrités, pour jouir de ses belles fleurs qui se succèdent pendant tout l'été. Mais comme il y fleurit plus tard et cesse d'y fleurir plus tôt, il n'y donne pas des produits aussi abondants que sous le climat de la Provence. Duhamel dit avoir vu des plants qui portaient 1k,5 à 2 kilogr. de câpres. Dans les environs d'Hières et dans un terrain de bonne qualité où les câpriers étaient soignés comme ils pouvaient l'être dans le jardin de Duhamel, on récoltait annuellement 13 kilogr. de câpres par plant [1]. Dans les terrains arrosés, les rameaux des câpriers couvrent une aire de 4 mètres de diamètre et portent ordinairement 1 kilogr. à 1k,2 de câpres [2].

Cet arbuste n'est donc pas exclusivement une plante des vieux murs et des terrains secs et pierreux, comme on paraît le croire généralement. S'il vient dans ces positions sèches, sa végétation s'arrête et languit pendant les ardeurs de l'été, tandis que dans les terrains frais et qui ont du fond, les rameaux s'allongent sans cesse et produisent une grande quantité de boutons de fleurs. Il prospère aussi dans les murs qui soutiennent des terrasses de terres meubles, parce que ses raci-

(1) Bernard, *Hist. natur. de Provence*, t. I, p. 329.
(2) *Ibid.*, p. 343.

nes, en s'y enfonçant, y trouvent la fraîcheur nécessaire; mais il redoute les terrains humides et ne tarde pas à y périr.

On choisit pour la plantation les terrains en pente, bien exposés au midi, qui aient de la profondeur, et en général ceux dont la surface pierreuse ne donnerait pas l'espoir d'un bon produit des plantes annuelles. On défonce le sol à $0^m,40$ et l'on plante des boutures à 2 mètres de distance l'une de l'autre dans les bons terrains, et à une distance moindre dans les médiocres où la plante prend moins de développement. Trop souvent, dans ces derniers, on se contente d'un labour ordinaire avant la plantation. Chaque année, au mois d'octobre, on coupe tous les rameaux sur la souche dès que la pousse est arrêtée, et on couvre celle-ci de $0^m,30$ de terre. On donne la forme conique à cette butte pour que les eaux ne s'y arrêtent pas. On découvre les souches quand les gelées ne sont plus à craindre (au mois de mars en Provence); on retaille les rameaux ras de la souche; on bêche les intervalles en y enterrant le fumier que l'on destine à la plantation. Ce fumier est le plus souvent composé de chiffons de laine; mais toutes les espèces d'engrais profitent au câprier. Au mois d'avril on donne un binage pour détruire les herbes adventices, avant que la pousse des rameaux ne rende le travail difficile. Si l'on peut disposer de l'irrigation, la végétation en est fortement activée, et le produit des fleurs est beaucoup plus considérable. On met en pépinière des rameaux coupés au printemps pour avoir des plants enracinés dont on se sert pour regarnir les plantations. Au reste, le câprier est pour ainsi dire éternel.

La récolte commence aussitôt qu'il paraît des boutons à fleur; ces boutons constituent proprement ce que dans le commerce on appelle *câpres*, et sont d'autant plus estimés qu'ils sont plus petits. Les plus petites câpres forment la *sorte* dite *nonpareille*. Leur poids est cinq fois moindre que celui des grosses câpres, mais aussi leur prix est cinq fois plus considérable.

On ne s'attache donc pas uniquement à avoir des câpres fines, ce qui nécessiterait une cueillette journalière; on cueille tous les huit jours, quand la production n'est pas encore hâtée par la chaleur; mais à mesure que la saison avance et que la câpre grossit plus rapidement, on cueille plus souvent, et enfin tous les trois jours. On détache chaque fois les fleurs épanouies qui nuiraient à la production de nouveaux bourgeons. Quand les fleurs ont passé, on cueille les fruits appelés *cornichons*, que l'on prépare au vinaigre, mais qui sont peu estimés.

La câpre, en naissant, est couverte d'un duvet cotonneux; on attend qu'il soit tombé et qu'elle ait 2 à 3 millimètres de diamètre pour la cueillir. Elle parvient à la dimension de 10 millimètres avant de s'ouvrir. Une femme peut en ramasser 10 kilogr. par jour sur des plants en bon état. Ce n'est pas ordinairement le cultivateur, mais le marchand acheteur, qui est chargé de la suite des opérations. Il commence à diviser les câpres de 7 à 8 qualités, selon leur grosseur, en les passant à des cribles de fer-blanc. Jamais on ne s'est servi de cribles de cuivre dans le but de donner de la verdure aux câpres; leur véritable couleur est un vert tacheté de pourpre que l'art ne saurait leur donner [1].

Le prix des câpres a beaucoup varié. Quand le P. Béraud écrivait en 1787, les câpres valaient 1 fr. 17 c. le kilogr.; elles ont valu jusqu'à 3 fr. 75 c. pendant la guerre continentale; aujourd'hui leur prix est de 1 fr. à 1 fr. 25 toutes les sortes mêlées.

Pour montrer quel produit peut rendre un champ de câpriers bien tenu, le P. Béraud nous cite un champ près d'Hières qui contenait 2250 pieds de câpriers par hectare, produisait annuellement 2910 kilogr. de câpres à 1 fr. 17 c., et donnait ainsi une récolte brute de 3404f,70 c. Le propriétaire payait 0f,096 pour la cueillette d'un kilogr. de câpres;

(1) *Statistique des Bouches-du-Rhône*, t. III, p. 428.

375 fr. pour les cultures et 500 fr. pour le fumier[1]. Ses frais étaient les suivants :

Cueillette de 2910 kilogr. de câpres	279f 36
Culture	375 »
Fumier	500 »
	1154 36
Produit	3404 70
Rente et bénéfice d'un hectare de terre . .	2250 34

Les cultures faites dans les terrains arides des environs de Cujès sont loin de donner de tels résultats. La *Statistique des Bouches-du-Rhône* compare dans ces terrains le produit des vignes à ceux des câpriers, et croit qu'il faut que les câpres se vendent à 2 fr. pour qu'il y ait avantage à en planter[2]. Voici le compte de revient que cet ouvrage nous fournit[3] :

PLANTATION D'UN HECTARE DE CAPRIERS.

1000 trous de 0m,75 en toussens et plantation à 0f125	125f »
Achat de 1000 jeunes plants	300 »
	425 »

CULTURES ANNUELLES.

Deux labours par an à l'araire.	20 »
Buttage et déchaussage, 10 journées	15 »
Taille, 2 journées	4 »
Sarclage, 2 journées de femmes.	1 20
Engrais	60 »
10e des frais de la plantation.	42 50
Cueillette	75 »
Vinaigre pour confire les câpres.	12 »
Impositions	30 »
	259 70

PRODUIT.

582 kilogr. de câpres, à 1 f. 03 c. le kilogr.	600 »
Bénéfice.	340 30

Aucune vigne ne rend un bénéfice semblable dans ce pays.

(1) *Histoire naturelle de la Provence*, de Bernard, t. I, p. 328.
(2) *Statistique des Bouches-du-Rhône*, t. III, p. 427.
(3) *Ibid.*, p. 365.

TROISIÈME DIVISION.

ARBRES ET ARBUSTES DE LA RÉGION DE LA VIGNE.

CHAPITRE VIII.

Vigne.

L'usage des boissons qui ont subi la fermentation alcoolique est si général qu'il semble être un besoin de l'organisation humaine. Soit qu'elles réveillent les forces de l'estomac, soit qu'elles excitent les fibres du cerveau, elles exercent une action qui s'irradie sur tout le système nerveux et sur les différentes fonctions vitales, toujours est-il certain que partout où l'homme est appelé à déployer ses forces physiques, ces boissons semblent lui devenir indispensables. Aussi tous les peuples ont trouvé moyen d'en fabriquer, tantôt en saccharifiant les fécules ou en se servant des sucs des fruits qui contiennent du sucre et du ferment. De tous ces produits, le plus facile à obtenir et celui qui procure la boisson la plus agréable et la plus généralement appréciée est sans contredit le vin, et il exclurait bientôt tous les autres si la vigne pouvait croître dans tous les climats; mais comme ses exigences météorologiques la cantonnent dans une zone assez étroite, et que, jusqu'à ce jour, la difficulté des transports et les combinaisons fiscales ont mis obstacle à la libre diffusion de ses produits, les pays éloignés du climat de la vigne ont été forcés d'adopter des boissons plus économiques quoique moins savoureuses. Et cependant, quand on considère la situation de ce beau climat de la vigne, au milieu de la zone tempérée, entre les pays plus froids qui peuvent lui donner en échange de ses vins leurs grains, leurs animaux, leurs bois, leurs fa-

brications développées par la longueur des hivers et celle des nuits qui retiennent les habitants dans leurs demeures, et les pays tropicaux qui pourraient lui envoyer la production de leur soleil, ne semble-t-il pas que le vin, liqueur dont les uns et les autres sont déshérités, soit destiné à servir de lien à leur commerce? Que faudrait-il pour cela? Quelques progrès de la navigation et des transports par terre, et la liberté du commerce dans les limites que comportent les pouvoirs producteurs et la liquidation graduée des industries factices. Qui pourrait y perdre? Les peuples de la Grande-Bretagne, par exemple, obligés à importer chaque année des masses énormes de céréales, seraient-ils embarrassés à trouver d'autres emplois pour les terres de première qualité cultivées aujourd'hui en orge et en houblon? Ne seraient-ils pas heureux d'échanger les bières contre du vin qu'ils obtiendraient au même prix? Le fisc anglais perdrait-il quelque chose en mettant sur le vin le même impôt que sur la froide boisson qui lui donne aujourd'hui la plus grande partie de son revenu? Cet exemple s'appliquerait à toutes les situations, et le temps viendrait où chaque peuple, appelé à fournir au commerce général ce qu'il produit le mieux, ne trouverait plus que des associés là où il compte des rivaux, et la fraternité de l'espèce humaine serait resserrée par ces besoins réciproques dont la satisfaction, devenue nécessaire, rendrait la guerre impossible. C'est, au reste, ce que nous voyons dans l'enceinte des frontières de chaque État. Nos pays de montagnes, qui ne produisent pas de vin, viennent le demander aux pays de plaines au prix de leurs troupeaux et de leurs laitages. Il s'établit entre eux un commerce actif dans lequel chacun trouve son intérêt.

On a reproché à notre agriculture d'avoir accru la production du vin au delà de sa juste mesure; mais il faut considérer que l'exportation n'enlève que 2,666,698 hectolitres de vin,

y compris celui qui est mis sous forme d'eau-de-vie, et qu'il reste dans le pays seulement 37 millions d'hectolitres, un peu plus d'un hectolitre par habitant. Supposons qu'on lui substituât la bière; en Alsace, on emploie 200 kilogr. d'orge et 4 kilogr. de houblon pour obtenir 5 hectolitres de bière[1] :

Les 200 kil. d'orge sont la récolte moyenne de	1666$^{mq.}$ de terrain
Les 4 kil. de houblon de	50
	1716

Ainsi il faudrait 1716 mètres carrés de terrain pour produire 5 hectolitres de bière, et l'hectare en donnerait 29 hectolitres. C'est la récolte de vin que l'on obtient des terres de la même nature que celles employées pour produire l'orge, et, si l'on considère que la plus grande partie du vin est obtenue de terrains bien inférieurs, on trouvera que la culture de la vigne est loin de s'être étendue aux dépens des cultures de céréales. Si l'exportation prenait de l'accroissement, la vigne prendrait une extension double, et, au moyen des engrais, produirait la moitié en sus sur le même espace, et nous serions sans aucune inquiétude, bien sûr que la richesse qui en résulterait tournerait immédiatement au profit de l'ensemble de notre agriculture céréale qui a tout à faire pour arriver au maximum de sa production.

Dans la partie méridionale de sa région et dans celle des oliviers, la vigne a l'avantage de substituer une culture, dont le produit est à peu près certain, à d'autres cultures dont le résultat est beaucoup moins assuré; d'être une de celles qui exigent le moins de travail relativement au produit net qu'on en retire; de faire disparaître les jachères et d'utiliser sans relâche toute l'étendue du territoire; de s'étendre sur tous les sols et d'occuper ceux qui ne porteraient que d'improductives

(1) *Maison rustique du XIX^e siècle*, tome III, page 273.

broussailles ; de procurer de l'ouvrage dans toutes les saisons, à tous les sexes, à tous les âges, et un travail modéré qui exige plus d'adresse que de force ; de donner lieu à plusieurs fabrications importantes et à une grande circulation de marchandise encombrante ; enfin, ce qui n'est pas moins important, de consommer peu d'engrais qui peut être réservé pour d'autres cultures.

Pour que le vin soit une boisson d'un usage général, il faut en produire de toutes les qualités et à tous les prix. Vouloir faire partout du Vougeot et de l'Ermitage, c'est imiter celui qui ne tolérerait que des fabriques de quincaillerie fine en méprisant ces couteaux à 25 centimes qui faisaient l'admiration et l'envie de Fox. En effet, le vin n'est pas une substance définie qui présente partout la même composition : pour les uns c'est un breuvage délicat dont le mérite consiste dans son principe odorant, ou bouquet, dans son onctuosité au palais, dans sa saveur agréable bien plus que dans la quantité d'alcool qu'il contient ; pour les autres, c'est seulement de l'alcool plus ou moins mixtionné d'eau. Entre ces deux extrêmes se trouvent tous les goûts et toutes les exigences ; mais pour le vin comme pour toutes les espèces de marchandises, les consommateurs pauvres sont les plus nombreux. Aussi le nombre des vins fins est-il peu considérable, et pour la masse des produits, c'est dans leur teneur en alcool que réside leur principale valeur. Cette valeur est facilement appréciable. Mais quant aux vins fins, vous ne trouverez plus de mesure possible que dans le gosier du gourmet perfectionné par l'exercice et jugeant, non d'une qualité positive, mais de la conformité de vin dégusté avec la mode du jour. Or, s'il dépend toujours du cultivateur, dans la région de la vigne, de se procurer du vin réduit à ses principes élémentaires, il ne dépend pas de lui d'obtenir ces qualités accessoires qui lui donnent un si haut prix. On s'en assure quelques-unes par le

choix du sol, du plant, de l'exposition, mais jamais d'une manière infaillible et surtout au degré prévu d'avance. La nature de ce produit est influencée par des circonstances qui ont échappé jusqu'ici à l'observation, et que l'on ne peut reproduire à volonté. Avec le plant de Pinot et le sol de Bordeaux, on fait du vin qui n'est pas du Clos-Vougeot; avec le plant, le sol et l'exposition du Clos-Vougeot, on fait en Bourgogne du vin qui n'est pas celui du Clos-Vougeot.

Un grand nombre de questions se présentent à celui qui veut entreprendre la culture de la vigne. Doit-il s'adonner à la production des vins fins, des vins intermédiaires ou des vins communs? Quels sont les moyens les plus probables d'obtenir le genre de production qu'il désire, soit par la plantation, soit par la culture, sans parler de la vinification qui entre dans la sphère des sciences technologiques? Pour les résoudre, il faut examiner dans tous les détails les circonstances naturelles, économiques, commerciales, dans lesquelles on se trouve et leur influence connue sur la production du vin. L'étude que nous allons en faire contribuera à les guider dans la résolution qu'ils ont à prendre.

SECTION Ire. — *Composition de la vigne.*

On n'a encore analysé qu'un petit nombre de variétés de vignes, et on a négligé d'indiquer la composition du terrain sur lequel elles avaient crû; il faut donc nous contenter des données générales que nous avons pu recueillir, et qui varieront sans doute en plus ou en moins, à mesure que l'on étendra les expériences à d'autres circonstances que celles dans lesquelles nous avons opéré.

La vigne produit annuellement des sarments, des feuilles et des raisins. Le raisin pressé donne du vin et du marc. Voyons quelle est la composition de ces différentes parties.

Nous avons pris pour nos propres recherches le raisin appelé *pique-poule* dans le midi, qui produit un vin fin. Il était venu sur un terrain limoneux, abondant en parties siliceuses et calcaires.

Les ceps qui ont fourni 100 kilogr. de raisin ont donné 187 kilogr. de sarments, 123 kilogr. de feuilles sèches. Le raisin pressé a donné $76^{k},18$ de jus et $23^{k},82$ de marc qui, desséché s'est réduit à $16^{k},66$.

D'après l'analyse de Chasso [1], des sarments de un à deux ans, coupés après la chute des feuilles, provenant d'un terrain porphyritique, ont donné les éléments minéraux exprimés dans le tableau suivant :

Eau et gaz.	97151	*Report*. . .	98739
Acide carbonique . .	241	Potasse	257
— sulfurique. . .	248	Soude	17
— phosphorique.	660	Oxyde de fer.	45
Chlore.	67	Silice	50
Chaux.	300	Manganèse.	*traces*.
Magnésie	72	Perte.	892
A reporter. .	98739		100000

A l'état sec, les sarments donnent 0,23 pour 100 d'azote et 0,09 pour 100 de potasse.

Les feuilles à l'état sec dosent 1,9 pour 100 d'azote et contiennent 0,15 pour 100 de potasse.

Le marc contenant encore 0,48 d'eau a donné par deux analyses 1,71 et 1,83 pour 100 d'azote à M. Payen : moyenne, 1,77. Dans les expériences de M. Pagezi sur les marcs secs, il n'avait comme nourriture qu'une valeur du cinquième environ du foin (100 de foin équivalent à 459 de marc distillé [2], ou

(1) *Annalen der Chimie und Pharmacie*, t. LV, p. 67.

(2) Voir le *Bulletin de la Société d'agriculture du Gard*, décembre 1846. L'auteur de l'article arrive à d'autres résultats, mais en partant des bases de Mathieu de Dombasle, et des expériences mieux faites ont montré qu'elles étaient fautives ; elles ont donné 400 kilogr. de marc de raisin distillé qui, dans le pays, est regardé comme ayant une

0,565 d'azote pour 100). Cette différence, que démontrent les résultats de l'alimentation des animaux, indique aussi que la digestion de ces matières est incomplète et probablement troublée par la présence d'autres substances et vraisemblablement de l'acide acétique que contient toujours le marc. Le marc desséché contient 0,13 de potasse. Le marc desséché, comme il l'est dans la fabrication du raisin après l'action du pressoir, ne contient que 0,20 d'eau.

Nous avons donc pour la composition de toutes les parties végétales qui composent la production de 100 kilogr. de raisin :

	Azote.	
62k,50 de vin contiennent	»	0,35
16k,66 de marc sec.	0,30	0,21
187 kilogr. de sarments secs.	0,50	0,17
123k,42 de feuilles sèches.	2,34	0,18
	3,14	0,91
M. Liebig admet que 100 litres de vin enlèvent au sol.		0,180
Que 45 grammes de sarments enlèvent autant d'alcali qu'un litre de vin, ce qui nous donnerait pour 187 k.		0,075
		0,255
Dans l'analyse directe, le raisin et les sarments, nous ont donné		0,145
Différence.		0,110

valeur moitié moindre que le marc non distillé et 25 kilogr. de foin de marais, que l'on regarde comme équivalant à 11k,10 de foin, pour obtenir un accroissement de 5 kilogr. de viande. Or, voici comment nous établissons ce compte :

Moutons du poids de 32k,50; ration d'entretien $\frac{1}{60}$ du poids en foin pendant 120 jours.	64k80
D'après les expériences de M. Boussingault (*Comptes rendus*, XXIV, p. 636), la ration d'engraissement est de 6k,7 de foin pour 1 kilogr. de viande, ci	33,50
	98,30
Retranchant l'équivalant de foin de marais	11,10
	87,20

Ainsi 400 kilogr. de marc distillé et 200 kilogr. de marc non distillé équivalent à 87k,20 de foin, et par conséquent 100 kilogr. de foin équivalent à 459 de marc distillé.

On juge de la quantité d'alcool que contient le vin au moyen de l'alcoomètre, qui n'est autre chose qu'un petit appareil de distillation. Nous n'avons plus à nous en occuper en cet état, la fabrication du vin rentrant dans les sciences technologiques; c'est le moût seulement que nous devons considérer pour ne pas sortir de notre cadre. Le sucre (glucose) qu'il contient est l'indice certain de l'alcool qui se trouve dans le vin. On en détermine la quantité au moyen de l'appareil de polarisation, en particulier de celui que M. Soleil a construit et qui est usité aujourd'hui dans toutes les grandes fabriques de sucre[1]. Avant de soumettre le moût à l'expérience, il faut en éliminer l'acide tartrique au moyen de l'acétate de plomb, et le décolorer en le filtrant sur du noir animal. Si l'expérience ne peut être faite au moment même où on presse le raisin, on conserve le moût dans un flacon bouché, et on prévient sa fermentation par l'addition de quelques gouttes d'huile essentielle de moutarde.

Les moûts dans lesquels dominent le mucilage et les acides libres donnent des vins faibles, de qualité inférieure, de peu de garde.

L'analyse des vins a été tentée surtout par M. Fauré de Bordeaux; M. Delarue de Dijon a suivi son exemple dans l'analyse des vins fins de la Bourgogne. Ils prennent d'abord la densité du vin par les moyens connus; ils en déterminent l'alcool, au moyen de l'alambic d'essai de Gay-Lussac; le tannin est dosé au moyen d'une solution de gélatine telle que 100 grammes de la solution précipitent 1 gramme de tannin dissous dans 100 gram. d'eau distillée. On se sert, pour obtenir la matière colorante, d'une solution de chlore titrée de manière que 100 grammes de cette liqueur décolorent exactement 100 grammes de solution de sulfate d'indigo, contenant 2 grammes de cette fécule. La couleur bleue est la première à

(1) *Bulletin de la Société d'encouragement*, 1846, p. 544.

disparaître, et en notant la quantité de solution employée pour obtenir cet effet et continuant ensuite à opérer jusqu'à ce que le vin soit tout à fait décoloré ou qu'il n'ait plus qu'une légère teinte paille, on détermine la proportion de la matière jaune et de la matière bleue. Les acides libres, qui existent souvent dans les vins, sont déterminés au moyen d'une solution de potasse. Les vins contiennent un assez grand nombre de sels : le bitartrate de potasse ; les nitrates de chaux, d'alumine, de fer ; le sulfate de potasse ; les chlorures de sodium, de potassium et le phosphate d'alumine. Pour les déterminer, on fait évaporer, on calcine le résidu, et on opère comme sur une masse solide quelconque, en faisant l'analyse qualitative et puis l'analyse quantitative [1]. Nous ne parlerons pas des recherches faites pour s'emparer du bouquet du vin et qui n'ont pas dissipé l'obscurité de ce sujet.

D'après ces procédés, les deux chimistes que nous avons nommés plus haut ont obtenu le produit moyen suivant en opérant, l'un sur vingt espèces de vins fins de la Gironde, et l'autre sur autant de vins fins de la Côte-d'Or :

		Gironde.	Côte-d'Or.
Pesanteur spécifique	des vins rouges fins	0,9969	0,9507
	des vins communs	0,9965	0,9600
	des vins blancs.	0,9960	0,9037
Vins fins.	Alcool.	9,488	13,480
	Tannin	0,112	0,079
	Bitartrate de potasse . . .	0,160	0,057
	— de fer.	0,089	0,006
	Sels inorganiques	0,025	0,065
	Matière colorante bleue . .	0,019	0,051
	— — jaune . .	0,022	0,027
	Eau	90,085	86,235
		100,000	100,000

On voit que les vins de Bordeaux se distinguent par une moindre quantité d'alcool, de sels inorganiques et de matière

(1) Fauré, *Analyses comparées des vins de la Gironde*, p. 42.

colorante; une plus grande quantité d'eau, de tannin, de sels organiques, de potasse et de fer. On attribue à ces derniers principes la solidité de ces vins, en comparaison de ceux de Bourgogne, qui tournent beaucoup plus aisément, ne supportent pas les longs voyages et ne sont pas de garde dans les contrées méridionales. Les fabricants de vins savent maintenant transformer toutes les qualités de vin par les coupages et par l'addition de certaines substances. L'éther œnanthique, qui se forme dans les vins aux dépens de plusieurs principes, donne aux vins leur odeur propre et forte, surtout aux vins communs. Il faut bien le distinguer du bouquet.

SECTION II. — *Variétés de vigne.*

Nous avons chaque jour de nouvelles preuves de l'influence du plant sur la qualité du vin. La substitution des pinots de Bourgogne, des sirah de l'Ermitage, des plants de Tokai à nos plants du midi a produit des vins dont les qualités différaient complétement de celles des vins de notre pays; mais les récoltes de ces vins étaient peu abondantes, et ces essais n'ont pas eu beaucoup d'imitateurs. En sens contraire, on sait que la multiplication du gamay dans les vignes de Bourgogne détériore la qualité de leurs vins, au point qu'un duc de Bourgogne porta un édit contre ce plant en le flétrissant de l'épithète d'*infâme*; d'un autre côté son produit est très abondant et compense le peu de fécondité du pinot auquel il est associé.

Mais comme nous l'avons dit, ce n'est pas toujours la qualité que l'on demande au vin, c'est bien plus souvent la quantité. Si l'on en excepte les vins renommés, la différence de prix entre les meilleurs et les plus médiocres des vins communs ne compense pas la modicité des récoltes des premiers comparée à l'abondance des derniers. Ainsi ce n'est pas tou-

jours le meilleur cépage que l'on recherche ; on veut aussi connaître le plus abondant, soit pour les mêler ensemble dans une proportion qui donne le résultat le plus avantageux, soit pour les cultiver séparément.

Outre la qualité et la quantité du produit des diverses variétés de vignes, il faut encore s'informer de l'époque de leur maturité qui souvent diffère beaucoup d'une variété à l'autre, d'abord pour s'assurer que celle que l'on choisira mûrira chaque année ; ensuite pour ne pas mélanger dans un même vignoble les variétés dont l'époque de maturité varie trop, et enfin pour planter de variétés mûrissant à des époques différentes les diverses parties d'un grand vignoble, de manière à échelonner le travail de la vendange et à le proportionner au nombre de bras dont on dispose.

Le nombre des variétés connues est très considérable ; leur surabondance contrariait déjà les anciens. Virgile les comparait aux grains de sable de Libye et aux flots de la mer Ionienne :

> Quem qui scire velit, Libyci velit æquoris idem
> Discere ; quam multæ zephiro turbentur arenæ ;
> Aut, ubi navigiis violentior incidit Eurus,
> Nosse quot Ionii veniant ad littora fluctus.
>
> *Georg.*, II.

M. le duc Decazes est parvenu à en rassembler plus de 1300 dans la pépinière du Luxembourg, dans lesquelles, à la vérité, il y a beaucoup de double emploi ; mais quelque soin qu'il ait mis dans ses recherches, il est loin d'avoir complété sa tâche. On ne lui a envoyé que les cépages les plus connus, et les anciennes vignes sont peuplées d'une multitude de plants inférieurs, qui n'ont pas de nom et qui disparaissent chaque jour.

Tout le zèle de M. Hardy, jardinier en chef, chargé de tant d'autres détails, ne peut suffire à l'étude de cette collection.

Il faudrait qu'un savant fût chargé spécialement de ce travail qui pourrait être si utile, il faudrait qu'un double de la collection fût établi dans nos provinces méridionales pour contrôler les résultats les uns par les autres, et pour obtenir la maturité des cépages qui ne peuvent pas mûrir sous le climat de Paris.

On devrait d'abord s'attacher à comparer les plants recueillis, à établir leur synonymie, à les diviser en familles d'après leurs qualités dominantes. On les suivrait ensuite pendant plusieurs années et l'on noterait : 1° l'époque de la maturité; 2° la quantité de raisin portée par la souche; 3° la quantité de moût fourni par le raisin soumis à la presse; 4° la quantité de sucre contenu dans le moût. On peut même pousser plus loin l'analyse et rechercher combien il contient de potasse, de tannin, de mucilage.

1° L'époque de la maturité est indiquée par la cessation des fonctions des vaisseaux qui transmettent la sève au raisin. Le pédoncule brunit et se vide ; il s'arrache sans effort en entraînant les vaisseaux nourriciers; la couleur des pepins devient de plus en plus noire.

2° La quantité des raisins se détermine par leur poids et non par le nombre des grappes et des grains. Si l'on considère que les sphères sont entre elles comme le cube de leur diamètre, et qu'ainsi un grain d'*aramon*, de $0^m,020$ de diamètre, a une capacité huit fois plus grande qu'un grain de pinot $0^m,010$, on comprend que sur le même espace de terrain le premier produirait 192 hect. de vin, tandis que le second n'en donnerait que 24. C'est donc le poids qui seul peut déterminer la quantité de vin récolté.

3° Mais les petits raisins ayant comparativement plus de ramifications de pédoncules, plus d'enveloppes, c'est le poids du moût qui décide de l'abondance du vin.

4° La plupart des vins n'ont de valeur que par leur alcool ;

c'est donc définitivement celui qui est fourni par la souche qui constitue le produit. On l'obtient en dosant le sucre du moût.

5° On peut aussi en dosant le tannin, la potasse, le mucilage, s'assurer de l'existence des matières qui assurent la solidité du vin ou qui la compromettent.

Ce n'est qu'après avoir répété ce travail pour chaque variété et dans différents climats que l'on pourra se flatter de posséder une bonne monographie de cépages. Nous sommes bien loin d'avoir atteint ce but. Nous possédons cependant sur ce sujet des travaux très estimables; mais ils n'ont qu'effleuré le fond des questions. Le beau traité de Simon-Roxas Clémente sur les vignobles de l'Andalousie divise les cépages selon des caractères botaniques bien observés; mais après avoir formé ses groupes, il les fait suivre d'une foule de variétés isolécs qui n'entrent pas dans ses cadres. Son ordre utile pour celui qui voudrait classer systématiquement tous les cépages connus ne conduit à aucune conclusion pratique.

L'*Ampélographie* du comte Odart est un ouvrage très utile, mais son auteur n'a pas eu pour but d'embrasser toutes les variétés connues ; il se borne à jeter les yeux sur les cépages des différents pays, à les juger rapidement avec le coup d'œil d'un praticien, sans donner les moyens de les reconnaître et sans les faire apprécier d'une manière positive. Il dit de chaque variété ce que peuvent en apprendre les yeux et le goût; mais aujourd'hui il n'est plus de travail solide dans les sciences appliquées sans la mesure et la balance.

Il y a dans le traité dont nous parlons un point de vue éminemment pratique qui ne pouvait échapper à l'heureuse intelligence qui l'a écrit. En traitant son ouvrage il s'est aperçu de son importance et a donné en appendice une classification des cépages, selon l'époque de la maturité. Nous avons demandé à M. Hardy de le compléter d'après des observations faites dans

le jardin du Luxembourg, mais en attendant que ce travail, qui durera plusieurs années, soit accompli, et dans l'impossibilité de donner ici une simple nomenclature des cépages qui forment un ouvrage considérable, nous nous bornons à proposer le cadre agricole dans lequel nous voudrions faire entrer la description des différents plants.

Ayant observé la chaleur totale qui répondait aux vendanges des espèces principales cultivées dans différents pays, nous avons pu nous en servir pour diviser les cépages selon l'époque de leur maturité. Nous diviserons ensuite les raisins qui y seront compris d'après leur couleur, en raisins blancs, colorés et noirs.

Les époques qui forment nos grandes divisions partent du moment où les bourgeons de la vigne se développent (10°,3 de température moyenne), et finissent au moment de la maturité du raisin. Les degrés de chaleur totale sont formés de la moitié de la somme du minimum de température et de la chaleur reçue par la terre (tome II, 1re colonne du tableau de la page 79) multipliée par le nombre de jours écoulés. Ces époques sont ainsi qu'il suit :

1re époque.	Chaleur tot. :	2264°	(15 juill. dans le midi ; 20 août à Paris.
2e époque.	—	3400°	(25 août dans le midi ; 7 oct. à Paris.
3e époque.	—	3564°	(1er sept. dans le midi ; 20 oct. à Paris.
4e époque.	—	4133°	(27 sept. dans le midi ; point de maturité à Paris.
5e époque.	—	4238°	(2 oct. dans le midi ; *Id.*
6e époque.	—	4392°	(10 oct. dans le midi ; *Id.*
7e époque.	—	5000°	(31 oct. dans le midi ; *Id.*

Dans le tableau qui suit, et qui est très incomplet, mais qui renferme les principaux cépages cultivés en France, nous avons dû adopter la nomenclature de M. le comte Odart, dont l'*Ampélographie* est le premier ouvrage qui présente d'une manière un peu générale les caractères et la synonymie des vignes.

Cet ouvrage est le fruit de longues années d'expériences et de recherches.

PREMIÈRE ÉPOQUE.

On ne fait guère de vin des raisins de cette époque ; ce sont des raisins de table.

Raisins colorés.

1. *Morillon hâtif*, Odart, 132 (raisin de la Madeleine, plant de juillet, d'Ischia, Lorenzana des Italiens). Sa coloration est son seul mérite; coloré avant sa maturité, peu estimé même pour la table.
2. *Ciotat*, Od., 177. Raisin peu estimé; feuillage très découpé.

Raisins blancs.

3. *Blanc précoce de Kintzheim*, Od., 427, *note*. C'est, selon M. Regnier, le plus précoce de tous les raisins ; grains allongés, assez gros; très sujet aux gelées printanières ; bon à manger ; peau très fine ; grains ronds.
4. *Servan blanc* (Bicane), Od., 177. Beaux raisins mêlés de plus petits; la qualité ne répond pas à l'apparence.
5. *Joannen,* Od., 179, 402 (Madeleine blanche, plant de Saint-Jean). Raisin abondant, de saveur agréable; grains ovales; toujours mûr au milieu de juillet dans le midi.
6. *Olivette précoce*, Od., 179 (Joannen charnu). Grains croquants, charnus, jaunes.
7. *Guilan musqué*, Od., 180 (raisin musqué). Raisin allongé, presque cylindrique ; plant très sujet à la coulure.

DEUXIÈME ÉPOQUE.

Nota. Le groupe des Pinots, qui est réparti entre cette époque et la suivante, est caractérisé par des grains ronds, à peine moyens ; grappes petites ; feuilles cotonneuses, à lobes peu profonds ; sarments grêles ; floraison et maturité hâtives ; ces plants sont les premiers à perdre leurs feuilles en automne. Ils font un vin délicat, assez spiritueux, mais de peu de garde. Ils sont la base des bons vignobles de l'est de la France.

8. *Pinot noir* (Noirin), Od., 129. Peu abondant, mais donne le vin le plus délicat ; son bois, peu vigoureux, a besoin d'être soutenu.
9. *Pinot rougin*, Od., 134 (Auvernat rouge). Raisin à couleur rougeâtre; raisin bon à manger ; vin léger et parfumé.
10. *Pinot Mour* (Mouret; Pinot noir luisant), Od., 131. Grain très noir ; vin médiocre, foncé; cultivé en grand à la Fontaine-lès-Dijon.
11. *Pulsart*, Od., 194 (Pendoulot, raisin perle). Feuilles très décou-

pées; pédicelles larges et minces; grappe peu fournie; beau grain, se séparant facilement de la grappe à la maturité; très productif en plaine; donne un bon vin de longue durée; demande à être élevé pour produire; sol argileux et pendant. C'est la base des bons vins rouges du Jura.

12. *Plant de la Dôle,* Od., 220. Tardif à pousser; maturité précoce; grains oblongs, bleu foncé; se trouve dans quelques vignes de la Suisse.
13. *Petit Négran* (Négran, Gouget de l'Allier et du Puy-de-Dôme, gros et petit Moret). Le Petit-Négran est peu abondant, mais a du bouquet; on l'abandonne à cause de la modicité de son produit dans le Bourbonnais, où il faisait des vins réputés.
14. *Liverdun* (Hericey noir, grosse race), Od., 190. Feuilles grandes et sans duvet; grains oblongs; vin peu corsé, peu spiritueux, très abondant. C'est le plant qui se répand le plus dans les Vosges, la Meurthe et toute la Lorraine.
15. *Meunier* (Morillon Taconné, Carpinet, Gougean, Fernaise, plant de Brie), Od., 133. Raisin noir, rond; feuilles toutes couvertes d'un duvet blanc; très productif. Vin plat, de peu de garde, mais commun dans bien des vignobles de l'est.
16. *Franc noir* (Morillon noir, Noirin, Ciboulot noir), Od., 189. Grains noirs, oblongs; vin léger, agréable; aime les terres calcaires légères.

Raisins blancs et gris.

17. *Pinot gris* (Burot, Fromentau, Savignin gris, gris Cordelier, Auvernat gris, Fauvé, Malvoisie), Od., 135. Grain couleur feuille morte; très délicat; vin parfumé et léger; ne rapporte guère qu'une année sur quatre en Bourgogne. C'est la base des vignobles de Sillery et de Versenay.
18. *Pinot blanc* (Chardonnet, Noirin blanc, Rousseau, Mouzac blanc, Auvernat blanc), Od., 138. Grains oblongs, peu serrés, marqués de points bruns; couleur dorée; vin fin; peu productif. C'est la base du vin de Montrachet.
19. *Aligotuy*, Od., 145 (Purion). Feuilles larges, cotonneuses en dessous; bois rouge; raisin à peau fine, sujet à pourrir, mais bien plus productif que le précédent.
20. *Sauvignon*, Od., 164 (blanc fumé). Grains ronds, doux; bon à manger; assez productif. C'est le raisin blanc le plus apprécié dans les vignobles de la Nièvre, et il est commun à Pouilly.
21. *Musquette*, Od., 104 (Muscadet doux, Angelico, Guilan musqué). Grains ronds, peu serrés; couleur ambrée; couleur du bois ventre de biche; raisin sujet à pourrir. Il faut tailler à long bois. Cépage très estimé dans les vignobles de la Gironde et de la Dordogne.

22. *Blanquette*, Od., 179. Feuilles un peu cotonneuses en dessous; grains un peu allongés, à goût agréable; grappes fortes, abondantes, se desséchant promptement sur la souche. On fait dans l'Aude et dans la Dordogne des vins blancs très estimés avec ce raisin.

TROISIÈME ÉPOQUE.

Noirs ou rouges.

23. *Plant de Pernaut*, Od., 130 (plant d'Abraham). Feuilles entières, d'un vert jaunâtre; grains noirs, moyens; robuste et fertile. Son vin est moins fin et moins parfumé que celui du Pinot noir, mais sa plus grande abondance le fait rechercher.
24. *Pinot Crépet*, Od., 132. Plus abondant que les autres Pinots, mais son vin leur est inférieur.
25. *Muscat noir du Jura*, Od., 393. Grains oblongs, noirs. On le cultive pour la table.
26. *Merlot*, Od., 99 (Vitraille). Feuilles profondément découpées, rugueuses, cotonneuses en dessous; grains ronds, noir velouté; peau fine; est sujet à pourrir quand l'humidité accompagne sa maturité. Il est très abondant, et c'est un des cépages les plus estimés du Bordelais.
27. *Sirah*, Od., 157 (petite et grosse). Feuilles grandes, cotonneuses en dessous; grains noirs, égaux, légèrement oblongs; nœuds éloignés et violets. Vin d'excellente qualité; peuple presque entièrement les vignobles de l'Ermitage.
28. *Teinturier*, Od., 169 (gros noir, Oporto). Abondant; grains serrés, noirs, ronds; donne un suc rougeâtre; vin gros; cultivé pour donner de la couleur à la cuve. On dit qu'il est la base du vin de Rota. Il ne faut pas le confondre avec le Tintot du midi (Mourvèdre).
29. *Gros Gamais*, Od., 147. Feuille cotonneuse en dessous; pétioles violets; grappes nombreuses; vin plat et acide, très abondant. Malgré la proscription des ducs de Bourgogne, qui le traitaient d'*infâme* dans un édit, ce raisin est aujourd'hui associé aux meilleurs plants dans les vignobles de Bourgogne et n'a pas contribué à en améliorer les vins.
30. *Petit Gamais*, Od., 148 (Gamais noir, Lyonnaise). Assez abondant; donne un vin de bonne qualité; il est très estimé dans le Beaujolais et le Mâconnais.
31. *Neyran*, Od., 160 (gros et petit; Moret). Le petit est peu productif; le grand un peu davantage; donne un bon vin rouge foncé, ayant du bouquet; cultivé dans l'Allier et le Puy-de-Dôme, d'où son peu de produit le bannit progressivement.

Blancs.

32. *Fendant* (le vert; roux; chasselas rose), Od., 221. Grains serrés, restant verts. C'est ce chasselas qui est la base des vignobles de la Suisse. Il y a aussi des variétés rousses et roses du fendant.
33. *Morillon blanc*, Od., 138 (Épinette blanche, Gamais blanc, Auxerrois blanc, Blanc de Champagne, Armoison, Savagnin jaune, Meslier). Feuilles grandes, peu découpées; grains peu serrés, très ronds, non piquetés de brun; goût sucré, parfumé; abondant. Ce raisin blanc est admis dans les premières cuvées de Champagne, qui, comme l'on sait, sont faites avec des raisins noirs.
34. *Semillion*, Od., 101 (Colombat, Chevrier). Feuilles très découpées, d'un vert pâle; grappes grosses, garnies de grains ronds peu serrés, jaune pâle; cépage robuste; nœuds rapprochés. Occupe un premier rang, et est planté en plus grande proportion que les autres dans les vignobles à vin blanc du Bordelais.
35. *Gamais blanc*, Od., 152 (Melon, feuille ronde; gros Auxerrois blanc, Savagnin jaune, Lyonnaise blanche). Grandes feuilles, entières, très rondes, cotonneuses en dessous; bois gros, mais court. La pourriture suit de près la maturité. Espèce très productive; vin médiocre sujet au gras.
36. *Colomban*, Od., 287 (Chalosse, Mellène, Aubier). Cépage vigoureux, productif; raisin sujet à la pourriture; vin commun. On le plante beaucoup dans les vignobles blancs du midi pour augmenter la quantité du vin.
37. *Plant Pascal*, Od., 287. Feuilles grandes, cotonneuses en dessous; grosses grappes; grains ronds, blanc verdâtre, à peau fine; nœuds rapprochés; raisin bon à manger et à faire du vin; très répandu dans les vignes des Bouches-du-Rhône à cause de l'abondance de ses fruits.

QUATRIÈME ÉPOQUE.

Raisins colorés.

38. *Le Côt*, Od., 165 (Cahors, Côt, Jacobin, Auxerrois, Pied-Rouge, Pied-Noir, Magrot, noir de Preissac, Estrangey, Quercy, etc.). Entre-nœuds très courts; bois vigoureux; grappes peu serrées; grains noirs, ronds; sujet à la coulure; fait du vin ayant une belle couleur, du corps et de bon goût. Commun du Lot à la Loire.
39. *Chauché noir*, Od., 111 (Pinot dans le Poitou). Feuilles petites, peu découpées, cotonneuses en dessous, jaunâtres en dessus; grappe moyenne, pédoncule court; grains oblongs; vin coloré, spiritueux.
40. *Simoreau* (Gros-Bec, noir de Lorraine). Grappes longues; pé-

doncule rouge; grains écartés; ayant un goût de fumée; très productif; très recherché en Lorraine, où d'ailleurs il mûrit difficilement, à cause de ses abondants produits.

41. *Carmenet*, Od., 95 (Cabernet, petite Vuidure, Breton, Viverrais, Arrouya). Feuilles minces à cinq lobes, aiguës, glabres; grappes peu fournies de grains moyens, ronds, peu serrés, noirs; pédoncules et pédicelles violets; sarments rougeâtres. Vin fin, clair, beaucoup de bouquet, de garde; produit assez régulier, mais peu abondant. C'est le plant par excellence des bonnes vignes du Bordelais.

42. *Serine noire*, Od., 153 (Corbelle). Feuilles minces, planes, pointues; un des lobes se trouve moins grand que l'autre; grappes allongées; grains oblongs, peu serrés. C'est le plant principal des vignes de Côte-Rôtie et de toute la partie du Rhône entre Vienne et Saint-Vallier. On l'associe au *Vionier*.

43. *Persaigne*, Od., 156 (Persane). Plant productif; vin foncé, grossier; s'améliore en vieillissant; très cultivé dans les vignes communes du Lyonnais.

44. *Grolot*, Od., 166. Grains ronds; raisin bon à manger; accompagne le Côt dans les vignobles de la Loire au Lot.

45. *Grosse Miville*, Od., 101 (Bordelais). Feuilles peu découpées, rugueuses en dessous; belles grappes de grains ronds, noirs et serrés; très productif; vin médiocre. Vignes de la Gironde et de la Garonne.

46. *Teinturier du Jura.*, Od., 170 (plant de Tache, Tachat). C'est aussi, comme le Teinturier commun, nº 28, un cépage dont toutes les parties, feuilles, bois, bourgeons, participent de la couleur rouge, mais à un moindre degré, ainsi que dans la coloration du vin.

47. *Tanat*, Od., 291. Feuilles rugueuses en dessus, cotonneuses en dessous, à bord recourbé en dessous; grains noirs, serrés et ronds, de grosseur moyenne; pellicule mince, ce qui les expose à la pourriture. Vin coloré, spiritueux, agréable. C'est le cépage dominant dans le vignoble de Madirac (Hautes-Pyrénées).

48. *Olivette noire*, Od., 181 et 400 (Hubschi d'Odart). Grains allongés, noir de fumée, charnus, croquants, sucrés. On le cultive dans le midi pour la table.

49. *Manosquin*, Od., 274 (Téoulier). Feuilles presque entières, glabres; belles grappes; grains noirs, gros, légèrement oblongs; peau épaisse, ne craignant pas la pourriture. Vin couvert, propre au transport; long bois.

50. *Ouillade noire*. Od., 395 (Sinsaou, Bordalès, Ribeyrac, Morterelle noire, Milhau, Pranclas, Malaga). Très productif; grains gros, oblongs, noirs; pellicule mince. Vin de belle couleur, liquoreux.

51. *Milgranet.*, Od., 171. Plant du Tarn; très productif.

52. *Savoyant*, Od., 221 (gros rouge). Feuilles d'un beau vert, très cotonneuses en dessous, assez découpées; bois fort; très productif; vin âpre. Cest le plant de raisin coloré le plus cultivé en Suisse.
53. *Muscat noir*, Od., 391. Très productif; cultivé dans le midi pour obtenir du vin muscat rouge à Baume-de-Venisse (Vaucluse).
54. *Baclan*, Od., 200 (Durau ou Duret), petit et gros. Nœuds écartés; feuillage vert très foncé; raisins peu serrés, se soutenant contre l'humidité. Vin coloré, de bonne qualité. Terre forte, argileuse; vignes du Jura, où il est associé au Pulsart.
55. *Chauché noir*, Od., 111. Feuilles petites, jaunâtres, cotonneuses en dessous; grappes moyennes; grains oblongs moyens; vin coloré, capiteux; raisin sucré. Vignes de la Dordogne à la Loire.
56. *Trousseau* (Véceau). Feuilles larges, épaisses, arrondies, d'un vert jaunâtre, et glabres en dessus, légèrement cotonneuses en dessous; grains noirs; vin spiritueux, de bonne garde; cépage très vigoureux, productif, qu'il faut espacer; il faut réserver dans la taille plusieurs astes si on veut lui faire produire tout ce qu'il peut. Vignes du Jura et d'Avalon.

    Le petit Trousseau donne des récoltes moins abondantes que le gros, mais elles sont plus sûres. (Bouchardat, *Etude sur les cépages.*)
57. *L'Enfariné*, Od., 199 (distingué du Meunier et du Fariné du Doubs). Feuilles plus longues que larges, à dentelure aiguë, velues en dessous sur les nervures; grappe courte; grains gros et ronds, noirs, couverts d'une poussière blanche, très acerbes. Vin âpre dans les premières années; se bonifie en vieillissant. Très productif. Taille en astes longs de dix à douze nœuds; forts échalas à cause du poids des raisins.

Raisins blancs.

58. *Gouais blanc* (Bouchardat, IV et VI). Vin acide, sans saveur vineuse, se conservant mal; très productif; a donné à M. Bouchardat 240 hectol. de vin par hectare dans un bon terrain bien fumé.
59. *Savagnin vert*, 201 (Servoyen naturé, feuille ronde, Fromentan, bon blanc, blanc brun, Gamais blanc, Meslier jaune, Morillon blanc, Arnoison blanc, Auxerrrois blanc, blanc de Champagne, etc.). Feuilles rondes, d'un vert foncé, cotonneuses en dessous; pétioles et nervures rouges; grains oblongs; pellicules épaisses, à teinte verdâtre. C'est la base des bons vins blancs du Jura, de la Côte-d'Or; c'est un des raisins blancs admis dans les vins de Champagne.
60. *Blanc Sémillon*, Od., 101 (Colombet, Chevrier). Sarments gros;

feuilles découpées, grêles; grappes grosses; grains gros, ronds jaune pâle, pourrissent facilement; abondant; très cultivé dans le Bordelais.

CINQUIÈME ÉPOQUE.

Raisins colorés.

61. *Aramon*, Od., 275 (Plant riche, Aqué noir, Révollaine, Alicante), le cépage le plus remarquable par l'abondance de ses produits; vin clair, de garde; craint les gelées du printemps à cause de sa précocité, et la pourriture parce que ses sarments longs, chargés de beaucoup de raisins, rampent à terre.
62. *Agudet*, Od., 282. Grappes belles; grains allongés; abondant. Les vignes de Tarn-et-Garonne.
63. *Carignan* (plant du Roussillon, plant dur, Rivesaltes). Grains ronds, noirs; fait du bon vin coloré; sujet à la coulure; produit abondamment dans les bons terrains : se rencontre dans les départements des Bouches-du Rhône, Gard, Hérault, Aude. Terres fortes et peu élevées.
64. *Tibouren* (Lardier, t. III, 67). Cette vigne se fait remarquer par sa très grande fécondité dans les années où ses fleurs ne coulent pas, inconvénient auquel elle est très sujette, attendu la grande précocité de ses pousses, lesquelles ont $0^m,32$ de longueur quand le Mouvèdre donne à peine signe de vie. Raisin très sucré; vin peu foncé. fin, délicat. Terrains légers.
65. *Terret noir* (Terret Mourreaü). Grains ronds, noirs; coule rarement et est peu productif. Vin très coloré et bon. Ancien cépage, maintenant peu répandu dans le midi.
66. *Mourastel* (Mouneusten, *Stat. des Bouches-du-Rhône*). Fait beaucoup de bois; à nœuds rapprochés; grains gros, croquants, sucrés; ne coule jamais. Terres fortes, argileuses. Vin très noir, mais plat.
67. *Moulan*, Od., 271. (Brun Fourca). Feuilles moyennes, vert jaunâtre, luisantes, recoquillées en dessous ; grappes belles ; grains oblongs, noirs, assez gros; foliation précoce; coule souvent; très productif; préférable au Mouvèdre dans les sols secs et élevés.
68. *Bouteillan*, Od., 272 (Cayau, Charge-Mule, Fouiral). Grosses grappes; gros et petits grains; noir rougeâtre; coule quelquefois; vin faible, peu coloré; très productif. C'est la variété la plus fréquente dans les Basses-Alpes.
69. *Maldoux*, Od., 197. Plant très fertile; vin plat et dur. (Assez commun dans le Jura.)
70. *Grenache*, Od., 305 (bois jaune, Alicante, Teinturier, Roussillon, Redondal, et, en Espagne, Granax, Lladoner, Arragonès).

Feuilles lisses sur les deux faces; grappes belles; grains peu serrés, oblongs, noir bleuâtre; donne un vin très liquoreux, abondant; entre-nœuds courts; le sommet des sarments n'aoûte pas dans notre pays; sujet aux gelées du printemps; terres fortes, principalement les rouges; très cultivé dans le midi de la France, surtout dans les départements du Gard, de l'Hérault et de Vaucluse.

71. *Mourvèdre*, Od., 269 (Espar, Benicarle, Teinto de Vaucluse). Feuilles à nervures violettes, cotonneuses en dessous; sarments rouges à nœuds violets; grains ronds, de médiocre grosseur, bleu azuré; saveur peu agréable; peau épaisse. C'est le cépage par excellence des Bouches-du-Rhône et du Var; il donne du vin spiritueux qui souffre le transport et se conserve longtemps; il est tardif à pousser; se met bientôt en fruit; ne coule point et ne pourrit point. Les vignes de Rochegude (Vaucluse) doivent leur réputation à ce plant.
72. *Spiran noir*, Od., 396. Grains noirs; vin rouge clair, bon et délicat; cultivé dans les départements du Gard et de l'Hérault comme le meilleur raisin de table; possède des variétés grises et blanches.
73. *Marocain*, Od., 281. Feuilles secondaires très découpées; belles grappes à gros grains peu serrés, durs, couverts d'une pousière blanche. On le cultive en Provence comme raisin de table.

Raisins blancs.

74. *Picardan*, Od., 286 (Ouillade blanche, Aragnan, Gallet). Raisin vert clair, ovoïde, un peu ferme sans être dur; très sucré; se conserve bien; vin moelleux, susceptible de bien mousser; médiocrement productif; attire les maraudeurs et les chiens par la douceur de son fruit. On le remplace en général par la Clairette, moins bonne, mais plus productive.
75. *Calitor* (Fouiral blanc). Grains blancs ovoïdes, peu tendres; sujet à la pourriture; donne un bon vin sec et produit beaucoup quand il a passé ses premières années; veut être planté en souches éparses; il dure très peu quand il est seul sur un terrain; fréquent dans le midi.
76. *Clairette* (Blanquette, Collicour, Malvoisie), Od., 285. Feuilles très vertes en dessus, cotonneuses en dessous; grappes longues, ailées, grains oblongs, peu pressés, fermes, doux; se conservant bien; donne un vin blanc de bonne qualité, et est très productif dans les bonnes terres, quoiqu'il soit sujet à couler. On dit qu'il préfère les terres blanches.
77. *Muscat blanc*, Od., 386. Cultivé pour la table; c'est le raisin le

plus sucré et le plus parfumé de tous. Les vignes de Lunel et de Frontignan sont célèbres par son produit.

SIXIÈME ÉPOQUE.

Raisins colorés.

78. *Pique-Poule*, Od., 279. Grains oblongs, serrés, rouge noir ; bois noué court ; taille courte ; très bon raisin ; vin fin, délicat, spiritueux ; peu abondant. C'est la base des vignobles de la Nerthe ; il se trouve dans presque toutes les vignes du midi dont on veut améliorer la qualité.
79. *Terret Bourret.* Grains rouge clair ou gris, ovoïdes ; gros raisins pesant jusqu'à 3 kilogrammes ; charge beaucoup ; coule rarement ; vient dans tous les terrains, mais principalement dans les bons, et ne redoute pas l'excès d'engrais. C'est une des bonnes bases des vignes à eau-de-vie, quoique moins abondant que l'Aramon, parce que la vigne se soutient mieux et rampe moins, et qu'il craint ainsi moins la pourriture, et parce que ses vendanges, étant un peu en retard, donnent le temps de cueillir les parties plantées en Aramont.

Raisins blancs.

80. *Furmint,* Od., 229 (plant de Tokai). Feuilles presque entières, légèrement trilobées, vert foncé, cotonneuses à la partie inférieure ; raisins cylindriques ; grains blancs, peu serrés, inégaux ; très doux ; peu productif (6 à 10 hectol. par hectare) ; sujet à la coulure ; se desséchant bien sans se gâter. Ce plant est la base du vin de Tokai ; transporté dans le midi de la France, il a donné un vin excellent ; mais par la comparaison de son produit à celui des autres vignes, il devrait se vendre huit à douze fois le prix du vin ordinaire.

SEPTIÈME ÉPOQUE.

Raisins blancs.

81. *Panse commune,* Od., 397 (Panse Pendoulau). Grosses grappes ; grains oblongs, durs et gros ; vigne forte et vigoureuse qui exige un bon terrain, et alors elle produit en abondance des raisins d'une grosseur extraordinaire, très bons à manger et à conserver ; on les fait aussi sécher. On en fait de bons vins blancs et cuits. Tailles longues en treille.
82. *Panse musquée.* Grains très gros, oblongs, durs et pointus par le bout ; moins cultivé que le précédent, quoique beaucoup plus sucré ; fleurs sujettes à couler ; taille longue ; culture en treille ou en cordon. Raisin excellent à manger frais ou sec.

83. *Panse d'Espagne.* Gros raisins; grains ronds, très sucrés; peau fine.

84. *Corinthe,* Od., 409. Ce raisin, à grains très petits et sans pepins, porte à chaque grappe un ou deux grains plus gros et à pepins; ne produit que s'il est cultivé en treille ou en cordon, en allongeant la taille. C'est la vigne qui produit les corinthes qui entrent dans la composition des pouddings anglais.

85. *Cornichon,* Od., 330 et 408 (Têta de Vacca, Doigt-de-Donzelle, Rognon-de-Coq, Pizzutello, Trebbiano). Grains très gros et recourbés, blancs; productif dans les bonnes terres; veut être taillé long et conduit en treilles ou cordons.

86. *Olivette blanche,* Od., 399. Grappes, grains en forme d'olive, mais plus petits; goût fade; ce raisin se conserve beaucoup mieux que les autres.

Raisins colorés.

87. *Danugue.* Gros grains noir-rougeâtre, fondants; très grosses grappes; vigne forte et vigoureuse en treille; très productif en vin faible et peu coloré. Terrains légers.

88. *Raisin de Poche.* Vigne de treille très vigoureuse; bons raisins; grains rouges, ronds, de la grosseur d'une noisette, tellement durs qu'on peut les porter dans la poche sans les écraser. Ils sont peu sucrés et se conservent longtemps.

Nous ne présentons cette nomenclature imparfaite que pour donner une idée de la distribution des maturités et de l'intérêt qu'un pareil tableau plus complet présenterait pour les cultivateurs de vigne.

SECTION III. — *Choix des cépages.*

La nature du vin que l'on veut faire doit surtout nous diriger dans le choix d'un cépage. Si notre position topographique, notre climat, notre exposition, notre sol nous appellent à produire des vins fins, il faut rechercher les variétés déjà expérimentées, connues pour communiquer à leurs produits l'onctuosité et le bouquet qui en font le mérite. L'analyse chimique n'est pas encore parvenue à indiquer ces qualités; c'est donc à l'expérience agricole qu'il faut s'adresser pour les connaître.

Si la variété que l'on cherche existe auprès de nous, il faut l'accepter et n'introduire qu'avec mesure une variété étrangère, dût-elle communiquer au vin des qualités supérieures, si déjà le commerce recherche les vins de notre canton ; il est routinier et hésiterait peut-être à acheter un meilleur vin qui différerait de l'espèce marchande. Ces nouveautés ne doivent s'introduire que peu à peu et par simples essais avant de leur donner une étendue qui pourrait porter atteinte à notre revenu. Ainsi quand on plante dans une contrée qui produit déjà des vins fins, une connaissance approfondie des cépages n'est pas nécessaire; il suffira de consulter les meilleurs producteurs et de se conformer à leur pratique dans la proportion des différentes variétés qui, par la réunion de leurs grappes, produisent le vin du commerce.

Si, dans la contrée où l'on se dispose à planter, il ne se fait pas de bons vins et que cependant on possède une exposition chaude, un sol sec et profond, ou établi sur des rochers fendillés, on aura à rechercher le plant qui pourra donner le meilleur produit. Pour y réussir, il faut d'abord s'assurer du climat où l'on plante pour savoir à laquelle de nos époques s'arrête la possibilité de voir mûrir le raisin. Ainsi nous avons vu qu'à Paris la maturité s'arrête à la quatrième époque, à Montpellier à la sixième; on choisira ensuite le plant dont on doit faire du vin fin parmi ceux de l'avant-dernière et de l'anté-pénultième époque où la maturité s'arrête : ainsi, à Paris, dans la troisième et deuxième époque; à Montpellier, dans la cinquième et quatrième. La maturité de la dernière époque risque de ne pas être complète dans les années dont l'été a été froid et pluvieux.

Si l'on plante pour se procurer un vin de table qui ne soit pas de première distinction, on associera au cépage fin un cépage plus abondant. Cette association existe dans les crus secondaires des pays de production. Ainsi, en Bourgogne, on associe les pinots dont le vin est fin, mais peu abondant,

au gamais, qui donne une grande abondance de vins d'une qualité inférieure; dans la Gironde, le carmenet, cépage qui donne aux vins de Bordeaux leur caractère propre, mais qui est peu productif, au verdot et au merlot, qui donne aussi un bon vin, mais avec plus d'abondance; à la grosse mérille qui produit beaucoup plus; sur la côte du Rhône, le pique-poule produisant peu de vin excellent avec une petite quantité de grenache qui produit beaucoup de vin liquoreux, et du terret abondant, mais peu riche en principe alcoolique; la grosse et la petite sirah composent exclusivement le plant de l'Ermitage; la première est plus productive, mais moins fine que la seconde; c'est en grande partie au bon choix du cépage, et à l'exclusion des cépages abondants et communs, que ces vins doivent leur qualité supérieure.

Tous ces cépages fins ont pour caractère distinctif de donner des vins alcooliques; mais leur alcool n'est nullement la mesure de leur qualité, et c'est l'ensemble des qualités que l'on recherche. Quant aux vins très abondants, ils sont ordinairement faibles. Ainsi, en Bourgogne, M. Bouchardat a trouvé que le vin de pinot donnait 0,10 d'alcool avec une production de 20 hectolitres seulement par hectare, tandis que le gamais bien fumé n'avait que 0,048 d'alcool, mais arrivait au produit de 160 hectolitres par hectare, et le gouais 0,032 d'alcool, mais avec un produit de 240 hectolitres.

Il y a donc une certaine mesure à garder dans la proportion des différents plants, telle que la quantité de vin recueilli se compensant avec sa qualité, on obtienne le maximum de produit. Cette proportion ne peut pas s'enseigner, parce que les moûts sont plus ou moins sucrés, non-seulement par rapport aux plants dont ils proviennent, mais encore par rapport au climat et au sol. C'est donc au tâtonnement qu'il faut la demander pour chaque situation. On y parviendra en essayant des mélanges de raisins faits dans des proportions variées, en

s'arrêtant à celui qui donnera le vin le meilleur et le plus recherché, et en plantant un nombre des différents plants en rapport avec leur produit en raisins et la quantité de ces raisins qui ont donné le vin que l'on cherche à produire. Pour donner un exemple de la manière de procéder quand il s'agit d'associer un plant abondant à un plant essentiel, nous citerons la manière dont a procédé un propriétaire de notre voisinage :

hectares.		hectol.			Par hectare.
4 de grenache lui produisent	200	de vin à 10f;	total :	2000f,	ou 500f
1 de terret —	68	—	3 —	204	204
Ainsi, les 5 hectares lui donneront				2204	441

En mêlant les moûts de cinq hectares, il a produit un vin qui a été plus goûté des acheteurs qui l'ont trouvé moins doux que s'il avait planté du grenache seul et suffisamment alcoolique ; il a donc eu 268 litres à 10 fr. ou 2,680 fr., et par hectare 536 fr. Ce résultat est fait pour attirer l'attention des cultivateurs.

Nous voyons dans Morelot[1] que l'on récolte seulement 10 hectol. de vin de pinot par hectare dans le territoire de Nuits, que le gamais donnait 20 hectol., et que 162 hect. en gamais et 247 en pinot produisent 13h,7 par hectare. Le prix moyen du vin pinot est de 19 fr. l'hectol.; celui du gamais 4 fr. 31 c. Un cinquième de gamais dans les vignes de pinot noirinis produirait :

4 hect. de pinots. .	40	hectol.	à 14f,09.	563f,60.	Par hect.	140f,90
1 — de gamais .	20	—	à 4,31.	86,20.	—	86,20
	60	Total. . .		649,80	—	129,96

Si le mélange se vendait seulement à 10 fr. 80 c., il ferait le pair, mais il est probable qu'il aurait une plus forte valeur comparativement aux vins fins et qu'il y aurait encore là un bénéfice considérable à faire ; et nous pensons qu'il se fait.

Dans les associations de cépages, il ne faut pas seulement avoir égard au goût, mais aussi à la coloration désirée par les

(1) *Statistique des vignes de la Côte-d'Or*, p. 17.

consommateurs. Si nos vins manquent de couleur, on y pourvoit en plantant du tintot dans le midi, du teinturier dans le nord.

Il y a des cépages de vin blanc qui ne sont pas de garde, mais qui servent de base à la fabrication d'autres vins et qui n'ont qu'une époque pour leur vente; il faut avoir soin de proportionner la production au débit, sous peine de garder un produit sans valeur.

Si le vin reste doux par le manque de ferment, on corrigera ce défaut en plantant des cépages qui aient des qualités contraires et qui donnent des vins secs. Ce défaut tient souvent dans le midi à une trop grande proportion de grenache. S'il a trop peu d'alcool, un plus grand nombre de pique-poule dans le midi et de pinot dans le nord corrigeront ce défaut; s'il est abondant en lie et sujet à tourner au vinaigre, on ajoute à la plantation des cépages qui possèdent beaucoup de tannin, tels que le mourvedre dans les sols riches, le brun fourca dans les terrains secs du midi, le merlot de la Gironde dans l'ouest. Il y a dans le midi des moûts qui fermentent mal, faute d'une proportion suffisante d'eau; on constate ce défaut habituel du raisin si le moût pèse habituellement plus de 1,12, l'eau pesant 100. On remédie à cet inconvénient en plantant une certaine quantité d'aramons ou de terrets. On donne de la couleur aux vins dans le midi, sans altérer la qualité, en plantant dans les vignes un quart de ceps de mourastel ou de carignac. Dans le nord on emploie les teinturiers.

Il vaudrait mieux procéder ainsi, pour corriger les défauts du vin, qu'en ajoutant aux moûts des substances qui s'assimilent mal au vin et qu'il est difficile de proportionner convenablement à l'ensemble des éléments qui composent les moûts.

Quand on fait des vins communs destinés à la boisson, il faut atteindre le point où il y a dans le vin une quantité d'alcool suffisante pour qu'il ne soit pas rebuté par le consomma-

teur; or, il y a ici une observation importante à faire : les petits propriétaires se fabriquent et boivent des vins très faibles, tels que le gouais cité par M. Bouchardat [1], cultivé en plaine avec abondance d'engrais, qui ne contient que 0,032 d'alcool; ils n'en acheteraient pas de cette qualité. Le gamais ne donne encore que 0,049; mais les vins bus dans les cabarets n'ont pas moins de 0,08 d'alcool, et c'est la proportion à laquelle les vins peuvent se débiter le plus communément. Dans les terrains plus secs, la proportion de l'alcool s'élève dans le gamais à 0,0649; il suffirait donc de lui associer du pinot, qui contient 0,1062 d'alcool, dans la proportion qui donnerait 63 p. 100 de moût de gamais contre 37 p. 100 de moût de pinot [2]. En admettant que le produit de ces cépages fût, comme l'indique M. Morelot pour ce genre de terrain, 10 hectolitres de vin pour les pinots et 20 pour les gamais, on devrait planter $0^{hect.},8735$ en gamais contre 1 hectare de pinot, ou un nombre analogue de ceps des deux espèces, si on le mêlait dans la plantation.

Dans le cas où l'on fait de ces alliances de cépages pour confondre leur moût dans la même cuvée, il faut les choisir parmi ceux qui ont des maturités pareilles ou au moins très rapprochées.

Mais si l'abondance du vin, l'impossibilité de le vendre comme vin de table, décident à cultiver la vigne seulement pour obtenir des vins à distiller, on reconnaîtra facilement que ce n'est que dans les bons sols que l'on doit cultiver des plants abondants, d'autant plus que dans le procédé de distillation

(1) *Etudes sur les cépages*, p. 5 et 12.

(2) Cette proportion s'établit au moyen de la formule suivante: Appelant a la teneur en alcool de la qualité inférieure, b celle de la qualité supérieure, et c celle du mélange à obtenir, enfin q la quantité de la qualité inférieure à introduire dans le mélange,

$$q = \frac{b - c}{b - a}.$$

continue, on est obligé d'ajouter de l'eau aux vins qui contiennent plus de 0,10 d'alcool, et que la pauvreté du vin n'est pas un obstacle à sa vente, l'acheteur ne payant d'ailleurs que l'alcool pur qui se trouve dans le vin.

Reprenons, par exemple, les chiffres de M. Bouchardat :

hectare.		hectol. de vin.		alcool.	Alcool par hectare.
1	de gouais bien tenu lui donne	240	contenant	0,032	ou 7^{h}88
1	de gamais	160	—	0,048	8,18
1	de pinot	20	—	0,1062	2,12

On voit qu'ici le gamais, beaucoup plus productif en alcool que le pinot, le serait plus encore que le gouais qui devrait être rejeté pour son rendement trop faible. C'est ainsi que dans le midi on cultive de préférence le terret ou l'aramon qui contiennent 0,0722 d'alcool, mais qui pourraient produire sans engrais 83 hectol. de vin donnant ainsi 5^{hect},60 d'alcool par hectare, au grenache qui ne produirait que 30 hectolitres portant 0,13 à 0,14 d'alcool et ne donnerait ainsi que 3^{hect},9 d'alcool pur.

Dans les grands domaines on fait ordinairement intervenir dans la plantation plusieurs variétés ayant des époques de maturité différentes; d'abord pour balancer les risques que court chacune d'elles en particulier par les gelées blanches, le coulage, etc., ensuite pour pouvoir échelonner la vendange qui est longue de manière à ne pas manquer d'ouvriers. Dans les vignes du Bas-Languedoc on plante à cet effet un tiers en aramon qui appartient à la quatrième époque, un tiers en grenache qui appartient à la cinquième époque, et un tiers en terret bourret qui ne mûrit qu'à la sixième.

SECTION IV. — *Végétation de la vigne.*

Il y a peu de plantes qui aient une végétation plus vigoureuse que la vigne. Nous la voyons dans l'état de nature s'en-

lacer aux arbres voisins, entrelacer ses sarments à leurs rameaux, et, grâce à cet appui, atteindre les plus hautes cimes ; nous voyons un seul cep enceindre de ses jets de vastes édifices et se couvrir de fruits. Le véritable état de la vigne est celui des plantes grimpantes ; c'est comme hautain qu'elle donne les plus grands produits ; mais alors ses raisins ne reçoivent plus que la chaleur diffuse de l'air, et non la réverbération de la terre. Les raisins sont aqueux, peu sucrés et contiennent en général des acides libres. Cette observation a déterminé les cultivateurs de la plupart des pays à tenir la vigne basse par le moyen de la taille.

La vigne est sensible aux grands froids ; les fortes gelées font éclater le bois des vieux ceps et attaquent même les racines. Nous avons perdu beaucoup de souches dans le midi en 1789 et en 1830 par des gelées de —12 et —12°,5 en janvier et février ; cet hiver fut plus funeste aux vignes dans le midi que dans le nord, parce que la terre n'y était pas couverte de neige. M. Cazalis-Allut fait observer que les effets du froid sur la vigne se font sentir plusieurs années après ses atteintes. Une vigne de muscats de 3,10 hectares a produit 515 hectolitres de 1820 à 1829, et après l'hiver de 1829, de 1830 à 1839, elle n'a plus produit que 248 hectolitres[1]. Les dégels subits font aussi périr les bourgeons couverts de verglas, quand le froid a été assez vif pour les pénétrer jusqu'au cœur.

Quelques jours avant de se mettre en mouvement, le sarment se remplit d'une séve abondante qui s'épanche de la blessure ; si on taille en cet état, c'est ce que l'on appelle les *pleurs de la vigne*. Enfin la température s'étant élevée à + 9°,5, les bourgeons grossissent, puis s'ouvrent et se développent ; les tendres rameaux qui en sortent ont acquis à peu près 0^m,08 à 0^m,10 de longueur quand la température moyenne a atteint + 13°. Dans cet état les vignes ont

(1) *Bulletin de Montpellier*, janvier 1846, p. 60.

surtout à craindre les gelées matinales qui brouissent les pousses et enlèvent l'espoir des récoltes. Cet accident arrive dans les années où les nuits sont claires, calmes; le rayonnement du calorique produit la gelée blanche, et le soleil, en se levant, amène un dégel rapide et funeste aux tendres rameaux. M. Morelot remarque [1] que ce malheur arrive surtout dans les années qui donnent plus tard le plus de chaleur et les meilleures récoltes; qu'en 1798, 1802, 1811, 1815, années dont les vins furent si parfaits en Bourgogne, les gelées printanières firent périr plus de la moitié des raisins de la plaine et la moitié de ceux de la côte; en 1802 le temps fut si propice qu'après la gelée il y eut une seconde pousse qui produisit des raisins qui vinrent à maturité et furent récoltés un mois plus tard que leurs aînés.

On a proposé de remédier aux désordres causés par les gelées printanières par des feux alimentés d'herbes vertes et faisant beaucoup de fumée. Placés au-dessus du vent, ces feux, allumés de grand matin quand la nuit aurait été claire et que le givre recouvrirait les plantes, formeraient au-dessus de la vigne un épais nuage qui intercepterait les rayons du soleil et permettrait à la gelée de fondre lentement et sans causer de désordres dans les organes des plantes. Le moyen est sûr, mais il est d'une application difficile. Comme les gelées matinales se succèdent le plus souvent plusieurs jours de suite, on devra aussi en continuer l'emploi sans interruption, ce qui peut devenir embarrassant et coûteux. Il ne nous paraît applicable qu'à des vignobles de peu d'étendue et donnant des vins précieux.

En se développant, le sarment qui sort des bourgeons présente des étages de feuilles opposées à des pédoncules qui portent des grappes de fleurs et tantôt se changent en vrilles. La vrille est tellement le pédoncule transformé que l'on parvient

(1) *Statistique de la vigne de la Côte-d'Or*, p. 170.

souvent à convertir la vrille en grappe, en amputant une des deux branches de la vrille qui se bifurque, celle qui ne porte pas une petite aspérité à son extrémité [1]. Dans les bonnes années le nombre des grappes augmente aux dépens des vrilles, et *vice versa* dans les mauvaises. Cette dernière conversion est surtout favorisée par l'état d'humidité de la terre joint à la chaleur à l'époque où la végétation est la plus active. Dans la vigne comme dans les autres végétaux, la végétation herbacée et ligneuse l'emporte dans ces circonstances sur la végétation fructifère. *Année de foin, année de rien.*

Plus tard les premières fleurs de la vigne se montrent quand la température moyenne est à 16°,6; la vigne est en pleine fleur à + 18°,2, et elle a passé fleur quand la température monte à + 19°,1. Dans nos climats la floraison dure ainsi à peu près un mois. Dans les pays tropicaux, où la température se maintient toujours au-dessus de + 20°, la floraison se continue sans interruption, et l'on a toujours des fleurs et des fruits dans les différents états de maturité sur les vignes. Pendant la floraison se présentent de nouveaux dangers si des temps froids surprennent la fleur, organe si délicat qui s'était développé sous la condition d'une chaleur continue; les pluies ou les brouillards délaient le pollen et rendent la fleur stérile. On conçoit que les espèces tardives sont les moins exposées à ces deux accidents; aussi la coulure est-elle bien moins fréquente dans le midi, où d'ailleurs le printemps est ordinairement sec, mais elle cause des mécomptes fréquents aux vignobles situés au nord de la région, et elle chasse la vigne des côtes de l'ouest de notre continent dès qu'on dépasse une certaine latitude.

L'évaporation produite par les surfaces foliacées des végétaux est très forte, et si l'on considérait que le plus souvent le sol retient une quantité d'eau qui excède de beaucoup celle

(1) Ristelhueber, *Feuilles agricoles du canton de Vaud*, t. VI, p. 71.

que la végétation la plus active pourrait lui enlever, on ne craindrait pas qu'il pût en manquer; mais cette eau est unie au sol par une affinité si forte, quand la proportion d'humidité est faible, que la succion des végétaux ne peut plus la vaincre. Laissant de côté les terres purement siliceuses qui conservent peu d'eau, nous prendrons les terres dites à seigle, ou celles où l'on cultive le froment, qui au moment de la maturité de ces grains conservent encore, à $0^m,33$ de profondeur, $\frac{10}{100}$ d'humidité. Ainsi une couche de $0^m,66$ d'épaisseur prise sur 1 hect. et pesant 8,000,000 kil. contiendra encore, à son maximum de dessiccation naturelle, 800,000 kilogr. d'eau. D'après les expériences de Hales[1], 1 mètre carré de feuilles de vigne évapore en douze heures $0^k,146$ d'eau, et d'après les nôtres la moitié en sus pour la nuit, ou $0^k,249$ par vingt-quatre heures. Nous avons trouvé que la vigne sur laquelle nous faisions nos observations avait 120 feuilles par cep moyen; la surface moyenne des feuilles était 50 centimètres carrés; elles présentaient toutes ensemble $0^{mq},6$ et leur évaporation était de $0^k,1314$. La vigne contenait 4000 ceps par hectare, qui faisaient ainsi une consommation journalière de 525 kil. d'eau. Le terrain contient donc l'eau nécessaire pour alimenter la vigne pendant 1524 jours, en supposant qu'elle pût lui arracher la dernière parcelle d'eau. Les choses ne se passent pas ainsi; il arrive un moment où, faute de pluies, la vigne souffre et où cependant la proportion d'eau en terre est encore considérable. Mais la vigne est un des végétaux qui combattent avec le plus de succès l'affinité de la terre pour l'eau; c'est ce qui lui permet de prospérer sur des terrains où périraient un grand nombre d'autres plantes.

Plantés sur un terrain qui manque de profondeur, de sorte que les racines d'un de ces arbres ne peuvent pas s'enfoncer plus que celles des autres, nous voyons se flétrir et tomber les feuilles du tilleul, du robinier, du platane, de l'ormeau, du

(1) *Statique des végétaux*, p. 13.

mûrier et de la vigne dans l'ordre que nous venons d'indiquer. Chacun de ces arbres a donc une action différente pour enlever au sol l'eau nécessaire à son évaporation.

Quoique le degré de cette force de succion soit très grand dans la vigne, il y a cependant des terrains qui, soit par leur affinité pour l'eau, soit par l'état presque complet de dessèchement auquel ils parviennent, ne permettent plus à cet arbuste de continuer sa végétation pendant les grandes chaleur de l'été. Dans les environs d'Astrakan on arrose les vignes pour prévenir la dessiccation des feuilles et la perte des fruits. On voit en Andalousie des vignes soumises à l'irrigation, soit qu'elles ne puissent végéter sans son secours, soit que les habitants cherchent à augmenter leur produit aux dépens de la qualité du vin [1], car la vigne peut bien trouver encore dans les terrains l'humidité nécessaire pour vivre, sans y trouver toute celle qu'il lui faudrait pour végéter vigoureusement.

En effet, si la vigne est une des plantes qui supportent le mieux la sécheresse, quand par la privation d'eau elle est obligée de réduire son évaporation, sa séve plus concentrée produit du raisin moins gros, moins plein d'eau, et, dans certaines années, le moût en est si épais qu'il contient proportionnellement trop de sucre et qu'il faut lui ajouter de l'eau pour que la fermentation se fasse bien. Cela n'arrive, au reste, que dans les contrées du midi et aux vignes situées dans les terrains secs, car au nord de la région on n'éprouve que trop un effet tout contraire et bien plus fâcheux; l'excès d'une séve aqueuse fait couler les fleurs, rend les raisins peu alcooliques et les expose à la pourriture. La vigne, cependant, vit très bien dans cette position humide; on pourrait croire même qu'elle s'y plaît particulièrement, à voir le développement de ses rameaux dans les taillis fourrés; mais elle y produit plus de bois et de feuilles que de fruits.

Nous avons dit que dans les contrées tropicales, où la tempé-

(1) Roxas-Clement, p. 38 et suiv.

rature varie peu, la vigne végète par une progression uniforme, ne cessant pas d'émettre de nouvelles feuilles, de nouvelles fleurs, de nouveaux fruits ; de sorte que sur le même cep on trouve des grappes dont une partie des grains est mûre, l'autre verte, tandis qu'il s'y voit encore des fleurs, ce qui empêche d'y cultiver la vigne pour y faire du vin. On a essayé de planter la vigne à la Martinique et l'on y a renoncé à cause de cette inégalité de maturité des raisins. Près de Charlestown, dans la Caroline du Nord, les ceps apportés de France par Michaux offraient pendant six mois de l'année, sur la même grappe, tous les degrés de fructification depuis les fleurs jusqu'aux fruits mûrs. On cultive maintenant la vigne avec succès sur les Cordilières, par où passe la route de Buénos-Ayres au Chili, dans la partie haute du Mexique, de la Caroline, tandis qu'elle ne peut rien produire dans les plaines ; on la cultive sur le Liban, et elle ne peut réussir dans les plaines de Sennaar.

C'est au moment de son développement printanier que la pousse de la vigne est la plus vigoureuse ; avant que le bourgeon n'ait pu réfléchir l'impression de la température qui doit l'entr'ouvrir, les racines placées dans un milieu plus chaud sont déjà entrées en action, la séve abondante par l'effet de l'humidité hivernale du sol s'est accumulée dans les canaux de l'arbuste ; puis, après cette première évaporation, le terrain se dessèche graduellement, la séve devient moins aqueuse, ses éléments sont plus concentrés, elle se meut plus difficilement; l'élagation du sarment devient plus lente ; la séve s'arrête en chemin pour former la grappe et le fruit. Quelquefois les pluies d'été rendent à la séve sa première fluidité, et il y a un renouvellement de végétation herbacée qui, à son tour, produira de nouvelles grappes qui ne parviendront pas à maturité. Si, quand le premier mouvement de la végétation se ralentit par l'effet de la diminution de l'humidité, on taille sur deux ou trois yeux, au-dessus de la fleur éclose, la séve produit de nouveaux rameaux

latéraux, plus disposés à fleurir que dans les rameaux droits. C'est ainsi que l'on traite la vigne trifère d'Ischia.

En continuant à végéter, les grains de raisin grossissent graduellement, puis commencent à changer de couleur, et enfin prennent la couleur définitivement jaunâtre, ou rosé, ou rouge, ou noirâtre. On reconnaît que le raisin est mûr aux signes suivants : le pédoncule des grappes brunit, ainsi que le pepin; le suc contenu dans le raisin est gluant, et enfin le grain se ride.

L'époque de la maturité varie selon la nature du cépage, le climat et la saison. Nous avons plusieurs tableaux qui nous indiquent ces époques pour différents pays. M. Schübler nous a donné celle des vignes de Kürnbach, à 44 kilom. de Stuttgard, de 1611 à 1807, et celle de Stuttgard, de 1765 à 1820[1]. Voici la réduction de ces tableaux par décades d'années :

KURNBACH.

Epoque moyenne.	Epoque la plus hâtive.	Epoque la plus tardive.	Différence de la plus tardive à la plus hâtive.
1611 à 1623. . . .	13 oct.	17 sept.	25 oct.	38 jours.
1624 1635. . . .	16	29	31	32
1636 1649. . . .	12	26	25	29
1650 1665. . . .	7	13	17	34
1666 1677. . . .	8	26	27	31
1679 1688. . . .	6	23	16	23
1690 1699. . . .	11	25	18	23
1700 1709. . . .	10	30	19	19
1710 1719. . . .	6	22	24	25
1720 1729. . . .	8	27	27	30
1730 1739. . . .	8	1 oct.	14	13
1740 1749. . . .	9	30 sept.	19	19
1750 1759. . . .	10	4 oct.	16	11
1760 1769. . . .	9	30 sept.	17	12
1770 1779. . . .	13	7 oct.	21	14
1780 1788. . . .	12	1	24	23
1789 1798. . . .	15	8	22	14
1799 1807. . . .	14	3	24	21
Moyenne. . . .	10	Différ. du 13 sept. au 31 oct.		51 jours.

(1) *Verhaltniss der Weinbaum*, p. 53 et suiv. Les moyennes de Schübler sont des moyennes arithmétiques entre les extrêmes; les nôtres résultent de la somme des termes divisée par le nombre.

PARIS (*Comptes rendus de l'Académie*, t. XVIII, p. 1090).

1767 à	1776. . . .	4 oct.	19 sept.	15 oct.	26 jours.
1777	1786. . . .	30 sept.	10	17	37
1787	1796. . . .	1 oct.	12	15	33
1797	1806. . . .	1	17	17	30
1807	1814. . . .	1	19	10	21
Moyenne. . . .		1	Diff. du 10 sept. au 17 oct.		37

STUTTGARD.

1765 à	1774. . . .	9 oct.	7 oct.	23 oct.	21 jours.
1775	1784. . . .	10	28 sept.	21	23
1785	1795. . . .	13	29	22	23
1795	1804. . . .	14	3 oct.	22	19
1805	1817. . . .	18	3	27	24
1818	1830. . . .	17	25	30	35
Moyenne. . . .		13	Diff. du 25 sept. au 30 oct.		35

CÔTE-D'OR (*Statistique vinicole*, par Delarue).

		Epoque moyenne.	Epoque plus hâtive.	Epoque plus tardive.	Différence.
1716 à	1725. . . .	19 sept.	28 août.	10 oct.	43 jours.
1726	1735. . . .	19	9 sept.	6	27
1736	1745. . . .	27	16	18	32
1746	1755. . . .	26	16	5	19
1756	1765. . . .	22	12	5	27
1766	1775. . . .	25	8	5	27
1776	1785. . . .	22	10	1	21
1786	1795. . . .	25	15	7	22
1796	1805. . . .	28	10	12	32
1806	1815. . . .	1 oct.	14	16	32
1816	1825. . . .	6	2	25	53
1826	1835. . . .	30 sept.	23	12	17
1836	1842. . . .	1 oct.	20	10	20
Moyenne. . . .		26 sept.	Diff. du 28 août au 25 oct.		58

Si nous n'avions que ce dernier tableau, sans explication, nous pourrions en conclure que les climats se sont détériorés depuis le commencement de ce siècle, en comparant celui de la Côte-d'Or à ceux de Stuttgard et de Paris; on voit en effet que du milieu du dix-septième au milieu du dix-huitième siècle les vendanges ont été plus précoces que dans la première moitié

du dix-septième et la deuxième moitié du dix-huitième; mais il ne faudrait pas tirer de ces faits des conclusions météorologiques trop rigoureuses; M. Morelot nous montre que c'est à des causes tout autres que celles provenues des températures que l'on doit attribuer ce retard «Le raisin trop peu mûr, dit-il, donne le vin peu coloré et peu gé éreux; trop mûr, le vin perd de son agrément, devient sujet à une foule de maladies, et se garde moins bien. C'est dans ce dernier excès qu'on tombe dans nos pays depuis quelques années, et l'on s'étaie de la méthode inconnue d'un individu qui laissait ses raisins dans ses vignes longtemps après les autres et qui avait toujours un vin beaucoup plus fort. C'est sur une autorité aussi frivole qu'une foule de propriétaires et de marchands de vin veulent qu'on laisse les raisins longtemps sans les couper, *même après la maturité;* il en est qui attendraient volontiers la pourriture[1]. » « Il est constant, dit M. Vergnette-Lamothe,[2] que nous vendangeons plus tard qu'autrefois. Ce fait doit être attribué au morcellement des terres. Le cultivateur, devenu propriétaire, est plus préoccupé de la quantité que de la qualité de son produit; dans ce but, il couvre ses vignes d'un plus grand nombre de ceps. Ce nombre, qui était de 18,925 par hectare dans l'ancienne culture, a été porté à 25,467 et plus. Il en est résulté plus d'ombre dans la vigne; le fruit a été plus abrité contre l'action desséchante des vents... Le sol, restant plus humide et étant plus chargé d'engrais, a prolongé sa végétation, et par suite de cette riche alimentation portée sur les feuilles il n'y a pas eu complète élaboration des sucs du fruit. On a donc été obligé de retarder l'époque des vendanges. » Ajoutons à ces deux motifs que l'on a planté dans les vignes beaucoup plus de gamais dont la maturité est plus tardive que celle des pinots qui composaient presque entièrement les anciennes vignes, et

(1) *Statistique*, p. 208.
(2) *Mém. sur la viticulture*, congrès de vignerons de Dijon, p. 423.

l'on s'expliquera de la manière la plus naturelle le retard des vendanges en Bourgogne.

SECTION V. — *Influence des saisons sur les produits.*

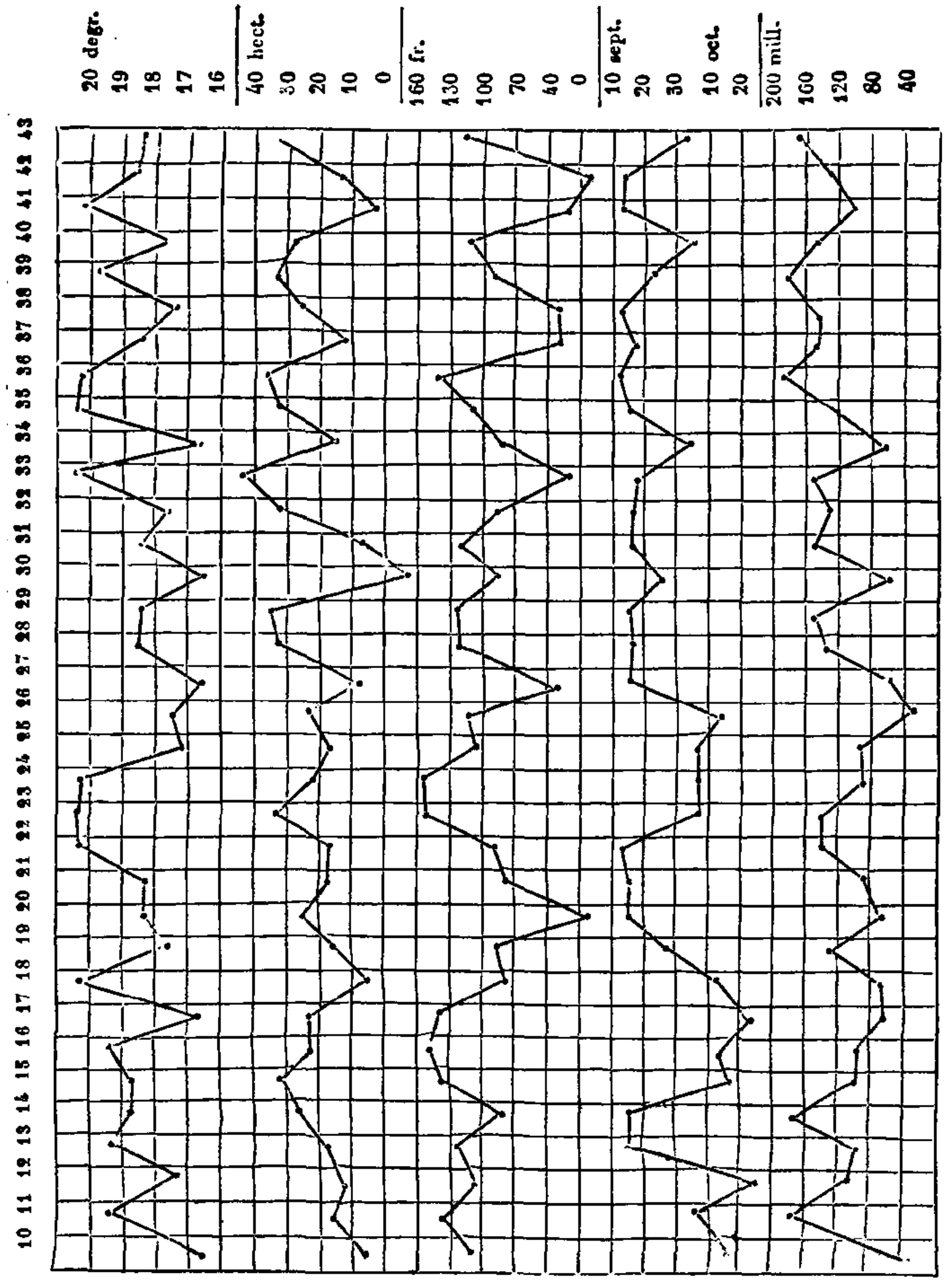
Les saisons, dans leur ensemble et sauf les accidents journaliers qu'elles présentent, diffèrent par leur humidité et par leur température. Ces deux éléments agissent d'une manière directe sur la végétation. Nous manquons d'observation bien faite pour les temps reculés, et nous ne pouvons guère compter sur celle des moyennes thermométriques, sinon à partir de 1809 pour Paris. Le climat de Paris ressemble assez à celui de la Bourgogne, sauf un degré plus bas de l'échelle thermométrique, pour nous permettre de rapprocher les observations de Paris et les récoltes de Bourgogne, telles que nous les a données M. Delarue dans ses *Essais de statistique*. C'est ce que nous allons faire dans le tableau suivant.

	Température moyenne de juin, juillet, août.	Date de la vendange.	Pluie tombée à Paris pendant ces mois.	Récolte à Volnay en hectol. par hectare	Prix des vins.	Qualité (Notes de Morelot.)
			millim.		fr.	
1807. . .	16,86	16 oct.	143,91	27,36	48 24	mauvaise.
1810. . .	17,50	1	148,85	5,47	169 91	médiocre.
1811. . .	18,60	14 sept.	209,33	2,23	153 06	supérieure[1].
1812. . .	17,38	8 oct.	105,85	27,36	54 80	très médiocre.
1813. . .	16,52	11 oct.	190,75	10,94	76 76	mauvaise.
1814. . .	17,31	6	91,15	2,18	131 57	médiocre.
1815. . .	17,10	23 sept.	125,60	6,84	131 57	supérieure.
1816. . .	16,30	15 oct.	201,22	1,37	26 31	nulle.
1817. . .	18,33	11	212,71	6,84	65 78	mauvaise.
1818. . .	19,70	26 sept.	69,97	27,36	87 71	assez bonne.
1819. . .	17,20	25 oct.	231,41	9,12	153 07	supérieure.
1820. . .	17,92	11 oct.	97,25	6,84	87 71	médiocre.
1821. . .	17,19	17 sept.	148,34	6,84	39 47	mauvaise.
1822. . .	19,93	2	171,81	16,41	87 71	très supér.
1823. . .	17,04	13 oct.	122,75	6,69	43 38	très médiocre.
1824. . .	17,73	11	139,60	6,69	43 38	très médiocre.
1825. . .	19,73	19 sept.	59,28	6,42	137 06	très supér.

(1) La gelée du 11 avril détruit la récolte.

	Température moyenne de juin, juillet, août.	Date de la vendange.	Pluie tombée à Paris pendant ces mois.	Récolte à Volnay en hectol. par hectare.	Prix des vins.	Qualité. (Notes de Morelot).
			millim.		fr.	
1826. . .	20,75	2 oct.	102,14	32,82	54 80	mauvaise.
1827. . .	18,70	28	87,30	27,36	67 96	passable.
1828. . .	18,95	1 oct.	219,95	27,36	17 54	médiocre.
1829. . .	17,56	12	226,35	27,36	13 15	mauvaise.
1830. . .	17,84	28 sept.	214,00	1,37	74 55	passable.
1831. . .	18,80	28	141,95	5,47	98 18	
1832. . .	19,07	4 oct.	133,00	5,47	162 93	
1833. . .	17,99	28 sept.	115,30	16,41	78 93	
1834. . .	19,29	15	216,07	32,82	83 32	
1835. . .	19,48	5 oct.	77,40	43,76	35 08	
1836. . .	18,87	6	169,88	32,82	26 31	
1837. . .	1871,	10	156,63	34,20	37 06	
1838. . .	16,80	8	152,89	6,84	87 71	
1839. . .	18,64	30 sept.	176,35	6,84	52 63	
1840. . .	18,49	25	95,09	44,72	65 78	
1841. . .	16,33	27	189,52	21,88	59 80	
1842. . .	20,76	20	70,99	27,36	94 48	
Année moy.	18,22	2	147,25	16,82	77 87	

Il suffit de jeter un coup d'œil sur les courbes représentant les circonstances des différentes années pour voir qu'en Bourgogne la quantité de vin récolté est proportionnelle à la température de l'été et à l'époque précoce des vendanges. Cependant la dernière assertion n'est pas toujours vraie ; ainsi les vendanges de 1815 se faisaient le 23 septembre ; la température de l'été avait été de 17°10, et celles de 1819, avec la même température, ne se firent que le 25 octobre. Ces deux exemples montrent déjà que la température moyenne de l'été n'est pas exactement en rapport avec l'époque des vendanges, quoiqueen général ces deux courbes aient les mêmes inflexions. On trouverait d'autres différences, mais nous avons laissé de côté la température du printemps et celle du mois de septembre qui ont leur part d'influence, et enfin nous n'avons pas fait entrer en ligne de compte la chaleur solaire, et nous savons cependant que l'influence des saisons plus ou moins nébuleuses peut changer la température que reçoivent les corps opaques.



Ainsi prenons pour exemple les vendanges de 1844, 1845, 1846, à Orange, pour la variété dite aramon, et voyons quels sont les chiffres que nous donnent les chaleurs totales; nous entendons toujours par ce mot la demi-somme du minima thermométrique de la journée et du maxima observé au soleil, le thermomètre placé sous $0^m,01$ de terre.

1844.

	Minimum.	Maximum.	Moyenne multipliée par le nombre de jours écoulés.	Total.
La végétation commence le				
11 avril : du 11 au 15 . .	6°5	23°2	14°8×5	74°00
16 au 20 . .	6,0	32,6	19,3×5	96,50
21 au 25 . .	5,9	41,4	23,6×5	118,00
26 au 30 . .	7,0	45,0	26,0×5	150,00
mai	9,5	32,7	21,1×31	654,10
juin	13,2	43,7	28,4×30	852,00
juillet	15,4	43,1	29,2×31	905,20
août	12,8	41,9	27,3×31	846,30
La vendange se fit le 23 septembre	14,5	28,9	21,7×23	499,10
Température totale reçue par la terre.				4195,20

Durée de la végétation, 166 jours. Moyenne de la chal. totale, 25°5
Total de la température minima. 2034°2 Moyenne. 12,23
— de la chaleur solaire. . . . 6335,30 — 38,1

1845.

La végétation commence le				
26 avril : du 26 au 30 . .	7°0	29°8	18°4×5	92°00
mai	7,7	34,7	21,2×31	657,20
juin	13,2	39,0	26,1×30	783,00
juillet	14,7	48,0	31,3×31	970,30
août	12,8	46,8	29,8×31	923,80
septembre	12,8	32,7	22,7×30	681,00
La vendange a lieu le 5 octobre : du 1er au 5 . . .	12,2	26,4	19,3×5	96,50
Température totale				4203,80

Durée de la végétation, 162 jours. Chaleur moyenne totale, 25°9
Total de la température minima. 1965°2 Moyenne. 12,13
— de la chaleur solaire. . . . 6423,50 — 39,5

1846.

La végétation a commencé				
le 25 avril : du 25 au 30.	7°8	25°0	16°4×6	98°4
mai	10,7	36,7	23,7×31	734,7
juin	16,0	42,2	29,1×30	873,0
juillet	16,7	50,4	33,5×31	1038,5
août	16,5	42,9	29,7×31	920,7
A reporter.				3665,3

		Minimum.	Maximum.	Moyenne multipliée par le nombre de jours écoulés.	Total.
			Report.		3665°,3
Septembre : du	1 au 5.	15°,5	42°,9	29°,2×5	146°,0
	6 au 10.	15,7	36,4	26,1×5	130,5
Vendanges le 15.	11 au 15.	12,8	33,5	23,1×6	115,5
					4057,3

La végétation a duré 144 jours. Chaleur moyenne totale, 28°,2
Total de la température minima. 2117°7 Moyenne. 14,7
— de la chaleur solaire. . . . 6010,0 — 41,7

1847

Commencement de la végétation le 6 mai : du	6 au 10	8°,8	33°,8	21°,3×5	106°,5
	11 au 15	11,0	40,6	25,8×5	129,0
	16 au 20	11,4	45,9	28,7×5	143,5
	21 au 25	14,2	52,5	33,3×5	166,5
	26 au 31	17,4	52,7	35,0×6	210,0
juin.		13,0	44,7	28,8×30	864,0
juillet.		17,7	49,7	33,7×31	1044,7
août.		15,7	46,7	31,2×31	967,2
septembre : du	1 au 5.	11,4	38,8	25,1×5	125,5
	6 au 10.	9,9	32,9	21,4×5	107,0
	11 au 15.	10,6	40,5	25,6×5	128,0
Vendanges le 20.	16 au 20.	10,3	32,6	21,4×5	107,0
					4100,9

La végétation a duré 132 jours. Chaleur moyenne totale, 31°,0
Total de la température minima. 1967°8 Moyenne. 14,9
— de la chaleur solaire. . . . 6233,0 — 47,2

En multipliant les exemples, nous verrions qu'en général la végétation de la vigne commence quand le minimum de température s'établit pendant plusieurs jours au-dessus de + 6° ; que la vendange de cette variété a lieu quand la somme de la chaleur totale dépasse 4000° depuis la pousse des bourgeons.

Mais cette somme résulte d'éléments différents ; nous voyons qu'elle est répartie entre 166 jours en 1844 ; 162 en 1845 ; 144 en 1846 ; 132 en 1847 ; nous voyons aussi la somme de la température minimum et de la température solaire varier beaucoup d'une année à l'autre. Ce sont ces éléments variables

qui influent sur la qualité des vins, en précipitant ou arrêtant la végétation, suivant que les nuits sont claires et froides et par conséquent la végétation interrompue ou entravée, ou qu'elles sont nébuleuses, mais que les jours le sont aussi et que la végétation progresse par un mouvement uniforme. Considérons en effet les éléments de ces quatre années :

	Durée de la végétation.	Moyenne des minima.	Moyenne de la chaleur solaire.	Moyenne de la chaleur totale.
1844. . . .	166 jours.	12,25	38,1	25,3
1845. . . .	162	12,13	39,5	25,9
1846. . . .	144	14,70	41,7	28,2
1847. . . .	132	14,90	47,2	31,0

Les vins des deux premières années ont été plats, peu spiritueux ; ceux des deux dernières ont été bons, surtout celui de la dernière. Cette même opération, faite sur une série d'années de 1828 jusqu'à nos jours, nous donne le même résultat. Ainsi l'on pourrait en conclure que les pays les plus favorables à la vigne sont ceux où la durée de la végétation est la plus courte et où pendant sa durée la chaleur totale est la plus élevée ; où la différence entre la chaleur solaire et la chaleur minimum est la plus grande, et où par conséquent la végétation procède par secousses et non par une marche uniforme.

En nous reportant aux tableaux et aux courbes des récoltes de Volnay, nous trouvons qu'on ne peut juger sûrement de la qualité par le prix des vins, les hauts prix n'annonçant souvent que la rareté du produit. Nous y voyons aussi que la qualité ne marche nullement avec l'abondance de la récolte. La quantité est généralement diminuée par une forte chaleur solaire ; en effet, nous voyons que toutes les vendanges qui ont été faites en Bourgogne avant le 20 septembre ont été faibles, quoique la qualité en ait été supérieure, savoir : 1811, 1821, 1822, 1825, 1842, et que les récoltes les plus abondantes ont été faites après cette époque.

Enfin ce tableau nous indique aussi que les plus fortes ré-

coltes ont été faites dans les années les moins pluvieuses, et que c'est aussi à ces années que répondaient les plus hauts prix.

Section VI. — *Des terrains propres à la vigne.*

Si nous ne considérons que la nature minéralogique du terrain sur lequel la vigne est placée, nous trouvons, en parcourant les vignobles les plus célèbres, que les vignes de l'Ermitage sont assises sur un sol granitique ; celles de Malaga, une partie de celles de Grenade, de l'Aragon et de l'Anjou sur des schistes argileux ; celles de Lamalgue près de Toulon, sur un schiste micacé ; plusieurs vignes de Xerès et du cap Breton (Landes), sur du sable quartzeux ; celles de Médoc, sur du sable quartzeux mêlé de cailloux et de graviers ; celles de Saint-Gilles et de Châteauneuf, sur un calcaire fortement siliceux, mêlé de cailloux de quartz ; la Côte-d'Or nous montre des vignes sur des calcaires oolitiques, des marnes, des calcaires magnésiens, des alluvions tertiaires et des terrains lacustres qui produisent des vins remarquables ; les vignes de Champagne reposent sur la craie ; le tokai sur des débris basaltiques ; le lacrima-christi, sur des débris de lapilli, etc. ; il est impossible de trouver une seule nature de terrain qui ne fournisse un exemple d'un vin célèbre, naissant à sa surface.

On a cependant remarqué des différences entre les vins produits par les différents sols, dans un même pays. A San-Lucar de Barameda on cultive les vignes sur des limons calcaires, des limons argileux et ocreux et sur des sables quartzeux ; elles produisent autant de moût dans chacun de ces terrains, mais leurs vins ont des valeurs relatives différentes ; ils valent 44 dans les terres calcaires, 42 dans les terres argileuses et seulement 40 dans les terres sableuses [1]. Ces degrés indiquent la quantité relative d'alcool de ces vins. Nous re-

(1) Roxas-Clément, p. 13.

marquons aussi que nos vins venus dans des terres quartzeuses sont moins colorés et moins alcooliques que ceux qui croissent dans des terrains plus composés; la vigne trouve dans ceux-ci les différents éléments de sa végétation qui manquent dans les premiers.

Si nous recherchons maintenant les qualités de terrain qui impriment aux vins leurs caractères, nous rappellerons que les principes constituants essentiels du moût étant le sucre, le tannin, les acides tartrique et malique, l'albumine et le mucilage, si l'on presse un raisin avant sa maturité complète, on trouvera plus d'acide libre, plus d'albumine, plus de mucilage et moins de sucre que dans celui qui sera mûr. La maturation tend donc à transformer ces éléments en sucre. Maintenant si l'on plante côte à côte dans un terrain des ceps de clairette, de pique-poule, de grenache et d'aramon, et qu'on laisse arriver chacun de ces raisins à maturité, on trouvera le rapport du sucre aux acides plus grand dans les grenaches, puis le pique-poule, puis l'aramon, puis enfin la clairette; il est évident que la nature du plant a agi indépendamment de celle du sol.

Si enfin on plante un cep de grenache dans un terrain meuble et sec composé de sable quartzeux coloré, et un autre dans du schiste argileux, un troisième dans du limon calcaire, on aura d'un côté du vin de Saint-Gilles, de l'autre celui de Lamalgue, de l'autre enfin celui de Tavel. Ces trois vins présentent des proportions exactement pareilles d'acide et de sucre; leurs qualités particulières tiennent à la différence de l'exposition.

Enfin si nous plantons des ceps de la même variété dans un sol sec, dans un sol frais et dans un sol humide, le premier contiendra beaucoup de sucre et peu d'acide, le second aura plus d'acide libre; le troisième contiendra beaucoup d'acide libre, d'albumine et de mucilage, et peu de sucre. Il semble donc probable que c'est aux propriétés physiques du sol qu'il

faut s'adresser pour expliquer les différences qui existent entre les produits de la vigne. C'est à son humidité habituelle ou momentanée qui ralentit la végétation, lui imprime une allure plus égale, que l'on doit attribuer les transformations qui s'opèrent dans le moût et qui décident de l'abondance relative de tous ces composés organiques, formés de proportions diverses des mêmes éléments.

Ces observations faites dans un même pays sont confirmées par l'examen de l'ensemble de la région de la vigne. Les vins des côtes de l'ouest (Portugal, Médoc) sont riches en tannin et moins sucrés que ceux des côtes de l'est (Grenade, Malaga, Xerès, Syracuse). En allant du midi au nord, avec l'accroissement de l'humidité terrestre et la diminution de la chaleur d'été et de la chaleur solaire, nous trouvons la proportion de sucre suivre la même progression décroissante; les vins du Languedoc et de la côte du Rhône, ceux de Bourgogne, ceux du Rhin diminuent de spirituosité et contiennent de plus en plus des acides libres à mesure qu'ils s'éloignent de l'équateur; enfin si l'on compare les années entre elles, comme nous l'avons fait plus haut, on trouve que les années humides fournissent des vins plus acides et moins sucrés. C'est principalement à cette propriété du terrain de recevoir, de retenir plus ou moins d'humidité, que l'on doit attribuer les principales différences que présentent les vins, en supposant d'ailleurs qu'il contienne les principes de la composition du végétal.

On a observé que sur les sols colorés les raisins mûrissaient plus tôt, parce qu'ils absorbent la chaleur lumineuse du soleil et qu'ils s'échauffent davantage. C'est ainsi que l'on hâte la maturité des grappes en les plaçant sur des ardoises noires. Quand le terrain est composé en grande partie de pierrailles et de cailloux, la chaleur s'insinue plus profondément et se perd plus lentement; mais aussi l'évaporation est plus consi-

dérable et la vigne peut souffrir de la sécheresse. Cet inconvénient n'a pas lieu si les pierrailles sont à la surface et que le fond soit meuble et frais. Dans les environs de Tain, on entoure les grappes de grosses pierres qui se réchauffent au soleil et qui réfléchissent la chaleur sur les raisins, de manière à accélérer et compléter leur maturité[1]. On s'est beaucoup moqué de Rozier qui voulait paver ses vignes; mais si les frais de cette opération n'avaient pas été trop élevés, n'aurait-il pas obtenu ainsi réverbération de chaleur sur les plants, fraîcheur dans le sol et exemption de culture? Quand on ne tient pas à la qualité du vin, mais à sa quantité, quand on est placé dans une partie de la région où la maturité est assurée, il faut préférer un sol meuble et frais, sans s'embarrasser des autres conditions qui tendent à concentrer la chaleur, dont il faut bien se préoccuper aux limites sud de la région.

SECTION VII. — *Alimentation de la vigne.*

La succession la mieux combinée d'humidité et de sécheresse ne suffirait pas pour produire du vin si la terre et l'atmosphère ne présentaient pas à la plante les substances organiques et inorganiques qui doivent entrer dans sa composition. Nous savons que la terre qui contient une quantité suffisante d'argile, d'oxyde de fer et de carbone, absorbe chaque année des vapeurs ammoniacales capables de donner, dans le midi de la France, 9^{k} d'azote et d'autres sels qui lui sont apportés par les eaux de pluie et qui la mettent en état de produire, tous les deux ans, 9 hectol. de froment, si d'ailleurs les circonstances atmosphériques permettent la culture de cette plante. Mais ce produit patent n'est probablement qu'une aliquote des substances que reçoit le terrain et dont une partie est entraînée dans des couches de la terre que les céréales n'atteignent pas et où elles

(1) De Candolle, *Physiologie*, p. 1251.

sont déposées sans être manifestées par la végétatiou superficielle. C'est ce que démontre la végétation des arbres et surtout celle de la vigne qui a été observée plus soigeusement. Dans les terrains privilégiés formés de longue main, par le dépôt de substances organiques, on voit cet arbuste porter pendant longtemps des récoltes considérables ; mais dans les sols ordinaires, voici ce qui se passe : dans le midi de la France, de la quatrième à la douzième année, ailleurs probablement de la cinquième ou sixième à la quatorzième ou quinzième, les vignes produisent des récoltes qui surpassent de beaucoup la proportion que leur assignerait l'équivalent des récoltes de blé ; mais quand leurs racines ayant fouillé le terrain dans tous les sens, et à la profondeur à laquelle elles peuvent parvenir, l'ont épuisé de sa réserve d'engrais, alors les récoltes tombent au niveau de celles dues aux substances atmosphériques reçues annuellement, et ces récoltes ainsi réglées se prolongent indéfiniment jusqu'à ce que la vieillesse des ceps, leur forme anguleuse, l'allongement de leurs cornes mettant obstacle à l'ascension de la sève, on se décide à renouveler une vigne décrépite. Si l'on replante alors sans laisser à la terre le temps de faire un nouvel amas de matériaux nutritifs, la jeunesse de la nouvelle plantation ne présente plus l'exubérance des produits de celle qui l'a précédée, et la récolte reste réglée par la quotité des sucs atmosphériques absorbée annuellement. C'est ce qui fait que l'on dit que la vigne ne peut se succéder à elle-même ; elle le peut, mais aux conditions que nous venons de dire.

En France, on donne des engrais à une partie de vignes, d'autres sont traitées sans engrais ; de plus, il y a toujours un certain nombre de vignes jeunes qui concourent à la production avec les vignes qui sont entrées dans leur état stationnaire. Ainsi la moyenne de la production doit être supérieure à ce qu'elle serait si toutes les vignes avaient pris leur équilibre naturel et qu'elles ne fussent plus alimentées par les réserves

du terrain ou par les engrais. Ce produit moyen est de 23$^{hectol.}$,52 par hectare[1]. Si nous prenons les départements où l'on ne fume absolument pas les vignes, nous trouvons le tableau suivant de la production moyenne :

	hectol.		hectol.
Ardèche	15,00	Lot.	11,39
Ariège	12,15	Pyrénées-Orientales .	11,50
Cantal	10,80	Sarthe	15,36
Charente	13,04	Tarn-et-Garonne . . .	11,40
Dordogne	10,27	Vaucluse	16,00
Haute-Garonne . . .	10,59	Haute-Vienne	15,52
Gers	14,83		
Moyenne	12,91		

Or, les feuilles de la vigne restant sur le terrain, la récolte enlève au sol, savoir :

	Azote.	Potasse.
Pour 100 k. de raisin, le marc et le vin.	0^{k},30	0^{k},56
Pour les sarments	0,50	0,17
	0,80	0,73
Et pour un hectolitre de vin (99 kilogr.)		
marc et vin	0,375	0,825
Sarments	0,580	0,212
	0,955	1,037

Ainsi le produit moyen de 12$^{hectol.}$,91 exigerait ur engrais contenant 12,91×0,955=12^{k},33 d'azote, avec la potasse en dose analogue; mais la terre ne reçoit que 9 kil. d'azote. Ainsi la vigne trouverait ou par son état de jeunesse, dans les couches inexplorées de la terre, ou dans la succion que son feuillage fait du gaz de l'atmosphère, un aliment représenté par 3^{k},33 d'azote, le tiers en sus de celui que reçoit la terre.

Voici maintenant les résultats de l'engrais sur des terrains qui ont dépassé le terme où la vigne serait rentrée dans son état statique. M. Louis Vincent donne à ses vignes situées à Aymargues (Gard) dix-huit voitures de fumier de 2000 kilogr.

(1) Cavoleau, *Œnologie française.*

chacune par hectare et tous les quatre ans. C'est 9000 kilogr. de fumier par an. Ce fumier, produit par des moutons à l'engrais nourris avec du marc chaud et des roseaux, dose 0,675 d'azote p. 100. L'hectare de vigne recevrait donc $60^{k},75$ d'azote par an : c'est aussi le chiffre auquel nous conduit la dose indiquée dans le pays, de 2 litres de crottin de mouton par souche ou 5300 kilogr. de crottin par hectare, dosant $1^{k},11$ d'azote p. 100, ce qui nous donne $58^{k},83$ d'azote. Si l'on y ajoute les neuf kil. d'azote atmosphérique, nous avons un total de $69^{k},75$ d'azote. Le produit en moyenne a été de $89^{hectol.},05$ de vin, qui a pris $88^{k},60$ d'azote, c'est-à-dire, $18^{k},85$ de plus que ce que lui pouvait fournir le terrain ; la vigne a donc absorbé en plus

$$\frac{18,85}{69,75} = 0,27,$$

le quart en sus de l'engrais du sol. Ainsi pour un kilogr. d'azote la vigne reproduira 125 à 131 litres de vin.

Mais un pareil résultat ne s'obtient que dans les pays où la vigne n'est pas exposée à des intempéries destructives, où elle ne souffre pas, ou ne souffre que rarement des gelées printanières, des grêles, etc. Dans d'autres circonstances, voici ce qui se passe. A la Côte, sur les bords du lac de Genève, M. Baup de Nyon nous apprend[1] que l'on emploie tous les trois ans 45 tombereaux ou 30 mètres cubes de fumier, pesant ensemble 2400 kilogr., sur 6 poses $\frac{1}{2}$ de vigne[2]; ce qui nous donne chaque année 10733 kilogr. de fumier, dosant 0,40 p. 100 d'azote par hectare, et par conséquent $42^{k},93$ d'azote. Le produit moyen des vignes de la Côte, sur une moyenne de 77 ans, est de 6 chars $\frac{1}{2}$ de 654 litres par pose bernoise, ou de 4616 litres par hectare[3], dosant $44^{k},08$ d'azote. Or, les $42^{k},93$ de l'engrais et

(1) *Bulletin de la classe d'agriculture de Genève*, t. I, p. 45.
(2) La pose de Berne, de 3440 mq.
(3) Olivier de Serres, édit. de la Soc. centrale d'agric., t. I, p. 343.

9 kilogr. d'engrais atmosphérique, total 51^{k},93, représentent l'azote contenu dans les produits accessoires de 5438 litres, c'est-à-dire que la vigne n'a pas même consommé tout l'engrais qu'on lui a fourni. Mais, pour ces 77 années, nous trouvons 18 grêles, 7 années où les pluies précoces d'automne ont fait pourrir le raisin, 5 années où la récolte a été fort amoindrie par la violence des bises. Il y a eu en totalité une production de feuilles et de bois excédant qui a consommé l'engrais de la terre et celui que la vigne a soutiré de l'atmosphère. En effet, admettant la perte de 25 récoltes sur 77, nous aurons, pour la moyenne de 52 récoltes, 6833 litres, au lieu de 4616 litres, et alors la vigne aurait absorbé 65^{k},25 d'azote ou 13^{k},32 en sus de l'engrais, ou

$$\frac{13,32}{51,93} = 0,25,$$

le quart en sus de l'engrais fourni. La force d'absorption de la vigne n'est donc pas moindre ici qu'en Languedoc; mais dans un pareil climat le haut prix des vins peut seul soutenir une culture qui éprouve d'aussi graves avaries.

Outre les fumiers de ferme on tirerait un très grand parti, pour la vigne, des engrais verts. Comme on est obligé de cultiver le terrain, leur production coûterait peu de chose et n'entraînerait pas les frais spéciaux qu'ils coûtent quand on les met sur un terrain nu. Nous avons toujours été étonné qu'on n'en fît pas un pareil usage plus fréquent. Par exemple, le lupin ou les féveroles semés après la taille en automne ou au printemps et enterrés en vert donneraient un engrais riche et économique. Il ne s'agirait que de combiner cet usage avec les cultures.

Section VIII. — *De l'exposition.*

Dans l'exposition à choisir pour la vigne, il y a deux choses à considérer, la possibilité d'obtenir la maturité complète du

raisin, l'avantage de le soustraire aux effets des gelées printanières; ces deux conditions ne s'accordent pas très bien ensemble. Ainsi l'exposition du midi est bien celle dont la chaleur totale est la plus grande, mais au printemps elle reçoit le soleil immédiatement à son lever, et les dégels doivent y être subits; quoique favorable à la maturation, elle sera très dangereuse pour la vigne qui aurait été atteinte d'une gelée blanche; ce danger sera encore plus grand pour les vignes exposées au levant [1]. On peut donc dire que dans les pays où les gelées printanières sont à craindre au moment de la pousse des bourgeons, il faut préférer l'exposition du couchant et même celle du nord, pourvu que l'inclinaison du terrain au nord soit faible et que le soleil puisse y frapper de bonne heure. Le dégel s'y fait à l'ombre et sans occasionner de désordre. Cette considération a sans doute dirigé ceux qui ont planté les vignes d'Épernay et un assez grand nombre de vignes des bords du Rhin, qui ont cette exposition. Un pays est d'autant plus exposé à ce danger que son ciel est moins nébuleux et que la situation du vignoble est plus basse. Il faut alors choisir des variétés de vigne qui poussent tard et qui mûrissent de bonne heure. A l'exposition de l'est la chaleur est mieux répartie entre les heures du jour qu'à celle de l'ouest, mais le soleil, y frappant immédiatement à son lever, y cause des dégels subits qui sont nuisibles aux vignes. Cependant, si les vignes s'élèvent à une certaine hauteur au-dessus des plaines, les gelées printanières y sont moins fréquentes. Une grande partie des vignes de la côte du Rhône sont exposées au levant; mais celles de l'Ermitage regardent le couchant et le midi : cette exposition est aussi celle du plus grand nombre des vignes du Rhin. L'exposition du midi est d'ailleurs la meilleure de toutes quand on fait abstraction du danger des gelées du printemps.

(1) Tome I, 1re édit., p. 202; 2e édit., p. 183.

Les expositions au midi, au S.-E. et au S.-O. sont d'autant plus chaudes que le terrain est plus incliné. A la latitude de 44°,8, et sous une inclinaison de 20°, le soleil frappe verticalement le terrain exposé au midi le jour du solstice; il est transporté sous les tropiques par cette inclinaison ; dès que les expositions courent de l'ouest et de l'est au nord et que l'inclinaison est forte, la pente ne peut être atteinte par le soleil que très tard le matin ou le soir, et on ne peut cultiver la vigne que sur des pentes faibles à ces expositions.

La roideur de pente augmente d'ailleurs beaucoup le travail du vigneron qui doit maintenir la terre au pied des souches et qui est sans cesse obligé de la remonter vers le haut de la vigne quand elle est entraînée par les pluies. Il est d'ailleurs impossible d'y travailler la vigne autrement qu'à bras, ce qui devient un empêchement absolu à l'extension de cette culture dans les lieux où la population est rare.

On cultive souvent la vigne sur des terrains plats, surtout au midi de la région de la vigne. Ces terrains sont en général plus humides , outre qu'ils sont moins échauffés par le soleil que les terrains inclinés; aussi la maturité y est-elle plus lente et souvent impossible. Dans le midi de la France, on publie deux bans de vendange à deux époques différentes, l'un pour les coteaux et l'autre pour les plaines.

Les planteurs de vignes en plaine doivent être très attentifs à cette circonstance dans la culture de leurs cépages ; ils doivent y placer des variétés plus précoces que celles cultivées sur les coteaux et résister à la routine générale. Ainsi, dans le Midi, ils doivent préférer l'aramon au grenache, si ce dernier mûrit bien sur les sols inclinés. Dans le Nord, le gamais qui est plus lent à mûrir que le pinot devrait être écarté des terrains en plaine, et on devrait lui substituer une espèce abondante plus précoce ; c'est sans doute ce qui lui a fait préférer le liverdun dans la Lorraine.

SECTION IX. — *De l'altitude.*

Les effets de l'altitude sont d'abord d'abaisser la moyenne température de l'air et d'assigner par là une limite aux cépages tardifs. Dans le département des Hautes-Alpes la vigne parvient jusqu'à 1200 mètres d'élévation au-dessus de la mer. La température des étés étant à cette latitude de 21°,5 et le décroissement de chaleur de 2°,8 par 1000 mètres et de 3°,3 par 1200, on voit que la température des étés y est encore de 18°,2 qui suffisent pour maintenir cette altitude dans la région de la vigne.

M. Vergnette-Lamothe remarque[1] que dans la Côte-d'Or les vins fins proviennent de vignes qui ont une altitude de 15 à 78 mètres au-dessus de la plaine, que plus bas on récolte des vins moins délicats et plus faibles, et qu'au-dessus les vins sont durs. On ne peut pas attribuer ces faits au décroissement de la température qui à Dijon, où celle de l'été est de 20°,8, n'est que de 0°,21 par 78 mètres ; mais on conçoit très bien que les infiltrations des eaux des collines, toujours plus abondantes à mesure qu'elles descendent, puissent rendre les terrains infiniment plus humides et fournir ainsi aux vins du coteau l'eau qui lui est nécessaire pour une bonne maturité et devenir surabondante dans la plaine.

Mais l'altitude ne se borne pas à abaisser la température moyenne de l'air; en plaçant la vigne dans une région où l'air est moins rempli de vapeurs condensées et de brouillards, elle augmente la chaleur solaire et lui permet de s'élever au-dessus du point qu'elle n'atteindrait pas sans cette pureté du ciel. Que l'on compare, par exemple, ce qui se passe à Paris et à Peissenberg[2] ; on voit que la chaleur solaire est à deux heures :

(1) Congrès des vignerons de Dijon, p. 342.
(2) Tome II, p. 78.

	Peissenberg.	Paris.
Juin	28°,74	19°,3
Juillet	21,72	22,3
Août.	22,03	22,8

quoique la température moyenne de l'été soit à Paris de 18°,1, et à Peissenberg seulement de 14°,4.

SECTION X. — *De la situation.*

Après avoir recherché toutes les causes qui peuvent modifier les produits de la vigne, les cépages, la nature du sol, ses propriétés physiques, sa fertilité, le climat, l'exposition, l'altitude, on est étonné de trouver des vins qui paraissent participer aux mêmes conditions et qui diffèrent cependant entre eux ; on est tenté de chercher une autre cause , et faute de pouvoir la définir, on en fait une condition hypothétique que l'on appelle la situation du vignoble.

La plupart des auteurs mettent le voisinage d'une rivière au nombre des causes qui contribuent à donner de bons vins. On cite un fait remarquable rapporté par Pline [1]. Le fleuve de l'Ebre, en Thrace, ayant changé son cours et s'étant éloigné de la ville d'Émos, toutes les vignes qui s'y trouvaient se desséchèrent. Ne serait-ce pas tout simplement parce que les filtrations du fleuve entretenaient la fraîcheur des couches inférieures du sol ? On parle ensuite des crus célèbres qui sont dans l'atmosphère immédiate des cours d'eau : les vins de la côte du Rhône, ceux de l'Ermitage, les vins du Rhin, de Médoc, des bords du lac de Genève ; mais on pourrait en citer aussi un grand nombre qui sont hors de cette influence, ceux de la Côte-d'Or et de la Champagne, par exemple.

Que dans le voisinage des fleuves la température soit modifiée, que les brouillards du matin y préservent les vignes des gelées, nous l'admettons dans bien des cas, mais non pour

(1) Lib. XVII, cap. 4.

la côte du Rhône inférieur où les brouillards sont si rares. N'a-t-on pas confondu ici les effets de l'inclinaison du sol et de l'exposition avec ceux de la situation? Le cours des fleuves est ordinairement bordé de coteaux qui dessinent leur bassin et qui offrent les expositions les plus favorables à la vigne.

On attribue aussi une grande importance au boisement des cimes qui dominent les vignobles. M. Vergnette-Lamothe nous montre que de très-mauvais crus de Bourgogne sont dominés par des cimes boisées, ainsi que de très-bons crus, au nombre desquels il cite Chambertin; et qu'aussi on trouve de très-mauvais et très-bons crus, et parmi ces derniers Montrachet et Pomard, dont les cimes sont déboisées[1]. Au milieu de toutes ces incertitudes, il faut conclure que le mot de *situation* exprime, jusqu'à présent, une qualité occulte dont on trouvera probablement l'explication pour chaque cas particulier dans les causes diverses qui peuvent influer sur les qualités d'un vignoble.

SECTION XI. — *Modes de plantation de la vigne.*

On plante la vigne par boutures ou par plants enracinés. Cette dernière méthode assure mieux la reprise, surtout quand on se sert de plants enracinés de deux ans; elle n'oblige pas plus tard à des remplacements aussi nombreux, et chacun sait combien il est important que la vigne soit bien garnie dès les deux premières années, et combien, plus tard, les vides sont coûteux à remplir par les provins; mais la facilité de la reprise des boutures, les frais et les soins que coûte une pépinière nombreuse à élever, font réserver les plants enracinés pour les terrains trop secs ou trop pierreux où la réussite des boutures serait chanceuse. On se contente seulement, en plantant une vigne, de préparer une petite pépinière de plants qui servent à

(1) Congrès de vignerons de Dijon, p. 340.

remplacer, la seconde année, les boutures qui n'ont pas réussi; on suppose un remplacement à faire sur cinquante boutures, et c'est sur ce pied que l'on établit la pépinière dans un terrain bien net, frais sans être humide, où on place des boutures par rangées espacées de $0^m,25$, et à $0^m,07$ les unes des autres. Cet espacement devrait être double si l'on voulait obtenir des plants de deux ou trois ans de pépinière.

On appelle *crossettes* les sarments de vigne destinés à être plantés en boutures, parce qu'on les coupe sur le bois de deux ans en laissant à la base une petite partie de ce dernier qui forme au bas du sarment d'un an une espèce de crosse. Cette précaution, fort inutile si l'on choisit ses plants dans une vigne voisine, a été imaginée pour prévenir le desséchement du jeune sarment, comme aussi pour constater que l'on nous a fourni le bas du sarment dont les bourgeons inférieurs sont les plus vigoureux; car d'ailleurs on retranche la crosse avant de planter. On pourrait d'ailleurs prévenir la dessiccation du sarment en en charbonnant la partie inférieure. On sait que c'est seulement après avoir pris cette précaution que l'on put faire réussir les plants transportés de Bourgogne au cap de Bonne-Espérance (Kolbe).

On a conseillé aussi de choisir les sarments dont les bourgeons étaient les plus rapprochés et la moelle la moins large. Ces deux signes appartiennent principalement aux vieilles vignes ou à celles plantées dans des terrains peu fertiles. Nous conseillons surtout de les prendre sur des ceps qui soient dans toute leur force, de l'âge de douze à quinze ans, et dans une vigne qui soit réputée par la vigueur de sa production. Ils seront coupés autant que possible à la veille de la plantation. Si on devait les conserver quelque temps avant leur plantation, on les placerait dans une tranchée où on les recouvrirait de terre.

SECTION XII. — *Préparation du terrain et plantation.*

Si l'on veut replanter un terrain dont on vient d'arracher une vigne, on ne le fera qu'après l'avoir soumis pendant quatre ans au moins à des cultures fertilisantes, telles que le sainfoin, la luzerne, le trèfle; pendant ce temps les vieilles racines se décomposent et la surface du terrain s'enrichit. La vigne plantée immédiatement est gênée par les racines de celle qui l'a précédée et qui conservent encore quelque temps leur vitalité.

Si le terrain que l'on veut planter est couvert de plantes vivaces et d'arbrisseaux, il faut lui donner un labour de $0^m,50$ au moins de profondeur pour en extirper soigneusement les racines, car il serait impossible de s'en débarrasser plus tard quand la vigne serait venue. Un pareil labour est aussi nécessaire dans les terrains compactes et dans ceux où le sous-sol est peu perméable, pour éviter que l'humidité ne reste à la surface pendant l'hiver et pour maintenir la fraîcheur des plants en été. Quand le terrain est net et meuble, même dans ses couches inférieures, un simple labour de $0^m,30$ suffit parfaitement, la vigne sait bien se faire sa place dans de semblables terrains. M. Cazalis-Allut a planté des vignes sur des sols qui n'avaient que $0^m,25$ de profondeur et quelquefois $0^m,10$ à $0^m,12$; mais ils étaient établis sur un rocher plein de fissures dans lesquelles s'enfonçaient leurs racines [1].

Il y a deux méthodes principales pour planter la vigne, l'une par le moyen du pal, et l'autre par tranchées. Si l'on veut planter au pal, le terrain étant préparé et hersé, on trace au rayonneur les lignes que doivent occuper les plants; on retranche les crosses des crossettes sans endommager le bourrelet ou la partie renflée du sarment qui s'attache au vieux bois et d'où émanent les racines les plus vigoureuses; on enfonce en-

(1) *Bulletin de l'Hérault*, 1846, p. 294.

suite en terre un pal de fer au point indiqué par le croisement des lignes, et à $0^m,20$ à $0^m,22$ de profondeur; en le retirant, on insinue le sarment dans le trou qui reste vide; on tasse la terre autour du sarment avec le pied pour l'assujettir. Immédiatement après la plantation, on coupe le sarment à deux bourgeons au-dessus du sol, en ayant soin de faire la section aussi loin que possible au-dessus du second bourgeon. Quand on retarde cette opération jusqu'après la reprise de la vigne, on s'expose à ébranler le plant au moment où il a déjà poussé de petites racines.

Quelquefois et surtout en terre forte on plante le sarment à mesure qu'on défonce, on le place dans les raies de la charrue ou dans la tranchée laissée entre les rangées de mottes, si l'on fait le travail à la bêche. La terre revient difficilement sur elle-même dans ces natures de sol, et après l'action du pieu, le sarment risque de se trouver dans le vide.

La plantation en tranchées se fait en ouvrant à travers le terrain des tranchées horizontales si l'on opère sur un terrain en pente, et plus ou moins larges et profondes. En Bourgogne on leur donne $0^m,40$ à $0^m,45$ de profondeur et $0^m,27$ de largeur. On place le sarment en terre au fond de la tranchée, incliné légèrement, enfoncé par sa base dans la terre solide et reposant par sa partie supérieure sur le bord de la tranchée. On le recouvre de terre en le garnissant bien, et alors on le redresse, de manière à ce qu'il forme définitivement un arc de cercle; on piétine tout autour pour l'affermir. Le sarment se trouve ainsi enterré de $0^m,20$ à $0^m,25$. Le surplus de la terre que l'on a extrait de la fosse forme un bourrelet au dehors, et les plants se trouvent dans une rigole creuse, où ils achèvent généralement de s'enterrer par les cultures subséquentes qui aplanissent le sol.

Ces deux modes de plantation réussissent. La vigne est mieux garnie de terre meuble et plantée plus profondément

par le second; mais cet arbuste paraît assez insensible à ces soins, et l'on a même remarqué que la vigne plantée au pal se mettait plus tôt à fruit. Le seul avantage des tranchées est de ne pas obliger immédiatement à la dépense d'un défoncement complet; il se fait successivement d'année en année, à mesure que la jeune plantation s'élève. Cependant la plantation en tranchée peut être utile dans les terrains en pente, en ce que le sol n'est pas ébranlé tout à la fois, qu'il conserve plus longtemps sa fermeté, et que pendant les premières années la vigne, recevant les eaux dans ses rigoles, est maintenue plus fraîche que si cette eau s'écoulait sur les pentes.

La plantation de la vigne peut se faire depuis la chute des feuilles jusqu'à la pousse des bourgeons, pendant tout le temps où la terre n'est pas gelée. Au nord de la région, on plante plus volontiers à la fin de l'hiver, pour éviter aux plants un trop long séjour dans la terre humide qui pourrait occasionner leur pourriture; par la raison contraire on plante en automne et en hiver dans le midi, ce qui dispense d'arrosages qu'il faudrait donner aux jeunes ceps pendant les printemps trop secs, si on plantait dans cette saison.

Nous avons vu que dans sa jeunesse la vigne produisait sur des terrains dont les couches inférieures avaient conservé toute leur richesse des récoltes abondantes et sans rapport avec la fertilité du terrain manifestée par les récoltes des plantes annuelles, dont les racines ne pouvaient pénétrer aussi avant que celles des végétaux vivaces; mais qu'il n'en était pas de même pour les vignes plantées sur un terrain dont une autre vigne venait d'être arrachée. Cette considération n'arrête pas un moment les cultivateurs des pays où cet arbuste est abondamment fumé. Pour eux l'occupation du terrain est tout, et ils replantent immédiatement, se reposant sur les effets de leurs engrais. Quant aux contrées où l'on n'attend de la vigne que ses produits spontanés, où on ne lui accorde aucun supplément

d'alimentation, il convient de ne pas la replanter immédiatement sur un terrain dont les couches profondes sont déjà épuisées; il faut laisser un long intervalle entre le défrichement d'une vigne et la plantation de celle qui doit la suivre, pour que les éléments nutritifs puissent de nouveau pénétrer le terrain. Les uns croient qu'il faut attendre un espace de temps égal à celui qu'a duré la vigne; d'autres veulent attendre trente ou quarante ans; on ne peut donner aucune règle à cet égard, puisque les observations concluantes nous manquent. Mais on abrégerait beaucoup cet intervalle si, au lieu de laisser le terrain en friche, on le couvrait de plantes qui améliorent le sol, telles que les prairies de légumineuses, qu'on laisserait durer le plus longtemps possible.

On ne perpétue la vigne sur un terrain que par le moyen des engrais et en renouvelant les ceps vieillis par le moyen du provignage continuel; nous en parlerons dans une des sections suivantes.

SECTION XIII. — *Distance entre les ceps.*

La vigueur de la vigne varie selon les climats, elle s'affaiblit en allant du sud au nord, et tandis que dans le midi on a pu tirer autrefois de son tronc des statues, des colonnes de temple, l'escalier du temple de Diane d'Éphèse [1], dans le nord on ne pourrait pas même en tirer le cep du centurion. Cette première considération tend déjà à agrandir la distance qui sépare les plants dans le sud. L'évaporation de la vigne et la nécessité de réserver à chaque plant un plus grand cube de terre où il puisse atteindre l'humidité qu'il réclame fait encore une loi de lui donner plus d'espacement dans les pays et les terrains secs; enfin il est une dernière raison qui est basée sur l'observation et qui nous force aussi à conclure pour le rapprochement des ceps à mesure que l'on approche du nord;

(1) Pline, lib. XIV, cap. 5.

c'est que les raisins mûrissent d'autant plus tôt que les ceps sont plus rapprochés. Et voici ce qui se passe en ce cas : plus la vigne est forte, plus ses bourgeons fructifiants tardent à paraître; elle développe beaucoup de rameaux, de feuilles et de vrilles; un cep isolé montre ses fleurs et mûrit ses fruits après les ceps pressés les uns auprès des autres et qui ont moins de vigueur; les premiers raisins mûrs ne sont jamais cueillis sur les ceps des bords des vignes; les vieilles vignes fatiguées, celles qui sont plantées dans des sols pauvres, devancent par leur maturité celles qui sont jeunes ou bien fumées; or, dans les régions septentrionales, la maturité est toujours incertaine, et il importe de gagner quelques jours pour obtenir des vins potables; ainsi quoique l'on puisse obtenir une égale quantité de vin en espaçant davantage les ceps, il convient de les tenir plus rapprochés pour obtenir un meilleur vin.

On a rarement fait des expériences exactes d'agriculture; nous ne devons donc pas passer sous silence les tentatives, quoique imparfaites, qui ont été tentées pour éclaircir quelques points de la science. M. Coignet, propriétaire de vignes sises sur de très mauvais fonds, à Izi près Pithiviers, ne récoltait que 20 hectolitres de vin par hectare. Il chercha à connaître si le trop grand rapprochement des ceps dans ce pays (0^m,40 de distance) n'était pas une cause de ce modique produit; il planta un quart d'hectare à la distance usitée, et un autre quart d'hectare où les ceps furent espacés de 2 mètres. De 1813 à 1818 cette seconde moitié a constamment donné le double et quelquefois le triple de la première; il y gagnait en outre de pouvoir la cultiver à la charrue, de semer entre les lignes et de ne pas employer d'échalas[1]. Cette expérience est trop compliquée de circonstances étrangères pour pouvoir être décisive; on a changé la taille; on a fait produire des légumes aux intervalles et probablement après les avoir fumés.

(1) *Mémoires de la Société centrale d'agriculture*, 1819, p. 70.

Il ne faut pas adresser plus d'une question à une expérience, si l'on veut obtenir une réponse concluante. En effet, M. Bigot de Morogues et plusieurs de ses voisins s'étant empressés de répéter l'expérienee de M. Coignet, ils reconnurent que les ceps plantés selon la méthode indiquée portaient chacun plus de raisins, mais que le même espace de terrain n'en produisait pas une quantité égale, et donnait du vin fort inférieur à celui des vignes dont les ceps étaient cinq fois plus rapprochés; que les frais étaient au moins égaux; aussi ces hommes qui cherchaient la vérité et étaient prêts à la mettre en pratique, n'adoptèrent-ils pas la méthode de M. Coignet qui ne s'est pas propagée non plus aux environs de Pithiviers.

Mais si l'expérience directe nous manque, on peut penser que l'expérience générale n'a pas fait défaut, et elle a donné les mêmes solutions dans tous les pays, comme on peut le voir dans le tableau suivant :

	Nombre de ceps p. hectare.	Espace occupé p. chaq. cep.	Espacement.	
		m.q.	m.	
Châteauneuf-Calcernier (Vaucluse)	2500	4,00	2,0	dans les terres peu profondes.
Andalousie (San-Lucar)	2632	3,80	1,95	Roxas-Clément, p. 9, note.
Sainte-Cécile (Vaucluse)	3265	3,06	1,75	Terre peu profonde.
Châteauneuf-Calcernier (Vaucluse)	3810	2,60	1,61	Terre ayant peu de fond.
Vauvert et Saint-Gilles.	4100	2,43	1,56	
Marsala (Sicile).	4444	2,25	1,50	
Gers (départem. du) . .	4545	2,00	2,00 dans un sens, 1m dans l'autre.	
Andalousie (San-Lucar)	4695	2,13	1,46	Roxas-Clément, p. 9.
Marseille	6944	1,20	0,80 sur 2 rangs avec des allées de 3m.	
Médoc.	6944	1,44	1,20	
Wissembourg.	8000	1,25	1,118	*Ann. d'agric.*, t. XXXIII, p. 111.
Marseille	10000	1,00	1,00	Meilleure distance indiquée par
Hongrie.	10000	1,00	1,00	le *Répertoire de statist.*, t. IV.
Haute-Garonne.	12919	0,76	0,88	
Beaujolais.	15625	0,64	0,80	
Corse	16130	0,62	3,00 dans un sens, 1m dans l'autre.	
Vevey.	20410	0,49	0,70	
Touraine	20833	0,53	0,73	0m,80 dans un sens, 0m,66 dans
Côte-d'Or	23365	0,43	0,66	l'autre.
Paris	25000	0,40	0,63	
Canton de Vaud	25000	0,40	0,63	
Orléanais	27777	0,36	0,60	
La Côte (cant. de Vaud)	29419	0,35	0,59	
Ain, Vosges, Pithiviers.	40000	0,25	0,50	

En examinant ce tableau, nous verrons d'abord que les vignes du sud de la région ont les plus grands espacements, et celles du nord les plus petits ; que cet espacement est d'autant plus grand que le sol a moins de profondeur. Dans toutes ces variations on voit pourtant les produits de la vigne arriver partout avec les mêmes soins aux mêmes produits absolus. Ainsi celles de Sainte-Cécile (Vaucluse) contenant 3265 ceps, traitées sans engrais, donnent un produit de 16 hectol. par hectare, comme celles de la Côte-d'Or qui contiennent 25000 ceps et celles de l'Ain qui en ont 40000. Les vignes du Gard, avec 4100 ceps, peuvent fournir un produit maximum de 300 hectolitres, comme celles de la Meurthe 200 hectolitres dans un climat moins favorable[1]. Mais les vignes de la Meurthe, plantées avec 4100 ceps, ne produiraient probablement pas de longtemps sans engrais 16 hectolitres de vin, et n'arriveraient pas à 300 avec tous les engrais possibles, parce que le plant manquerait de la vigueur nécessaire pour s'en emparer.

Il semble que l'espacement de 2 mètres soit le plus grand que l'on s'accorde à donner aux vignes, mais qu'ayant principalement pour but la facilité des labours avec les animaux, il se réduit à $1^{m},50$ quand on travaille à bras dans toute la partie méridionale de la région, et qu'ensuite, à partir de 43° de latitude, il diminue progressivement en raison de la latitude et de l'altitude. Dans ces espacements des pays du Nord on suit en général les coutumes locales sans considérer la profondeur du sol, qui a une si grande influence sur le produit des vignes méridionales où l'humidité fait souvent défaut. En observant ce qui se pratique parmi nos cultivateurs les plus intelligents, nous les voyons par instinct porter une grande attention sur ce point et ajouter à leur espacement normal de $1^{m},50$ tout ce qui manque à la profondeur du sol pour atteindre celle de $0^{m},60$.

(1) Cavoleau, *Statist. œnologique*, p. 226.

Tout en maintenant au cep la surface carrée qui lui est destinée ,on peut faire varier l'espacement dans les différents sens. Ainsi , dans le but de pouvoir labourer les allées avec la charrue, on peut donner 2 mètres dans ce sens et 1 mètre dans l'autre. L'écartement le plus faible que l'on donne aux vignes labourées est de $1^m,20$ dans le Médoc ; mais alors les deux bêtes accouplées marchent dans deux allées différentes. Dans le Bas-Languedoc l'espacement est de $1^m,56$, et les deux bêtes marchent dans la même allée. La charrue vigneronne, aujourd'hui adoptée dans le Gard, avec des ouvriers habitués à la manier, fait un labour excellent jusqu'au pied des souches et dispense de toutes combinaisons. Un rapprochement plus grand de ceps exige des travaux à bras.

SECTION XIV. — *Frais de la plantation.*

Les principaux frais de la plantation consistent dans le défoncement du sol, qui est plus ou moins difficile, selon la nature du terrain et la quantité de pierres qu'il contient et qu'il faut extraire. M. Cazalis-Allut porte à 1000 ou 1200 fr. la dépense du défoncement à $0^m,50$ de profondeur d'un hectare dans un terrain très pierreux. Mais en admettant que l'on s'établisse sur des terrains qui n'offrent d'autre résistance que la ténacité moyenne du sol, nous aurons les résultats suivants en supposant un défoncement à $0^m,50$ de profondeur.

	A bras.	Défoncement à deux chevaux.	Pelleversage.
Défoncement.	1000k de blé.	257k	583k
Plantation des ceps au pal . .	36	36	36
Culture des 4 prem. années.	908	908	908
Remplacement des ceps morts	95	95	95
	2039	1296	1622
	ou 550f	ou 350f	ou 438f

le blé valant 27 fr. les 100 kilogr.

Si l'on se borne à un simple labour de $0^m,25$ de profondeur, comme on peut le faire dans les terres déjà ameublies :

	A bras.	A 4 chevaux.
Défoncement.	365k. de blé.	144 kil. de blé.
Autres frais comme dessus. .	1039	1039
	1404	1183
	ou 379f	ou 319f

Nous avons supposé une plantation de 4100 ceps; si le nombre est plus considérable, on augmentera les frais à raison de $0^k,90$ ($0^f,25$) par centaine de plants en sus. Le prix des plants est presque nul; ils ne coûtent que le transport et la valeur du sarment.

M. Morelot indique de la manière suivante les frais de plantation de la vigne dans la Côte-d'Or [1].

PLANTATION PAR DÉFONCEMENT.

1. Défoncement de la terre. .	467f »	1868k de blé, le blé étant
2. Achat de 23365 plants . . .	116 »	464 à 25 f. les 100 k.
3. Plantation à 0^f125 le plant .	29 20	118
4. Culture pendant 5 ans (article omis par l'auteur) . .	352 50	1406
	964 70	3856

Le défoncement est ici de $0^m,66$ de profondeur.

PLANTATION PAR TRANCHÉES OU FOSSES.

1. Creuser les fosses.	117f »	468k
2. Plants	116 »	464
3. Plantation à 0^f25 par plant.	58 40	233
	291 40	1165

Mais le défrichement complet n'est qu'ajourné, il faudra qu'il s'accomplisse les années suivantes, et la jeune vigne improductive encore devra être aussi cultivée; aussi n'y a-t-il ici qu'une économie apparente. Dans tous les cas il faut toujours ajouter à ces frais la rente de la terre pendant que la vigne ne produit pas encore.

(1) *Statistique de la vigne*, p. 194.

SECTION XV. — *Formation du cep; travaux des premières années.*

Quand les vignes sont tenues basses et sans échalas ; le cep est plus ou moins court, selon que le terrain est humide et sec et selon que la variété cultivée soutient bien son bois ou traîne. Dans les terrains secs, et avec des variétés fortes, il suffit que le cep ait $0^m,1$ de hauteur au-dessous de sa bifurcation ; dans le cas contraire on lui donne $0^m,2$ et même $0^m,3$. A cette élévation la vigne doit faire ses branches ou cornes au nombre de deux, de trois, de quatre, de cinq même, selon la vigueur de sa végétation; plus communément on lui donne deux ou trois cornes. Pour parvenir à lui donner cette forme, à la fin de la première année de la plantation et après avoir enlevé toutes les menues brindilles qui ont poussé plus près de terre, on taille le principal jet en lui laissant seulement un œil ou bourgeon. La seconde année on l'allonge jusqu'au-dessus du second œil et l'on a déjà une bifurcation; la troisième année on laisse un troisième œil, et la vigne est ainsi trifurquée. C'est ce que l'on appelle *enseller* le plant. Si la vigne a beaucoup de force, on forme une quatrième et même une cinquième branche qui, toutes, sont disposées en gobelets et à l'extrémité desquelles naissent les rameaux ou sarments soumis à la taille annuelle dont on parlera plus loin.

Cette manière de former le cep se prolonge aussi sur les vignes échalassées, excepté que la selle de la vigne ne s'ouvre pas comme dans les vignes sans échalas, les branches étant sans cesse ramenées dans la direction verticale par les liens qui les assujettissent à leurs tuteurs.

On sait que le vin est d'autant meilleur que le cep est plus vieux, mais qu'aussi ses pousses sont plus faibles, ses grappes plus petites et la vigne moins productive. On peut alors renou-

veler le cep soit en le coupant entre deux terres, soit en le provignant, soit en laissant pousser un bourgeon sur le vieux bois, près de l'origine de la souche, en la rabattant ensuite sur le sarment qui naît de ce bourgeon. C'est ainsi que dans certains pays (les Vosges) on n'a jamais de vieilles souches; on y reprend toujours les sarments du bas du cep au lieu de les prendre sur les cornes que l'on ne laisse pas se former.

Pendant les premières années et jusqu'à son âge adulte, autrement dit l'âge de sa production (dès la troisième année dans le Midi, la cinquième dans le Nord), on doit s'attacher à tenir la vigne au complet de plants en remplaçant ceux qui manquent par des plants enracinés élevés en pépinière ou au moyen de plants garnis de vieux bois (pied-de-bœuf dans le Midi), et enfin en provignant les sarments des plants voisins dès qu'ils atteignent la longueur nécessaire pour atteindre la place qu'ils doivent remplir.

SECTION XVI. — *Cultures annuelles.*

Les cultures annuelles qui ont pour but d'ameublir et de nettoyer le sol sont en général au nombre de deux quand on travaille à bras, et de quatre quand on travaille à la charrue, parce qu'avec cet instrument ce n'est qu'en croisant les labours qu'on peut maintenir le terrain complétement net de mauvaises herbes.

On se sert de divers instruments pour la culture à bras. Dans les terres franches et fortes du Midi, c'est la bêche (liget) que l'on emploie. Outre qu'elle détruit les racines de toutes les plantes adventives, même celles des plantes vivaces, elle maintient celle de la vigne à une profondeur qui en assure la récolte; mais il ne faudrait pas employer la bêche sur des plantations qu'on aurait déjà accoutumées à des œuvres plus superficielles, on attaquerait ainsi le chevelu des ceps et on stéri-

liserait la vigne pour plusieurs années et jusqu'à ce qu'elle eût formé un nouvel empâtement de racines. Quand, par leur nature argileuse et forte, les terres sont peu disposées à pousser une nouvelle végétation d'herbe à la fin du printemps, on se contente d'une seule œuvre, comme on le pratique dans la Vaunage; mais elle coûte aussi cher que deux œuvres faites à la houe.

Généralement on se sert d'une forte houe (écobue) pour la première œuvre qui doit pénétrer plus profondément; la houe plate est employée pour la seconde œuvre où il ne s'agit que d'ameublir la surface du terrain et de détruire la végétation des plantes adventives annuelles. La première doit précéder la pousse de la vigne; la seconde a lieu après le développement des bourgeons et quand les jeunes scions ont acquis $0^m,06$ à $0^m,08$ de longueur. Dans les pays où l'humidité du printemps produit une seconde végétation d'herbes adventives, il est nécessaire de donner une troisième œuvre, toujours avec la houe à la fin du mois de juin; elle n'est possible que dans les vignes échalassées, car, à cette époque, les sarments couvrent entièrement le sol dans les vignes libres.

En outre, dans les pays du nord de la région, on butte les provins à l'entrée de l'hiver, après les avoir travaillés au pied et avoir détruit les racines chevelues et superficielles qui naissent à la base du cep; ce travail sera porté plus loin en ligne de compte avec le provignage.

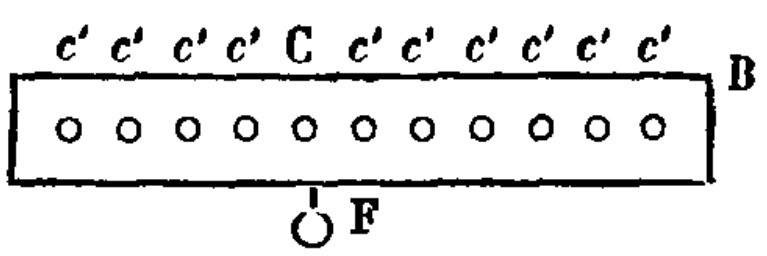
Les frais de ces travaux sont :

1. Première œuvre.	133 k. de blé.
2. Deuxième œuvre	95
3. Troisième œuvre	82
	310
Et avec deux œuvres seulement .	228 k. de blé.

Les modes de travail à la charrue et les procédés d'attelage varient beaucoup selon les pays, les terrains et le genre d'ani-

maux que l'on emploie. Nous n'en décrirons qu'une qui par la perfection des labours ne laisse rien à désirer, surtout depuis que l'on a substitué la petite charrue vigneronne de Lacaze de Nîmes, qui renverse la terre, à l'araire antique qui ne faisait que la déplacer.

La charrue a un age très allongé sur lequel porte un joug de bois AB de $2^m,05$ de longueur, et divisé en deux parties inégales : la première AC,



celle de gauche, de $0^m,81$; l'autre CB, celle de droite, de $1^m,24$ de longueur. Entre ces deux parties se trouve un anneau de fer F dans lequel on passe la courroie qui assujettit le joug à l'age ; des trous *c'*, éloignés de $0^m,16$ les uns des autres, traversent le joug dans sa longueur. On a ensuite deux pièces flexibles de bois de micocoulier repliées dans la forme ci-contre, ayant $0^m,60$ de hauteur et $0^m,16$ d'ouverture par le haut; on engage les deux extrémités de ces colliers flexibles dans deux des trous du

joug, après y avoir fait passer le cou des mules qui servent à ce travail ; ce collier de bois porte alors sur le collier rembourré dont l'animal est garni.

Au moyen de ces dispositions, quand on fait les premiers sillons qui rasent les souches, une des bêtes passe près de la souche, et l'autre bête, que l'on écarte le plus possible de la ligne du tirage, passe au milieu de l'allée latérale voisine. Quand on fait les sillons du milieu des allées, on rapproche les deux bêtes qui passent l'une à côte de l'autre dans la même allée. Ainsi, selon la place des sillons et en changeant seulement le cran des colliers de bois, on laboure tout l'intervalle des souches, en maintenant les animaux à une distance convenable de leur pied, sans risquer qu'ils s'écartent pour les fouler et les briser, maintenus qu'ils sont par les colliers inflexibles de bois et par le joug. Tout ce que l'on peut objecter

à cette méthode, c'est l'inégalité du tirage des deux bêtes accouplées ; mais comme le tirage est en général très peu considérable pour un travail peu profond, cette différence est insensible; d'ailleurs cet inconvénient léger est bien racheté par la régularité du travail et l'absence de tout dommage.

Voici maintenant comment on procède : supposons que l'on commence à labourer du nord au midi, et du midi au nord ; on complète le labour dans cette direction au moyen de six sillons dans chaque allée de $1^{m},56$ de largeur ; on donne ensuite un sillon de l'est à l'ouest et de l'ouest à l'est au pied de chacun des rangs de ceps de cette allée. Ce travail terminé, on déchausse les ceps avec la houe fourchue, c'est-à-dire qu'on retire la terre qu'a entassée le labour, et on laisse une petite fosse ouverte au pied de chaque cep.

Le second labour, celui du mois d'avril, donne quatre nouveaux sillons de l'est à l'ouest et de l'ouest à l'est, qui, avec les deux sillons qui ont été ouverts précédemment, complètent le labour des allées dans cette direction ; le sillon du milieu reste ainsi ouvert.

Le troisième labour, au mois de mai, est un labour complet de six sillons par allée du nord au midi et du midi au nord. Chacun de ces labours exige le travail de trois journées d'un couple de bêtes par hectare. L'objection tirée de la nécessité de faire des binages à bras au pied des souches après chaque culture est bien affaiblie quand on a vu avec quelle perfection la charrue vigneronne fonctionne en rasant les ceps.

La dépense annuelle sera donc comme suit :

Dix-huit journées de bêtes à $5^{k},53$ de blé	$99^{k},54$
Neuf journées de conducteur.	53,55
Trois journées d'homme pour déchausser, à $11^{k},10$. .	33,30
	186,39

Dans les Vosges le travail complet de la vigne se fait à rai-

son de 208 fr. par hectare, la taille et l'échalassement compris.

Le fumier s'enterre au pied des souches dans les creux faits par le déchaussage, et on le recouvre de terre. Si c'est du fumier long, on en recouvre le sol et on l'enterre à la charrue.

On voit que dans les pays où l'on ne donne que deux œuvres à la main l'économie faite par le labour à la charrue n'est que de 42 kilogr. de blé par hectare (11 fr. 34 c., le blé à 27 fr. les 100 kilogr.); elle serait trop faible pour faire pencher la balance; ce sont d'autres circonstances qui décideront du choix à faire entre ces procédés de culture. Ainsi le cultivateur, dont le domaine est composé de terres à blé en plaine et de vignes sur les terres sèches de coteaux, trouve un avantage considérable à pouvoir employer ses attelages sur ses vignes dans le temps qu'ils chômeraient, parce que les travaux des terres à blé sont terminés au printemps; il les utilise aussi par les transports d'engrais, de sarments, de vins qui se font à des moments perdus; enfin il est des situations où les bras sont rares et chers, et où le travail à la charrue devient une nécessité, outre qu'il est une excellente économie.

SECTION XVII.— *Taille.*

La taille à appliquer à un vignoble dépend de la nature du cépage que l'on cultive et du climat où on cultive. Au milieu de pratiques si diverses et auxquelles l'empirisme conduit les vignerons experts, on tomberait dans un véritable dédale si on ne les faisait pas remonter à leur principe. On observe sur un certain nombre de cépages une propension à s'élever avant de porter abondamment des fruits; ce sont les vignes de treilles (*pergulanes*) principalement cultivées en Italie, et auxquelles on donne l'appui d'un arbre pour qu'elles puissent y grimper et s'y développer; ce n'est que sur les rameaux horizontaux ou pendants de leurs guirlandes que l'on

obtient une abondante fructification. La vigueur de leur végétation ne donne lieu, quand on les maintient basses et courtes, qu'à une production de sarments et de feuilles. Ces cépages sont souvent les plus productifs, ils ont en général les nœuds de leurs bois écartés. Nous en avons fait l'expérience sur un cep de corinthe qui fut rapporté de l'expédition de Morée en 1828 ; taillé court pendant quatorze ans, il ne nous donnait qu'un très petit nombre de raisins, et nous le conservions comme échantillon. L'ayant depuis abandonné à lui-même, il a grimpé sur les arbres environnants, s'est couvert de fruits, et en a donné en 1847 une quantité qui aurait été suffisante pour faire un hectolitre de vin si nous avions pu atteindre les raisins au sommet des branches ; nous nous sommes contenté d'en ramasser à peu près la moitié.

D'autres cépages, au contraire, s'épuisent par la production du bois et cessent bientôt d'être féconds si on les abandonne à eux-mêmes. Ainsi d'abord deux ordres de tailles : taille longue et direction horizontale ou courbée donnée aux sarments pour les premières de ces vignes, tailles courtes pour les secondes. Dans nos vignes, où l'on ne soutient pas les sarments par des échalas, toutes les espèces peuvent recevoir presque la même taille, puisque, faute de soutiens, les jets se courbent et se couchent d'eux-mêmes. Il n'en est pas ainsi quand les vignes plantées serrées ont besoin de l'appui de l'échalas; il faut nécessairement alors, si l'on cultive les vignes à longs jets, ou les disposer en hautains, comme nous l'expliquerons bientôt, ou chercher un moyen d'entraver la disposition de la séve à monter trop rapidement, ou se contenter de plants moins productifs et moins vigoureux ; ces derniers sont ordinairement ceux qui donnent les vins les plus spiritueux et les plus délicats; les cépages qui font beaucoup de bois et beaucoup de feuilles, ceux que l'on élève beaucoup, ne produisent, dans nos climats, que des vins plats et peu savoureux.

Le moyen employé dans les vignes basses pour dompter cette vigueur des plants et les disposer à fructifier consiste à réserver chaque année un sarment de l'année précédente, que l'on taille à huit ou dix nœuds, et que l'on ploie en arc, en le rattachant à la souche elle-même. Ce sarment prend le nom d'*aste* dans le Bordelais, et ailleurs ceux de *pleyou*, *courgée*, *verge*, etc. On dit dans la Bourgogne que la vigne est taillée en archet. Dans les bons terrains et pour les plants jeunes ou d'une extrême vigueur, on réserve quelquefois deux astes. On conçoit que la séve, attirée par les bourgeons existants sur ce vieux bois, afflue moins rapidement sur les nouveaux rameaux qui partent de la base du cep, et se dispose plutôt à y former des grappes à fruit, et que, retardée dans l'aste par sa direction inclinée, ses propres bourgeons se convertissent aussi en boutons à fruit. En mettant à part l'existence de l'aste que l'on supprime chaque année pour en former une nouvelle pour la suivante, les jeunes sarments sont traités ainsi que nous allons l'indiquer pour les vignes d'une végétation moins emportée.

Quant à celles-ci, on les taille de manière à concentrer la séve sur un petit nombre de bourgeons. Le cep étant formé de 3, 4, 5 cornes ou branches principales, on enlève tous les sarments de chaque corne, excepté un seul, le plus vigoureux, et on le taille sur trois bourgeons, savoir : deux pris sur le nouveau bois ou bourgeons vifs, et un bourgeon tout près du vieux bois ; celui-ci ne se développe le plus souvent qu'en cas d'accident arrivé aux deux autres ; c'est pourquoi on l'appelle *œil dormant*. On ne laisse un plus grand nombre de bourgeons, dans le but de forcer le produit, que quand on veut arracher la vigne.

Tels sont les principes généraux de la taille, mais ensuite chaque plante exige un traitement spécial qui ne peut être que le résultat de l'observation. C'est ainsi que l'aste du pulsard du Jura doit être prise chez un sarment de médiocre grosseur et

qu'on n'obtient pas un bon résultat en choisissant un sarment fort[1]. La théorie seule ne peut conduire à une telle pratique.

L'art de tailler la vigne était rare autrefois, et l'on ne confiait cette opération qu'aux ouvriers les plus habiles; mais, au moyen du sécateur, tout ouvrier peut être mis à la taille. Le sécateur, aujourd'hui employé en Languedoc et dont l'usage se généralise de plus en plus, se manie d'une seule main et peut couper les grosses cornes de la souche comme les sarments les plus grêles. Le rapport de la Société d'agriculture du Gard disait, au sujet d'une de ces luttes où l'on avait mis le sécateur aux prises avec la serpe : « Le sécateur a été constamment devancé par la serpette à la distance d'une souche seulement; mais au bout de la tâche la serpette était en nage, tandis que le sécateur frais et dispos semblait prêt à recommencer la lutte. Malgré l'habileté de celui qui la maniait, la serpette a atteint trois fois le cep à conserver en coupant un sarment qui le touchait, et plusieurs fois elle a fortement ébranlé la souche pour enlever de gros chicots que le sécateur de son côté parvient à faire sauter sans secousse. On a remarqué aussi que, contrairement à l'opinion commune, la coupure faite par le sécateur a constamment été nette et non mâchée[2]. » Un jury composé des sommités viticoles des deux départements de l'Hérault et du Gard décerna le prix au sécateur, dont l'usage s'étend journellement et ne tardera pas à chasser la serpette du pays.

La taille se paie dans le Midi à raison de 25 c. les cent souches de tous les cépages à bois peu vigoureux, et à 30 c. pour les bois les plus forts, et jusqu'à 40 dans les vignobles vieux et difficiles.

On observera que la fructification est plus lente, la maturité plus tardive et le vin moins spiritueux sur les vignes

(1) Odart, *Ampélographie,* p. 196.

(2) G. de Labaume, *Bulletin de la Société du Gard*, mai 1839. P. 284 et suiv.

taillées en archet, et l'on est obligé d'abandonner cette pratique dans les pays froids, à moins que l'on n'y adopte des cépages très précoces. C'est ainsi que cette taille, si fréquente en Franche-Comté et en Bourgogne, cesse de l'être en Lorraine. Le climat et le cépage doivent donc aussi être consultés dans le choix du mode de taille. Les plants tardifs qui ne produisent de récoltes complètes que fort tard, vers la quatorzième ou quinzième année, tels que les muscats, se mettent promptement à fruit en les greffant sur des plants précoces.

SECTION XVIII.—*Epoque de la taille.*

On peut, sans inconvénient pour le cep, commencer la taille à la chute des feuilles et la poursuivre tout l'hiver, excepté dans les temps de gelée. Pendant le repos de la séve le moment à prendre pour tailler est entièrement indifférent. Mais la taille tardive, faite au moment où la séve commence à monter, entraîne une perte considérable de ce liquide que l'on nomme les *pleurs* de la vigne. Il est donc toujours important de prévenir ce moment. Ceux qui taillent tard ont pour prétexte que la sortie des bourgeons et la floraison en sont aussi retardées et qu'ils échappent ainsi aux dangers des gelées tardives; mais c'est toujours aux dépens de la fertilité de la vigne et de sa durée que l'on obtient un pareil effet. Dans les pays où ces accidents sont à craindre, il vaut beaucoup mieux choisir des cépages dont la pousse soit un peu tardive que d'avoir recours à des moyens artificiels pour retarder la végétation aux dépens de la production. Ces moyens réduisent annuellement les récoltes, ce qui fait plus que compenser la perte accidentelle d'une année. D'ailleurs les propriétaires de vignobles étendus ne veulent pas être pressés par le temps et doivent commencer la taille de bonne heure.

SECTION XIX. — *Echalassement ; manières diverses de soutenir la vigne.*

Le peu de consistance des sarments dans le nord, la nature d'un grand nombre de vignes du midi qui ne produisent abondamment que sur des sarments étendus (vignes de treilles) ; le désir de profiter du sol ou d'autres productions, en élevant les rameaux de la vigne à une hauteur telle qu'elle ne couvre pas la terre et qu'elle puisse produire à deux étages différents ; tels sont les motifs qui ont obligé à lui donner des soutiens. En Italie, en Dauphiné, on fait grimper la vigne sur des arbres ; dans les environs de Rome on la soutient au moyen de roseaux (canne de Provence, *arundo donax*) ; dans quelques parties du midi on attache les sarments du cep aux sarments du cep voisin pour qu'ils se soutiennent réciproquement ; dans le plus grand nombre de lieux on se sert d'échalas en bois auxquels sont liés les sarments d'une ou plusieurs souches. Ailleurs on met plusieurs échalas par chaque souche ; aux environs de Besançon et en Médoc, on palisse les vignes sur de longues perches attachées horizontalement à des pieux. En 1823, C. Raja, curé de Basto-Garofolo, proposa de substituer le fil de fer au bois pour soutenir les sarments [1] ; cette méthode a été depuis perfectionnée par M. Michaux, correspondant de l'Institut, qui a donné le moyen d'enlever facilement les fils de fer et de les replacer chaque année [2]. Toutes ces méthodes peuvent remplir le but que l'on se propose, celui de soutenir ou d'étaler les sarments de la vigne, c'est-à-dire de faciliter la pratique des deux méthodes principales variées à l'infini, celle des sarments retenus en faisceaux, ou celle des sarments étalés en palissades ou contre-espaliés ou en treille ; nous ne décrirons pas en détail ces formes différentes données aux vignes.

(1) Ferrari, *Agricolt. lombarda*, p. 576, note.
(2) *Plus d'échalas* 1845.

En Italie l'érable et le cerisier sont principalement employés pour soutenir la vigne; ce sont les arbres qui ont les racines les moins étendues et qui donnent le moins d'ombre; d'ailleurs le cerisier vient facilement de rejetons crus à son pied, et l'érable pousse vite de semences : c'est un échalas vivant. La souche plantée au pied de l'arbre s'élève jusqu'à ses branches et est conduite jusqu'à l'arbre voisin; c'est grâce à cette disposition que les vignes y font l'effet de guirlandes suspendues; la taille annuelle tend à renouveler les jets qui doivent se succéder pour la production, à enlever tous les sarments qui s'écartent d'une bonne direction. On plante les allées à 25 ou 30 mètres les unes des autres, et les arbres dans les files à des distances de 8 mètres dans la plaine et 5 mètres sur la colline. Il entre donc 50 pieds d'arbres par hectare. Ferrari dit que les vignes adultes de 18 ans, dont les rameaux principaux s'étendent de 10 à 11 mètres de longueur, portent jusqu'à 45^{k},6 de raisins de la valeur de 3 fr.

Il ôte la moitié de cette somme pour les frais de culture.	1^{f}50
Le 15^{e} pour les intempéries	0 20
	1 70

Il reste pour le produit de chaque plant 1 fr. 30 c., ce qui donne par hectare 65 fr., sans que le produit des autres cultures en soit affaibli [1].

Quand on se sert d'échalas, on les relève ordinairement chaque année au commencement de l'hiver, et on les met en tas pour qu'ils ne pourrissent pas par le bout. On les plante en terre après le premier œuvre, et l'on y attache le sarment au moyen d'un lien d'osier ou de paille de seigle ou de petit chanvre. Plus tard, quand de nouveaux sarments ont poussé, on les *accole* à l'échalas, en ayant soin de ne pas trop les serrer.

Dans la vallée du Rhône, on réunit les échalas et les sarments

(1) Ferrari, p. 588.

trois par trois, en les liant par un nœud d'osier ; chaque souche a ainsi ses échalas fortement arrêtés et que l'on ne déplace que pour les remplacer.

Si nous supposons une vigne plantée à raison de 24000 ceps par hectare, on a une dépense primitive de 24000 échalas qui, faits en bois dur (chêne, châtaignier et acacia), durent de trente à trente-cinq ans, et dix à quinze ans pour ceux faits en bois tendre. Les échalas ont de 1 à 2 mètres de hauteur, selon l'usage de différents pays, le plus ordinairement $1^{m},46$. Leur prix actuel est de 4 fr. le cent. Ainsi un hectare de vigne nous coûterait une première dépense de :

24000 échalas.	960^{f} »
Ajuster et aiguiser les échalas et paille	36 »
	996 »
Nous aurons annuellement pour renouvellement par 30^{e}	32 »
Planter les échalas et les lier	14 »
Accoler les échalas.	14 »
Liens	11 20
Arracher, aiguiser et mettre en tas les échalas .	14 »
	85 20
Intérêts de la dépense primitive.	49 80
Total.	135 »

Ainsi la méthode des échalas met une dépense de 56 c. par an à la charge de chaque centaine de ceps. Elle augmente donc beaucoup le prix du vin, et cette charge est écrasante pour les crus médiocres.

L'emploi des fils de fer selon la méthode de M. Michaux[1] serait, selon lui, bien plus économique.

Fil de fer n° 10, recuit; 31200^{m} à 12^{f} 80 les 1000^{m}.	399 36
Supports en forts échalas, 1 de 5^{m} en 5^{m}, à 10^{f} le 100.	312 »
	711 36

(1) Voir *Plus d'Échalas*, brochure in-8°.

La dépense annuelle sera :

Placement et déplacement	18f »
Renouvellement $\frac{1}{35}$	20 30
Accoler	14 »
Liens	11 20
Intérêts de la première mise.	35 55
	99 05

C'est une économie de 27 p. 100.

SECTION XX. — *Travaux de renouvellement et de conservation de la vigne.*

A mesure que la vigne vieillit, les branches du cep s'allongent, son tronc grossit, ses racines occupent tout le cube de terre qui est à leur disposition et ne trouvent plus de nouveaux sucs assimilables à ajouter à ceux qu'il reçoit de l'atmosphère et des engrais. Il faut pourvoir à cet état de choses qui menace sa fécondité future. Deux systèmes sont alors en présence. Le premier est d'arracher la vigne qui parvient à la décrépitude et, après un intervalle de temps plus ou moins long pour laisser aux anciennes racines le temps de se désorganiser et aux couches inférieures du sol de reprendre par la filtration les éléments qu'elles avaient perdus, de replanter de nouvelles vignes. L'autre consiste à ne pas attendre que le cep atteigne cet état de vieillesse, mais de le renouveler constamment de manière à ce que les sarments partent toujours d'une souche jeune.

Au bout d'une quinzaine d'années plus ou moins, les récoltes de la vigne baissent, et à dater de cette époque l'affaiblissement d'abord peu sensible, continue et finit par devenir considérable : là où une vigne produisait d'abord 18 hectolitres, avec les mêmes soins et les mêmes engrais on n'en récolte plus que 9 à 10 quand la vigne a trente ou quarante ans. Cet état ne tient pas cependant au manque d'éléments de nutrition et à l'épuisement du sol, car si l'on coupe les ceps entre deux terres et

qu'on les renouvelle ainsi par un nouveau tronc et de nouvelles branches, il ne tardera pas à reprendre une végétation vigoureuse et à donner des produits qui rappelleront sa première jeunesse. Il est donc évident qu'il y avait dans l'organisation du vieux cep un défaut de vitalité qui s'opposait à sa végétation. Il tenait surtout à la conformation tortueuse du tronc et des cornes qui, taillés chaque année, présentent autant d'angles dans lesquels les anastomoses des vaisseaux composent un labyrinthe où la séve a peine à couler; et la preuve que c'est bien à la circonvolution et non à la longueur des cornes que l'on doit attribuer cet état chronique, c'est qu'élevée en treille à une grande hauteur, la vigne pousse vigoureuse, pourvu que l'on maintienne ses rameaux droits et entiers.

On se sert quelquefois du moyen que nous venons d'indiquer pour renouveler la vigne, mais le plus souvent on préfère l'arracher et la replanter, parce qu'elle a été envahie par les herbes vivaces et les chiendents que les travaux de défoncement, d'ailleurs si favorables à la vigne, extirpent complétement, tandis qu'on ne saurait les atteindre par les travaux annuels sans offenser les racines de la vigne.

On replante donc une vigne une seconde, une troisième fois sur le même terrain, on peut même le faire perpétuellement, par la même raison que l'on peut l'éterniser par le moyen du provignage, qui n'est qu'une replantation successive. Dans l'un et dans l'autre cas, le même principe de substances organiques que possédait le sol étant épuisé, on ne peut plus compter pour les produits que sur les éléments nutritifs de l'atmosphère et des engrais.

Les frais d'arrachage et de fouille nécessaire pour atteindre les racines sont payés par le bois de la vigne; mais on abrége ce travail et on le rend peu coûteux par le moyen du tour. On place un cabestan formé d'un essieu en bois sur deux roues de tombereau; on lie la tête du cep à une corde que l'on

tourne sur le cabestan ; le cep est arraché avec toutes ses racines. Ce travail va vite et ne coûte pas la moitié de celui fait à la main ; mais ensuite on est obligé de défoncer le terrain, ce que l'on fait aussi économiquement au moyen de la charrue Bonnet.

Le second système de renouvellement consiste à remplacer constamment les ceps qui vieillissent ; pour y parvenir, on emploie aussi plusieurs moyens. Dans une partie de la Lorraine on élève un sarment partant de la base du cep (une aste), et quand il a acquis assez de vigueur, on retranche le cep immédiatement au-dessus de l'insertion de ce sarment qui devient le nouveau cep ; on a ainsi toujours une vigne peuplée de jeunes ceps. Ce procédé nous semble très bon, et il est beaucoup moins coûteux que le provignage que nous allons décrire et qui est usité dans tous nos grands vignobles ; mais il suppose que l'on procède ainsi de bonne heure, car l'on n'obtiendrait pas la pousse du bourgeon à la base de vieux ceps, à moins qu'on ne les amputât ras de terre, comme nous l'avons indiqué, et alors avec la perte de deux ou trois années avant qu'un nouveau cep fût formé.

On provigne à la fois la totalité des ceps d'une vigne, ce qui s'exécute tous les huit ou dix ans, ou seulement une partie des ceps, un dixième des rangées par exemple, comme cela se pratique généralement, ou $\frac{6}{100}$, comme cela a lieu à Volnay et dans les crus les mieux soignés. En provignant à la fois toutes ces vignes, il y a une intermittence de la quantité produite, qui peut tomber sur les meilleures années, et dans leur qualité, car le vin des premières est plus faible, ce qui ne peut convenir aux grands crus qui doivent maintenir leur produit dans une qualité normale. Le provignage consiste à coucher et enterrer les ceps d'une rangée de vigne, de manière à leur faire occuper la place qu'occupait une rangée voisine, et ainsi de suite. Le tronc du cep se change en racine et un sarment choisi

sur une des cornes du cep ; ce qui reste hors de terre devient le nouveau tronc dont on établit la tête par les procédés déjà indiqués. Ainsi, en plantant une vigne, on laisse toujours à une des extrémités, l'extrémité supérieure dans les terrains en pente, une ligne sans être plantée, et quand on veut provigner, on ouvre une tranchée de la base d'un cep de la première rangée jusque sur l'alignement vacant. On prépare le cep à provigner en supprimant près de la tige la totalité du vieux bois des cornes, excepté celui qui porte le sarment que l'on destine à former le nouveau cep; celui-ci a été coupé au-dessus du bon bourgeon. On couche alors le cep dans la tranchée sans le tordre et le casser, et on remplit la tranchée dont il ne sort que l'extrémité du sarment. On recouvre autant qu'il est possible les provins avec de la terre neuve et du fumier, ce qui augmente la vigueur de leur végétation. On exécute le même travail pour chaque cep de la rangée ; ensuite ceux de la deuxième rangée viennent se placer à la position qu'occupaient ceux de la première, et ainsi de suite. Cette opération se fait en général au printemps, excepté dans les terres légères où elle peut se faire en automne. Le provignage se paie comme une façon entière, 310 kilogr. de blé (68 à 72 fr.). Comparons maintenant les résultats économiques des deux méthodes.

Dans le Midi, une vigne de quarante ans, dans des terrains riches, a ses ceps élevés, branchus, ne tenant presque plus à la terre et produisant peu ; elle est décrépite. Ordinairement on arrache à trente ans, et les cultivateurs qui tiennent bon compte des produits arrachent beaucoup plus tôt et dès que le produit de la vigne fumée descend, pendant plusieurs bonnes années, au-dessous de l'aliquote que lui assignerait la fumure, ou pour celles qui ne le sont pas, au-dessous du produit habituel des vignes qui sont encore dans leur force. Nous connaissons des propriétaires qui arrachent de quinze à vingt ans dans des sols pareils ; mais dans les mauvais sols on laisse durer la

vigne tant qu'elle paie le travail. Supposons que l'on donne à la vigne trente ans de durée, noous aurons :

Frais de replantation	1296k de blé.	350f
Trois ans de culture à 3 œuvres	930	251
Trois années de rente	981	265
	3207	866
L'intérêt de cette dépense avec un amortissement de 30 ans est de.	200	54
Les provins coûtent, en Bourgogne, 6 f. 50 le 100, et pour 2336 provins		151f84
Pour transport de terre.		10 »
Fumier, 10 charges.		10 »
		171 84

Les deux mé thodes ne peuvent donc pas se comparer sous le rapport de l'économie.

SECTION XXI. — *Mobilier nécessaire pour l'exploitation des vignes.*

Ce mobilier consiste en cuves, pressoirs, foudres et tonneaux. Ici les cuves sont construites en maçonnerie, là en bois; ici on presse la vendange, ailleurs on distille le marc; ici on met le vin dans des foudres, dans d'autres lieux dans des tonneaux neufs pour l'expédier, ou bien on le tire en bouteilles; enfin, s'exonérant de toute charge de récipient, on le distille immédiatement en le tirant de la cuve. Dans tous les cas, il est difficile d'apprécier la valeur du mobilier nécessaire, et l'on ne peut que reproduire les chiffres qui ressortent de l'examen des différents modes d'exploitation.

A Volnay[1] on compte pour une récolte de 18 hecolitres :

Entretien du pressoir	10f »
des tonneaux	10 »
	20 »

ou 1 fr. 10 par hectolitre de vin.

(1) Notes de M. Delarue.

A Tours [1], pour une récolte de 18^{k},75 :

Entretien du pressoir et accessoires . . .	6^{f} »
Sept tonneaux et demi	53 »
Mémoire du tonnelier	6 50
	65 50

ou 3 f. 50 par hectolitre.

Dans le Bordelais, par hectolitre [2] :

Frais d'entretien et de réparation	»^{f} 90
Tonnelier	1 20
Achat de tonneaux.	5 84
	7 94

Dans le Midi, les cuves en pierre coûtent plus ou moins cher, en raison inverse de la contenance, selon qu'elle est plus petite ou plus grande. Une cuve de 2000 hectolitres nous revient à 4 fr. 70 c. l'hectolitre; les foudres nous coûtent à raison de 10 fr. 70 c. par hectolitre, dont l'intérêt à 10 p. 100 est de 1 fr. 70 cent.

Dans les exploitations où l'on fabrique immédiatement l'eau-de-vie, le loyer d'une cuve est généralement estimé à 51 c. par hectolitre, et c'est là toute la dépense qu'entraîne le mobilier.

A Saint-Gilles on vend en tonneau qui coûtera 4 fr. 65 c. par hectolitre, mais on ajoute au vin le prix du tonneau; ainsi ce n'est encore ici que le prix de la cuve et du pressoir que l'on estime à 1 fr. par hectolitre de vin.

Il reste à évaluer les bâtisses qui doivent renfermer les cuves et la récolte; ce sont les celliers. Nous avons vu que [3] si l'on place le vin dans des tonneaux de 750 litres, l'espace occupé par chaque hectolitre de vin sera de 0^{mq},14 si les tonneaux sont sur un seul rang, et 0^{mq},07 si on les place sur deux rangs en hauteur ou que l'on emploie des foudres de 5670 litres.

(1) Comte Odart.
(2) *Mémoire des propriétaires de la Gironde*, p. 14.
(3) Tome II, p. 486.

On ajoute un tiers pour cuves et pressoirs, et l'on a $0^{mq},093$ pour la surface des bâtiments nécessaires à 1 hectolitre de vin. Comme les bâtiments n'augmentent qu'en longueur, la quotité de la récolte est à peu près indifférente quant à leur prix, qui est environ de 12 fr. 50 c. par mètre superficiel, ce qui met $1^{f},1625$ par hectolitre de vin et $0^{f},1162$ pour intérêt et entretien : en totalité $1^{f},2787$.

SECTION XXII. — *Vendanges.*

L'époque de la vendange n'est pas toujours celle de la maturité des raisins; aussi s'en faut-il de beaucoup que les vins aient alors toute leur force alcoolique. Le goût de l'Europe pour les vins verts et peu spiritueux fait devancer la maturité dans tous les crus de table ; la progression de la vigne vers le nord, dans des pays où cette maturité s'acquiert difficilement, multiplie aussi les vins faibles et en propage l'usage. Ordinairement la vendange se règle beaucoup moins par les signes de véritable maturité que par l'abaissement de la température qui ne permet pas d'espérer une maturité plus complète. C'est seulement le changement de couleur des pédoncules et leur flétrissement qui annoncent que les raisins ont acquis leur maximum de maturité sucrée.

La vendange est principalement un ouvrage de femmes qui coupent les raisins, d'hommes qui réunissent la cueillette de plusieurs femmes et la portent jusqu'au point auquel peuvent parvenir les charrettes. La proportion des hommes et des femmes dépend donc de l'éloignement de ce point, ainsi que la dépense qu'occasionne l'opération. Il est donc important de partager autant que possible les vignes par des routes que les voitures puissent parcourir. Ensuite les frais sont d'autant plus grands pour une quantité de raisins donnée qu'il y a moins de raisins sur ce même espace.

En Touraine, on compte.	1[f] 40 par hectol.	Le produit étant de 18
En Bourgogne, Volnay .	2 70	hectol. par hectare.
En Languedoc	» 80 —	Le prod. étant de 80 h.

y compris le transport, foulage, pressurage et soutirage du vin.

SECTION XXIII.— *Récapitulation des frais et des produits d'une vigne ; valeur réelle du vin.*

Dans les situations où les travaux se font à bras et où les vignes sont échalassées, nous aurons les dépenses suivantes en reprenant les opérations et avances déjà mentionnées.

La plantation par défoncement d'un hectare coûte 964 fr. 70 c. ou 3856 kilogr. de blé ; la durée de la plantation se perpétue au moyen des provignages; de plus, nous avons les travaux annuels des cinq premières années pendant lesquelles on élève la vigne qui coûtent 104 fr. 20 c. par année, et pour les cinq années 521 fr. C'est en totalité un capital de 1485 fr. 70 c., dont nous devons compter les intérêts selon le cours de l'argent, et, en 5 p. 100, nous avons 74 fr. 28 c.

Il y a un autre capital engagé, c'est celui du mobilier et des bâtiments ; le premier s'entretient en Bourgogne au moyen d'une somme de 20 fr. par hectare ou d'un capital de 200 fr. environ par hectare, et dont l'intérêt sera de 10 fr.; ainsi, en totalité, 30[f] par an. Le second résulte de la récolte en hectolitres multipliés par 1[f],2787 et pour 18 hectolitres ou 23[f],02. Nous aurons :

Intérêts de la plantation	74 [f]28
Culture à bras	70 60
Echalassement	135 »
Provins, un dixième	171 84
Mobilier.	74 28
Bâtiments.	23 03
Vendanges	48 60
Rente de la terre (terre à seigle). . . .	35 47
	633 10

Le prix réel du vin est $\frac{633}{18} = 35$ f. 17 c.

Le prix moyen du vin de Volnay est de 60 fr. l'hectolitre; mais les vins fins ordinaires ne valent pas plus de 40 fr.; et si l'on considère que la plupart des vignes mal fumées et vieilles ne rendent que 8 à 10 hectolitres par hectare, on comprendra que les prix moyens ne s'écartent pas beaucoup des prix réels. Le vin le plus commun ne vaut pas plus de 12 à 15 fr., et sa culture ne s'explique qu'au moyen d'une plus forte production.

Dans les vignes de la Touraine où l'on n'échalasse pas et où l'on ne provigne que par cinquantième, sauf à renouveler aussi chaque année un cinquantième de la vigne en en plantant une égale quantité à neuf, voici le compte que présente M. Odoart.

Façon d'un hectare, prix fait (seulement deux façons). .		45f »
450 provins, à 2 fr. 50 le 100	11 25	72 25
Transport de terre pour les provins.	6 »	
Fumier, un tombereau pour 100 provins, à 10 f.	45 »	
Terre neuve pour la vigne (engrais).		10 »
Renouvellement d'un 50e d'hectare		45 »
Tous les deux ans, une façon après les vendanges		11 25
Entretien du pressoir et ustensiles.		6 »
Sept tonneaux et demi, à 4 fr.		53 »
Frais de vendanges, à 1 f. 40 l'hectare.		26 25
Tonnelier		6 50
		275 25
Il ajoute pour impôt, 18 fr. Nous ajoutons pour impôt et rente de la terre.		50 »
Pour le logement d'un vigneron, estimé à 30 fr., et qui soigne 2hect.,50		10 50
Bâtiment pour cellier		23 03
Intérêts de la plantation		74 28
		433 06

Récolte moyenne, 17hectol.,5 à 28 fr. l'hectol., ci 490 fr.

Le prix réel du vin est $\frac{433}{17,5} = 24$ fr. 70 c.

Le compte des vignes de Médoc (Chalet, cru de Haut-Brion) est le suivant pour 20 hectares de vignes[1] :

(1) *Mémoires des propriétaires de vignes de la Gironde.*

100 douzaines d'échalas d'aubier, à 21 fr. la douzaine.	2100f	»
100 gerbes d'osier, à 3 fr.	300	»
Quarante charretées de fumier pour provins, à 7 fr. .	280	»
Fourniture de nourriture pour les vendanges	350	»
Charrois	200	»
Réparation des bâtiments du vigneron et autres, entretien des vases vinaires	250	»
8, 3 douzaines de barriques neuves à 160 f. la douz.	1333	30
	4613	30

MAIN-D'OEUVRE.

Travail de 20 hectares, à 216 fr. l'hectare.	4320	»
Provignage de 12000 pieds, à 4 fr. 50 le 100	540	»
Journées pour effeuiller	100	»
Main-d'œuvre pour réparation des bâtiments	200	»
Tonneliers.	300	»
Journées de vendange	400	»
Frais divers	300	»
Agent d'affaires.	800	»
	6960	»
Intérêts à 5 p. 100 de 13397 fr. d'avances diverses . .	669	85
	12243	15
Intérêts de 120000 fr., capital du domaine	6000	»
	18243	15

PRODUIT ANNUEL.

Vingt-cinq tonneaux de 9hectol.,12, ou 228 hectolitres, à raison de 270 fr. le tonneau, escompte, courtage et autres frais déduits	6750	»
Perte.	11493	15
Frais par hectare, non compris la rente	612.15	
Produit	337	50
Perte.	274.65	

D'après ces comptes le prix réel d'un hectolitre de vin serait de 61 fr. 60 c. Il est permis de croire que ces comptes, qui sont ceux présentés à la Chambre des pairs qui était propriétaire, sont le fruit d'une mauvaise administration, et qu'un particulier s'en tirerait mieux ou qu'il abandonnerait une telle culture.

Dans le même mémoire qui nous fournit ce compte nous trouvons aussi ce compte moyen pour les vins rouges de la Gironde :

Moyenne des frais de culture par hectare, y compris les frais jusqu'après la vente.	387f	93
Barriques	10	70
Intérêts des avances pour 6 mois	9	92
	408	55
Produit 2hect.,44 à 180 fr., prix moyen de 1820 à 1840.	439	20
Reste pour les dépenses capitales et la rente.	30	65

Cette situation n'est pas bonne; un produit de 22hect.,25 par hectare ne peut couvrir d'aussi grands frais. C'est par la réduction des frais d'échalassement et l'emploi des engrais que les vins communs peuvent se tirer d'affaire; les vins fins couvriront bien leurs dépenses par leurs hauts prix.

Compte des vignobles de Toulouse (Journ. des propriétaires ruraux du Midi, 1829, p. 20).

Provins, 100 par hect. sur 6000 ceps, travail et fumier.	6f	»
Taille de la vigne	7	»
Deux labours à la charrue	18	75
Fouir et biner	5	25
Fossés d'écoulement	3	»
Vendanges	12	60
Préparation de barriques, soins et ouillages	1	75
Liage des sarments	3	»
Intérêts des bâtiments et des vases vinaires	14	»
Tonnelier	5	25
	76	60
Produit 1070 litres de vin, à 6 fr. 60 l'hectolitre. . . .	70	62
Vin de pressoir, 107 litres	4	26
Piquette	1	50
57 fagots de sarment.	8	55
	84	93

Reste pour la rente. . . 8 f. 33.

Il est encore évident ici qu'un produit de 10 à 11 hectolitres est beaucoup trop faible pour du vin d'aussi peu de valeur

et que ce n'est qu'au moyen d'engrais abondants que cette culture pourrait être profitable.

Voici le compte d'une vigne produisant seulement 18 hectolitres par hectare d'un vin de table, sans échalas, dans le midi de la France :

Intérêts et amortissement des frais de plantation.	54f »
Cultures à bras, 2 œuvres	61 56
Vendanges	45 36
Mobilier	74 28
Bâtiments	23 03
Rente de la terre à seigle.	50 »
	308 23

L'hectolitre de vin revient à $\frac{308}{18} = 17$ fr. 11.

Le prix normal du marché de la moyenne de ces vins est de 20 fr. l'hectolitre ; mais avec des cépages plus abondants et dans un meilleur sol on obtient encore une moyenne de 41 hectolitres par hectare sans engrais ; il faut ajouter alors à ce compte :

Pour mobilier	96f 10
bâtiments.	52 40
rente de la terre	30 »
	178 50
Plus.	308 23
	486 73

L'hectolitre de vin revient à $\frac{487}{41} = 11$ fr. 88.

La moyenne de ces vins sur les marchés ne monte pas alors à 10 fr. par hectolitre. Ces vignes donnent du vin contenant 13,5 litres d'esprit à 86° ($\frac{3}{6}$) par hectolitre de vin; en 1847, celles qui étaient plantées sur des terrains caillouteux ont donné de 15,5 à 16,5 litres d'esprit.

Mais si l'on fournit à ces vignes annuellement un fumier représentant 60 kilogr. d'azote, ajoutant à la récolte natu-

relle de $11^k,79$ un excédant de $78^k,60$, nous aurons à ajouter à la dépense ci-dessus :

Pour mobilier.	296 fr.
bâtiments.	92
fumier.	68
rente de la terre.	30
	486
Plus.	308
	794

L'hectolitre de vin revient à $\frac{794}{90} = 8$ fr. 82 c., et donne 11,2 litres d'alcool à 86° centigrades, à raison de 70 c. le litre, 70 fr. l'hectolitre, dont le prix moyen est de 55 fr.

Cette spéculation ne peut exister encore que parce que les constructions et les bâtiments ont été faits dans un temps où le prix du vin et de l'alcool était beaucoup plus élevé et que, ne pouvant servir à d'autre emploi, il faut en continuer l'exploitation sous peine de perdre ce capital. On a donc simplement à compter sur :

Intérêts et frais de plantation	54^f »
Cultures	61 56
Vendanges	72 »
Fumier.	68 »
Rente de la terre.	80 »
	335 56

Le vin revient en apparence à $\frac{336}{90} = 3$ fr. 67 c. et l'esprit $\frac{3}{6}$ à 33 fr. les 100 litres. C'est ce prix de revient qui probablement a établi le prix moyen, si l'on y ajoute les frais de distillation.

Mais il y a moyen de faire mieux, puisque nous ne sommes pas encore parvenus au maximum du produit du vin, dans des terres mieux pourvues d'engrais ou par le cultivateur, ou par les alluvions des rivières. En 1843, année abondante, des propriétaires soigneux obtinrent 304 hectolitres de vin d'aramon, ou 3800 litres d'alcool $\frac{3}{6}$, et l'on cite des récoltes de 500 hectolitres produisant 6250 litres d'alcool $\frac{3}{6}$; M. Bouchardat obtient 240 hectolitres de vin à l'hectare du plant gouais blanc

et 768 litres d'alcool $\frac{3}{6}$, et 160 hectolitres de vin de gamai et également 768 d'alcool $\frac{3}{6}$ [1]. Si ces récoltes sont extraordinaires, elles n'en indiquent pas moins la puissance de la vigne, et il serait possible de la régulariser par l'emploi d'une suffisante quantité d'engrais; pour obtenir 300 hectolitres, il faudrait un engrais dont l'indice fût de 227 kilogr. d'azote; nous aurions alors ce résultat :

Bâtiment pour la cuve et cuve, 4000 f., intérêts .	400f	»
Intérêts des frais de plantation	51	»
Cultures.	61	56
Vendanges	240	»
Fumier	340	50
Rente de la terre	80	»
	1172	06

L'hectolitre de vin revient à $\frac{1172}{300} = 3$ fr. 90 c., sans faire abstraction d'aucune des dépenses de fondation; et si nous nous mettions dans la position indiquée précédemment, où nous avons négligé ces dépenses, le total serait seulement de 776 fr., le prix du vin 2 fr. 59 c., et l'esprit à 20 fr. 70 c.

Ces cultures, qui emploient une si grande quantité d'engrais, n'ont été rendues possibles dans le Bas-Languedoc, où le bétail est si peu abondant, que par la position topographique des vignobles dans le voisinage des marais et étangs qui bordent la mer et produisent une grande abondance de végétaux, tels que les roseaux, les massettes que l'on emploie à faire des litières ou bien que l'on met directement en terre après les avoir fait fermenter en tas. C'est l'engrais Jauffret que la pratique avait généralisé bien avant que l'inventeur cherchât à le propager en y joignant une lessive de quelques sels. Si l'on parvenait à dessécher complétement ces marais, ou si la culture du riz venait à s'en emparer, les vignes des plaines, manquant de leur principal élément de succès, devraient disparaître aussi. Ces engrais végétaux, qui s'exportent à de grandes

(1) *Etudes sur les cépages*, p. 12.

distances, reviennent assez cher, à cause de leurs frais de transport; le 100 de gerbes de litières (massettes, typhæa) pesant 125 kilogr. et dosant 0,45 à 0,50 p. 100 d'azote, coûte 1 fr. pris au centre des marais de la Camargue ou du littoral, mais on le transporte à une distance moyenne de 30 kilomètres pour parvenir au centre des vignobles, les frais de transport étant de 1 fr. 86 c. Ainsi 125 kilogr. de cette matière reviennent à 2 fr. 86 c. et donnent $0^{k},62$ d'azote; le kilogr. d'azote revient donc à 4 fr. 61 c. (17 kilogr. de blé). C'est un engrais très cher, et qui le devient d'autant plus que la distance du lieu de production est plus considérable. Ainsi dans les situations où le fumier a cette valeur (le kilogr. d'azote de l'engrais produisant 133 litres de vin), on voit que l'hectolitre de vin produit par cet engrais reviendrait à 3 fr. 47 c. Nous recommandons à nos compatriotes de bien réfléchir sur ces calculs, de balancer le prix des engrais herbacés avec la possibilité d'en produire sur place à meilleur compte et avec le prix moyen qu'ils retirent de leur vin; car nous sommes bien convaincus que si une grande partie des vignobles retire un grand avantage du voisinage de ces productions spontanées d'engrais, il y en a une aussi qui les paie beaucoup trop cher, à moins qu'employant aux transports les moments où le travail des champs est suspendu, on n'y utilise ainsi des forces qui seraient perdues si on ne les employait pas à ces charrois.

On peut faire mieux aussi pour les vins de table communs par le mélange judicieux des plants abondants aux plants fins et par l'application d'engrais jusqu'à la limite où la qualité du vin en souffrirait assez pour ne plus pouvoir entrer dans la consommation. On est loin d'avoir recherché et obtenu ce point essentiel. Quant aux vins de première qualité, tout ce que l'on peut recommander, c'est de les maintenir à un haut degré de perfection qui leur assure une prime assez forte pour qu'on doive s'en contenter.

La fabrication du vin ne sera parfaite que quand on aura introduit encore ici la division du travail et que, comme en Champagne, le fabricateur achètera les raisins des cultivateurs pour les soumettre à des manipulations raisonnées.

CHAPITRE IX.

Amandier.

Nous nous hâtons de placer ici l'amandier, car nous aurions dû peut-être le mettre avant la vigne dans l'ordre climatologique que nous suivons; en effet, quoiqu'on le voie encore sur les bords du Rhin et qu'il accompagne la vigne jusqu'à sa dernière limite, puisqu'à Colmar il ne s'arrête qu'à 300 à 340 mètres d'élévation[1] (à cette latitude la température moyenne n'y est que de 9°,44); cependant on cesse d'en voir de grandes cultures dès que l'on quitte la région des oliviers. L'amandier devrait donc faire la transition entre les deux régions; mais nous avons voulu placer à la tête de celle de la vigne le végétal qui la caractérise principalement. Ce sera notre excuse pour cette interversion.

Dans les Antilles l'amandier pousse vigoureusement, mais ne donne pas de fruit; d'où l'on peut conclure que la continuité de sa végétation foliaire se fait aux dépens des fruits et qu'il faut que cet arbre éprouve un repos hivernal.

On doute si l'amandier était déjà connu à Rome du temps de Caton[2]. Il y fut apporté d'Asie. La privation de son fruit jetterait aujourd'hui une grande perturbation dans la cuisine de l'office et dans l'art du confiseur. C'est une denrée de luxe,

(1) *Statistique du Bas-Rhin*, p. 178.

(2) Maffre. Mémoire sur l'amandier, *Annales de l'agriculture française*, IV^e^ série, t. XV, p. 9 et suiv.

mais dont le débit est si étendu que dans les années où la récolte manque, ce qui arrive assez souvent, elle renchérit beaucoup. La France importe au delà du tiers de sa consommation qu'elle reçoit d'Espagne, d'Italie et surtout de Sicile.

Dans les pays méridionaux l'amandier a sa place bien marquée dans la culture. L'olivier occupe les sols secs, ceux dont la surface est pierreuse, mais qui jouissent d'un bon abri ; l'amandier peut s'étendre sur les mêmes sols exposés aux vents, et les points les plus froids semblent lui convenir particulièrement, parce que sa floraison y est retardée. Or, c'est par les gelées blanches de février et de mars que les récoltes de cet arbre souffrent principalement, et ces gelées sont d'autant moins fréquentes que l'on avance vers l'équinoxe. Pour la même raison il faut éviter de le placer dans des lieux bas où les vapeurs s'accumulent pendant la nuit et où les gelées blanches sont plus fréquentes. A Orange, sur vingt-quatre ans, l'amandier a été atteint neuf fois ; c'est la perte d'une récolte sur trois à peu près. M. Fabre de Roussac assure qu'à Montpellier il manque une fois sur dix années ; mais outre ces manques complets de récolte, d'autres causes mal appréciées contribuent à réduire encore ses produits ; ainsi les fleurs se succèdent pendant plus d'un mois sur l'amandier, et celles qui ont été gelées peuvent être remplacées par celles qui surviennent plus tard ; le dégât n'est considérable que quand la gelée arrive au point culminant de la floraison ; mais on a à redouter les ravages d'un lépidoptère, le *pieris cratægi*, dont les chenilles dépouillent l'amandier de ses feuilles naissantes et déterminent la chute des jeunes fruits.

Dans les terres grasses et humides, l'amandier est sujet à la gomme et donne peu de fruit ; dans celles qui sont purement siliceuses, il n'a que des rameaux courts et peu fournis. C'est dans les terrains profonds et légers, formés d'un mélange de silice, d'argile et de calcaire, fussent-ils mélangés d'une grande

quantité de galets et de pierrailles, dans ces terrains dont la couche supérieure est si sèche au printemps que le seigle lui-même y vient à peine, que l'amandier trouve sa véritable place. Il reste chétif si une couche imperméable se trouve peu profondément, si ses racines forcées à ramper ne peuvent trouver la faible dose d'humidité qui lui est nécessaire. C'est en négligeant ces considérations que l'on plante journellement des amandiers dans des positions qui n'ont de commun avec celles où il prospère que l'aridité de leur surface.

Selon M. Boulay, cent parties d'amandes douces, dépouillées de leur coquille, sont composées de cinquante-quatre d'huile jaunâtre et très douce, non siccative; de vingt-quatre d'albumine, six de sucre, trois de gomme, cinq de pellicule extérieure et cinq de parties fibreuses. Les amandes amères contiennent en outre une substance, *l'amygdaline*, qui, en se décomposant en présence de l'eau, produit de l'acide cyanhydrique (prussique).

Le choix des variétés d'amandiers importe beaucoup, d'abord parce que les amandes n'ont pas toutes la même valeur, et puis parce que dans les pays où les gelées printanières sont à craindre, il importe d'adopter celles dont la floraison est la plus tardive. Elle commence dès que la température moyenne se soutient pendant huit à dix jours à +6°; à partir de cette époque, les différentes variétés retardent de dix jours l'une sur l'autre dans l'ordre que nous allons établir.

I. — *Fruits doux.*

1. *Amandier sauvage.* Donne un faible produit, surtout à cause de sa précocité; la coque en est dure; il fleurit quelquefois au mois de janvier et donne ses fruits au mois d'août. On ne conserve pas de ses arbres dans les cultures soignées.
2. *Amandier mi-fin* ou *à la dame.* Cette variété à coque mi-tendre, se cassant facilement sous la dent, est préférée dans toutes les parties chaudes du midi; elle charge plus que l'amandier princesse à coque tendre, et son amande a un prix plus élevé que celui des amandes dures. Prix moyen : 20 fr l'hectolitre.

3. *Amandier fin* ou *princesse*. C'est celui qui produit les amandes de première qualité, qui jouissent de plus de débit parce que leur coque tendre se casse sous la pression des doigts. Prix moyen : 30 fr. l'hectolitre.
4. *Amandier commun* (Fourcourone ; Arnaud de Puymoisson, *Annales d'agric* , 1re série, t. XLVII, p. 289). Beaux arbres, dont les amandes se détachent facilement à la gaule. Elles ne s'expédient que cassées.
5. *Amandier Molière* ou *race*. Amandes dures, mais d'une belle grosseur ; se vendent en coques.
6. *Amandier Matheron*. Mêmes qualités.
7. *Amandier à flots* ou *trochets* (Pointues d'Arnaud). Le fruit mûrit en forme de grappes sur les rameaux ; ceux-ci ne produisent de fruit que sur le bois de trois ans. C est un des arbres du meilleur rapport ; aussi le plante-t-on beaucoup depuis quelque temps. La coque est moins dure que celle des espèces précédentes.
8. *La grosse verte* (Coutelone d'Arnaud). Fleurit quinze jours après la plus tardive [1].
9. *La petite verte*. Fleurit quinze jours plus tard que la grosse verte. Malgré cet avantage, ces deux qualités étant moins appréciées que les précédentes et ne se vendant que cassées, on ne les multiplie que dans les lieux les plus sujets à la gelée.

II. — *Fruit amer.*

10. *Amandier amer*. On le plante dans les lieux les plus exposés à la maraude ; il fleurit en même temps que l'amandier à flots. Le prix de ses amandes est quelquefois très-élevé ; mais, en général, il passe dans le prix moyen des autres amandes.

Ainsi le choix des variétés ne peut guère être douteux. Dans les pays méridionaux et les lieux à l'abri de la maraude, la *princesse* ou la *dame*, et si la surveillance ne peut être aussi exacte, les *flots*. Dans les pays plus froids ou plus exposés aux gelées de printemps, la petite ou la grosse verte ; quand le petit nombre d'amandiers qui se trouve dans le voisinage expose au pillage, l'amande amère.

L'amandier ne se greffant que sur lui-même, il faut se procurer des sujets par le semis. Il se fait en place ou en pépinière au mois de décembre, ou au mois d'avril avec des aman-

(1) Polydore Roux, 3e vol. de la Soc. acad. d'Aix.

des que l'on aura fait germer en cave en hiver. Dans le premier cas, on prépare des fosses égales à celles que l'on ferait pour leur transplantation; on les remplit ensuite et l'on place à leur centre, au mois de février, trois amandes, la pointe en bas, et recouvertes de $0^m,02$ de terre; l'année suivante on réserve un seul plant, celui qui montre le plus de vigueur. On choisit l'amande amère, à laquelle les mulots ne touchent pas, pour faire le semis. Si l'on sème en pépinière, on met les amandes dans la même situation et à $0^m,35$ de distance les unes des autres; les plants restent cinq ou six ans en pépinière avant d'avoir la taille nécessaire pour être transplantés. Ils sont en général inégaux et tortueux. M. Quenin greffe en pépinière et près de terre les sujets de deux ans; le jet de la greffe est plus vigoureux, plus droit, et l'on a des arbres propres à la plantation en moins de temps [1]. M. Arnaud greffait ses amandiers au moyen de trois écussons placés en tête; on greffe aussi à œil dormant les jeunes amandiers de deux ans que l'on a semés en place, si l'on greffe près de terre; autrement on attend la troisième année pour greffer à 1 mètre et plus de hauteur. Les greffes basses donnent des sujets plus droits, plus prompts à se développer; mais il est quelquefois difficile de garantir ces jeunes greffes exposées en plein champ. On a cru remarquer que le sujet de la greffe devait être pris sur un arbre vieux et sur un rameau à fruit, et que les jets gourmands donnaient des greffes moins promptes à fructifier. On nettoie les jeunes plants vers le bas avec sobriété pour les laisser se fortifier, on ne les étête que quand ils sont parvenus à la hauteur que l'on désire pour leur plantation, on les arrête alors en les pinçant au sommet. On attend généralement qu'ils soient mis en place pour former leur tête, sur deux branches principales.

Les cultivateurs qui ne greffent qu'après la plantation défi-

(1) *Statistique du canton d'Orgon*, p. 137.

nitive s'exposent à avoir des arbres sauvageons si la greffe prend mal, ou à retarder beaucoup la mise à fruit de l'arbre s'il faut la renouveler plusieurs fois de suite.

Les champs où l'on plante l'amandier étant le plus souvent soumis au parcours, on élève l'origine de la bifurcation des branches à $1^{m},50$ au moins. On élève aussi la tête pour la mettre au-dessus des brouillards et des gelées blanches; mais dans les années où les arbres n'avaient pas éprouvé d'accident pendant leur floraison, nous avons vu avec admiration l'étonnante quantité de fruits que portaient des amandiers nains.

Quand le terrain a de la profondeur, on plante les amandiers en massif à 10 mètres les uns des autres en tous sens; on porte cet espacement jusqu'à 20 et 25 mètres si le sol manque d'épaisseur. On économise mal à propos sur la dimension des fosses où les amandiers doivent être plantés; on se fie trop à la vigueur avec laquelle ils semblent d'abord pousser même dans les mauvais terrains; mais les racines du jeune arbre atteignent bientôt la terre compacte qui borde les fosses, et alors sa végétation languit. Nous conseillons donc de donner aux fosses $1^{mq},60$ en surface, sur 1 mètre de profondeur, en suivant d'ailleurs toutes les règles que nous avons prescrites pour la plantation [1].

On donne aux plantations deux labours par an pour les garantir des plantes vivaces; un de ces labours se fait en hiver et l'autre en été, en profitant des intervalles de temps où les attelages sont le moins occupés. L'amandier se trouverait très bien d'une culture plus complète et même de l'application des engrais, mais l'incertitude de ses récoltes fait que l'on ne cherche pas à augmenter les frais de l'exploitation et à les engager dans des chances si douteuses; et cependant les produits de ceux qui, étant plantés le long des oullières, reçoivent l'in-

(1) Tome III, p. 530.

fluence des engrais et des cultures données aux plantes annuelles qui y sont cultivées, prouvent qu'ils ne sont pas ingrats aux bons traitements.

On laisse pousser tous les rameaux de l'arbre à la première année de sa plantation, mais au printemps suivant on enlève tous les rejets, on en réserve seulement deux pour former sa tête. On arrête ces deux rameaux à $0^m,15$ à $0^m,20$ de leur origine. Les années suivantes, on ne conserve encore que deux rameaux sur chacune des bifurcations, et on continue ainsi en l'élevant par dichotomie de branches, jusqu'à ce que sa tête soit formée et que son pourtour soit bien garni de rameaux. Les premières bifurcations sont dirigées dans le sens vertical, pour permettre aux attelages de passer facilement sous les arbres ; mais dès la quatrième année, on les dirige dans un sens incliné pour qu'elles se mettent à fruit.

Les fleurs et les fruits ne naissent que sur le bois de deux ans ; le nombre des fleurs est immense, et ce n'est que sur les rameaux qui s'éloignent de la verticale qu'ils nouent le plus communément ; on doit donc retrancher tous les jets gourmands, tous ceux qui sont pauvres en bourgeons, trop courts, trop contournés, ceux qui se nuisent réciproquement ou qui sécrètent de la gomme, par une taille rigoureuse faite au moins tous les deux ans en hiver ; enfin on a soin d'extirper le gui qui pousse sur les branches, en les creusant de manière à atteindre les dernières racines de la plante parasite qui s'épanouissent entre l'aubier et l'écorce. Il n'y a de productifs que les amandiers entretenus par une bonne taille.

Si l'on aperçoit sur les branches des flocons de soie de $0^m,07$ à $0^m,08$ de largeur sur $0^m,04$ à $0^m,05$ de diamètre, liés intimement au bois qu'ils entourent, on y reconnaîtra la demeure des larves des insectes qui y passent l'hiver et en sortent au printemps, pour ronger les bourgeons et les feuilles. Il faut enlever soigneusement tous ces amas soyeux, les mettre immé-

diatement dans un sac sans les déchirer, et ensuite les brûler. Au moment de la pousse des feuilles on abat, en secouant les branches, les chenilles qui ont échappé à la destruction[1].

Quand l'arbre vieillit, que ses feuilles sont pâles et jaunes, il faut procéder à son ravalement et ne pas attendre que son état soit voisin de la mort. On le couronne après la chute des feuilles à un mètre au-dessus de la bifurcation du tronc, en coupant à la même hauteur toutes les branches secondaires qui portent des grosses branches; l'année suivante, on éclaircit les pousses. On peut recourir une seconde fois à ce remède en coupant alors plus près du tronc.

On reconnaît la maturité des amandes à l'ouverture spontanée des péricarpes qui les laisse à découvert. On les abat avec des cannes de Provence (*Arundo donax*) qui font des gaules légères, dont la percussion n'offense pas les rameaux. On les dépouille de leurs enveloppes qui forment une provision d'hiver pour les bestiaux. Si l'on veut conserver les amandes pour la provision, il vaut mieux les laisser dans leur enveloppe.

Les amandes fines, les princesses, les dames, sont livrées au commerce dans leurs coques; les amandes à coques dures, achetées en coques, sont cassées par les marchands de la localité qui les expédient cassées. Les frais de cassage sont payés par les coquilles qui servent au chauffage.

Les différentes variétés d'amandes fournissent des proportions différentes d'amandes et de coques. Selon M. Arnaud, 16 décalitres d'amandes sauvages mesurées en coques produisent 16 kilogr. d'amandes; la même quantité de la grosse verte rend 18 kilogr. d'amandes; enfin 16 décalitres de flots rendent 26 kilogr. d'amandes. Plus le terrain sur lequel on cultive l'amandier est sec et stérile, et plus le poids de l'enveloppe est fort comparativement à celui de l'amande.

L'hectolitre d'amandes en coques pèse environ 56 kilogr.;

(1) Mémoire cité de M. Maffre.

le prix moyen de 100 kilogr. est de 100 fr. pour les princesses, 50 fr. pour les dames, 25 fr. pour les communes, 18 fr. pour les sauvages. La grande variété de terrains sur lesquels est établie la culture des amandiers ne permet pas de juger les résultats économiques de cette culture; mais il y a dans l'arrondissement d'Aix et dans la vallée de la Durance des propriétaires dont la plus grande partie de la fortune est en amandiers, et qui obtiennent une rente assez considérable de leurs terrains. On porte à 6 kilogr. d'amandes cassées le produit que peut donner un arbre fait et bien tenu; ce qui donnerait 6 fr. par arbre, et pour 1 hectare d'arbres plantés à 20 mètres de distance 500 fr. de revenu presque net.

CHAPITRE X.

Mûrier.

Dans nos vallées méridionales, le mûrier accompagne la vigne jusqu'à sa dernière limite en altitude, et nous ne doutons pas que sa limite en latitude ne soit aussi celle de la culture utile du mûrier, en supposant d'ailleurs qu'il y trouve les conditions statistiques et agricoles qui lui conviennent et que nous avons essayé de fixer ailleurs[1]. Nous croyons donc que c'est ici la véritable place que nous devons assigner à la description de la culture du mûrier.

Dans l'antiquité on ne connaissait en Europe que le mûrier noir. Les anciens naturalistes, Dioscoride[2], Pline[3], ne font pas mention du mûrier blanc, et leur silence est si peu une omission, qu'en 1570 Mercuriali, médecin de Forli, attribuait la lenteur des progrès de l'industrie séricicole dans son

(1) *Recueil de mémoires d'agriculture*, t. III, p. 255 et suiv.
(2) Cap. 143. (3) Lib. XV, cap. 24.

pays à ce qu'on n'y possédait que le mûrier noir, dont la végétation était plus tardive et la multiplication plus difficile[1]. Il est donc bien certain que l'introduction du mûrier blanc suivit celle du ver à soie dans presque toute l'Europe et qu'on ne l'y connaissait pas avant le règne de Justinien, où cet insecte précieux fut importé à Constantinople (ann. 552). A cette époque mémorable, l'industrie de la soie, arrachée aux mystères dont la couvraient les peuples de l'extrême Orient, fit des progrès rapides en Grèce; ce n'est, au contraire, que par une marche fort lente qu'elle a fini par atteindre ses limites actuelles. Nous avons décrit ailleurs toutes les phases de son histoire[2]. L'ouvrage actuel exige plus de concision et nous devons resserrer dans un plus court espace les faits que nous avons développés dans un mémoire spécial.

Il est difficile d'exagérer l'importance de la conquête que fit l'Europe en s'emparant de cette industrie. La France seule produit en ce moment pour 19 millions de fr. de feuilles de mûrier, auxquelles l'industrie des vers à soie ajoute une valeur de 23 millions et les divers degrés de fabrication une nouvelle valeur de 270 millions; c'est en totalité 312 millions que le mûrier produit à la France, le tiers du produit de ses vignes. L'Italie prend aussi une large part dans l'approvisionnement en soie du monde entier, et l'Asie se bornant presque à sa consommation locale, ne fournit plus qu'une faible aliquote au commerce extérieur. Ces proportions peuvent changer; les progrès de la civilisation peuvent ranimer l'activité des siéges anciens de cette culture, peuvent l'introduire où elle n'a pas existé; mais dans l'état actuel du monde une production qui fournit les étoffes les plus légères, comme les plus belles et les plus durables; une production qui a si peu atteint son niveau qu'elle offre des bénéfices considérables à tous les degrés de l'échelle des producteurs, est un intérêt agricole de premier

(1) *Variæ lectiones.* (2) *Recueil des mémoires d'agric.*, t. III.

ordre et doit être considérée comme une ressource importante dans tous les pays qui peuvent se l'approprier.

Nous avons fait voir en détail[1] que les limites météorologiques de la culture du mûrier étaient : 1° le point où le mûrier blanc ne supporte pas l'atteinte des hivers, celui où la température descend souvent à — 25°; 2° les pays où la température moyenne reste moins de trois mois au-dessus de + 12°,5 après la récolte des feuilles, temps nécessaire pour que les nouvelles pousses aient le temps de s'aoûter ; 3° ceux qui subissent de fréquentes gelées blanches au printemps; 4° ceux où l'on est sujet à subir des gelées blanches dans tous les mois de l'année, ce qui s'oppose au développement des pousses herbacées de l'arbre; 5° les pays habituellement nébuleux et les lieux ombragés où l'arbre manque de lumière et où ses feuilles fixent peu de matière solide et restent constamment aqueuses; lieux où la feuille de mûrier en été présente moins de 0,30 de matière solide ; 6° les contrées soumises aux effluves marécageuses, aux maladies miasmatiques.

Le mûrier reconnaît aussi des limites économiques; ce sont celles où sa production cesse de donner une rente du terrain notablement supérieure à celle des autres genres de culture. Nous disons notablement supérieure et non pas seulement égale, parce que l'établissement du mûrier et des industries qui l'accompagnent exigent des avances prolongées de capitaux que la supériorité de la rente et les profits doivent appeler et amortir. Il en est en cela du mûrier comme de toutes les cultures qui exigent un capital fixe et un fonds de roulement considérable.

Pendant l'éducation du ver à soie, le travail de deux personnes étant nécessaire pour produire 100 kilogr. de cocons, on aurait bientôt un engorgement de production si les plantations de mûriers excédaient ce qui peut s'en consommer au

(1) *Recueil des mémoires*, t. III.

moyen de la partie de la population disponible et disposée à se livrer à cette industrie. Le département du Gard, un des plus forts producteurs, ne peut guère dépasser l'emploi de la moitié de sa population agricole des deux sexes au dessus de douze ans; dans les pays dont la population est rare et disséminée, la production possible se réduit beaucoup.

Le mode de tenure des propriétés influe aussi sur les progrès de la culture du mûrier; plus le tenancier est assuré d'une longue jouissance, et plus il y a de chances pour le succès des nouvelles plantations qui ne doivent donner de produits qu'à une époque reculée; enfin, les usages agricoles d'un pays, la coïncidence des travaux de la soie avec ceux des autres cultures, les mœurs des habitants plus ou moins capables de soins intelligents et minutieux, font naître des difficultés qu'il faut bien peser avant d'entreprendre de grandes plantations.

SECTION Ire. — *Végétation du mûrier.*

Les bourgeons de mûrier donnent des signes de vie quand la température moyenne s'élève à + 9°,8; ses feuilles sont complétement développées et ont atteint 0^m,03 de diamètre (époque où l'on met à couver les œufs des vers à soie), quand cette température est arrivée à + 12°,7, ce qui coïncide avec la floraison de l'aubépine (*mespilus oxyacantha*).

Si l'on observe le développement de la tige d'un jeune mûrier, on voit qu'après l'ouverture du premier bourgeon il s'en échappe une feuille qui, dès qu'elle est déplissée, commence à grandir en tous sens; mais pendant qu'elle croît, l'axe central du bourgeon continue à s'élever, et après un certain allongement, une nouvelle feuille se développe, et ainsi de suite, jusqu'à ce que l'abaissement de la température d'automne à + 13°,5 arrête définitivement la croissance des tiges et la production de nouvelles feuilles. Les expériences que

nous avons faites sur les pousses d'Orange, sur celles des bergeries de Sénart qui nous ont été transmises par M. Camille Beauvais et sur celles de Poitiers que nous avons reçues de M. Robinet, nous ont donné les résultats suivants :

A Orange,

	Nombre de feuilles.	Nombre de degrés de températ. moyenne.	Nombre de degrés de températ. p. une feuille.
Du 23 avril, époque du développement en 1840, jusqu'au 25 octobre	66	3719°	56°
Du 23 avril au 25 août	48	2716	56
Du 23 avril au 31 mai.	12	697	58
Du 16 juin au 25 août (arbres taillés après la récolte)	28	2019	60

Bergeries de Sénart :

Tiges greffées, du 24 avril au 12 octobre (Observ. météor. de Paris).	52	2923	56

Nous n'avons pu avoir les observations météorologiques de Poitiers, mais M. Robinet avait obtenu cinquante-quatre feuilles sur ses tiges. Nous avons répété ces observations depuis la première époque où elles avaient été faites ; nous avons trouvé des variations assez fortes d'une année sur l'autre ; elles sont causées, comme nous l'avions prévu, par des alternatives de froid et de chaud qui causent des arrêts de végétation ; mais si elles dérangent les calculs partiels, elles influent peu sur le résultat final. Ainsi dans chaque pays, la végétation du mûrier, arbre à foliation continue, est proportionnelle à la température.

Quand cette végétation s'arrête en automne, chaque rameau présente trois états différents ; son sommet est encore herbacé et doit subir la décurtation par la première gelée qu'il éprouve ; vient ensuite du haut en bas une partie déjà un peu ligneuse, mais conservant encore une teinte verte qui périt aussi par un froid un peu vif ; et enfin la partie dont le bois est aoûté, dont l'écorce est grise, et qui, séparé des parties

moins avancées, forme le nouveau rameau de l'année suivante, et des bourgeons duquel doit partir la végétation. La partie herbacée est d'autant plus longue que la tige est moins élevée, qu'elle est plus près de terre et a reçu moins de chaleur dans l'arrière-saison. En général, la tige herbacée ne passe à l'état de tige verte qu'après avoir reçu 170° de chaleur, en huit jours à Orange au mois d'octobre, en treize jours à Paris, sur des tiges de 2 mètres de hauteur. La partie verte se change en tige aoûtée et grise après avoir reçu 450° à 560° de chaleur moyenne selon les variétés de plant.

Après la cueillette des feuilles qui est terminée quarante jours après le commencement de l'incubation des œufs du ver à soie, la masse des arbres recommence à pousser ses nouveaux bourgeons. Ainsi pour déterminer le nombre d'entre-nœuds et de feuilles que l'on pourra encore obtenir dans un climat donné, il faut ajouter quarante jours à la date du jour où commence l'éclosion, et à partir de ce moment calculer ce qui reste de degrés de chaleur moyenne jusqu'au moment où la température tombe à + 13°,50. En retranchant du total 100° sur la somme de chaleur nécessaire au développement des bourgeons après la cueillette, et 500° pour la partie verte qui ne se conserve pas, et en divisant le reste par 56, on aura le nombre d'entre-nœuds que les rameaux conservent pour l'année suivante et qui passeront l'hiver. Ainsi nous avons :

	A Palerme.	Orange.	Paris.	Berlin	Stockholm.
Commencement de l'incubation.	20 mars.	20 avril.	1 mai.	20 mai.	2 juillet.
Fin de la consommation	25 avril.	1 juin.	15 juin.	1 juillet.	20 août.
Époque où la température descend au-dessous de 13,5	15 nov.	25 oct.	5 oct.	20 sept.	20 août.
Somme de températures moyennes pendant cet intervalle. . .	4351,59	2980,60	1963,56	1548,50	
dont retranchant 600°	3751,59	2380,60	1363,56	948,50	
qui, divisés par 56, donnent le nombre de feuilles développées	67	42	24	16	

A Stockholm on ne pourrait pas obtenir de pousses viables si on cueillait les mûriers tous les ans. Ces expériences ont

été faites sur des jeunes pousses d'un an, mais sur les vieux mûriers, la végétation est infiniment plus lente, et à trente ans d'âge on ne peut guère compter que sur 1 feuille par 85° de chaleur. C'est donc par 85 et non par 56 qu'il faut diviser dans ce cas.

La distance des bourgeons entre eux, la longueur de l'entre-nœud ne dépend pas de la chaleur, mais bien de l'humidité et de l'absence de lumière solaire; sur les belles pousses de mûriers greffés, la longueur moyenne des entre-nœuds a été à Paris de $0^m,045$; à Orange, de $0^m,036$; à Poitiers, de $0^m,040$; sur le mûrier multicaule à Paris, $0^m,063$; à Tours, $0^m,058$; à Poitiers, le terrain devait être plus sec, car nous n'avons eu que des intervalles moyens de $0^m,035$ à $0^m,036$ dans la même année.

Un certain nombre de bourgeons de l'année se développent en rameaux, selon la force de la séve, et produisent de courts rameaux secondaires, ou *éperons de coq*, qui viennent augmenter le produit en feuilles dans les bons terrains.

Le mûrier multicaule en produit beaucoup plus que le mûrier ordinaire.

SECTION II. — *Espèces et variétés de mûriers.*

Le mûrier noir, les nombreuses variétés de mûriers blancs et le mûrier multicaule, soit qu'on regarde ce dernier comme une espèce ou une variété du mûrier blanc, sont les seules espèces du genre mûrier qui servent à la nourriture des vers à soie. Le mûrier noir, notre vieux compatriote, a presque partout cédé la place aux nouveaux hôtes de l'Europe, et sa culture a été abandonnée dans tous les pays où le développement de l'industrie du ver à soie a été considérable. La lenteur de sa croissance, le peu d'extension de sa végétation annuelle auraient seuls contribué à lui donner l'avantage dans la lutte, si

d'ailleurs on n'avait reconnu que la soie qui en provenait était plus grossière, plus forte et bonne seulement aux ouvrages qui n'exigent pas de finesse. Ainsi les soies de Sicile, provenant des mûriers noirs, sont employées de préférence dans la fabrication des galons.

La persistance des Siciliens à préférer le mûrier noir au blanc vient-elle d'une ancienne habitude ou d'un préjugé? Ce pays ayant devancé les autres dans les arts de la soie, et les habitants ayant d'abord profité des mûriers noirs qui existent dans l'île, ont-ils persévéré par routine dans cette préférence? Les mêmes raisons ont-elles influé pour maintenir la culture du mûrier noir dans les Calabres et aux Canaries, tandis qu'il a disparu de la Lombardie et des Cévennes, où pourtant il était seul usité encore du temps d'Olivier de Serres[1]? Nous croyons que s'il n'y avait pas eu quelque raison plus forte que celle alléguée le plus souvent par les Siciliens, de la plus longue durée de ces arbres, ils n'auraient pas résisté à l'exemple des autres peuples de l'Europe. Cette raison est la précocité du développement du mûrier blanc dans ce climat, et les gelées blanches qui surviennent assez souvent en avril après l'éclosion de la feuille. Nous avons vu les Siciliens regarder avec effroi l'expansion plus précoce encore de l'espèce multicaule qui montrait quelquefois ses feuilles au mois de février à Palerme et en rejeter l'emploi par cette raison; nous ne doutons pas que des essais malheureux n'aient aussi contribué à les éloigner de l'adoption des mûriers blancs.

Dans les pays peuplés de mûriers blancs et où l'on conserve quelques mûriers noirs pour leur fruit, on n'en cueille la feuille pour la donner aux vers à soie qu'en cas de disette, et l'on a remarqué que, moins bien mangée par les vers, elle causait la mort de tous ceux qui étaient faibles et languissants, et épurait pour ainsi dire les chambrées.

(1) *Théâtre d'agriculture,* édit. in-4° de la Société d'agric., p. 187.

Le nombre des variétés de mûriers blancs est très considérable, si l'on s'attache à toutes les modifications des feuilles et des rameaux; mais comme les sauvageons ne sont pas généralement conservés, parce qu'ils ont les feuilles trop découpées, la greffe tend à uniformiser toutes les plantations où l'on ne reproduit naturellement maintenant que les variétés réputées les meilleures. Les semis des multicaules produisent des feuilles plus entières; on en a conservé des variétés dont quelques-unes peuvent avoir subi l'hybridation, si l'on en juge par des qualités spéciales, supérieures sous certains rapports à celles de l'arbre que M. Perrotet apporta d'Asie. Tel est l'hybride de M. Audibert et le mûrier dit mûrier Lhou, de M. Camille Beauvais.

Dans le choix des variétés du mûrier on doit rechercher, 1° une quantité considérable de feuilles; 2° des feuilles donnant le plus grand poids de soie pour une quantité donnée. Ces qualités tiennent sans doute à la vigueur des arbres, à la contexture des feuilles, à leur composition. Dans de très belles expériences faites à ce sujet, M. Robinet a montré qu'en effet l'abondance relative des nervures dans une feuille présente moins de matière nutritive et met obstacle à la consommation de celle qui existe; que les différentes variétés ont une proportion variable de matière aqueuse; qu'elles se flétrissent plus ou moins facilement. Ainsi il a comparé les variétés sauvageons, multicaule, rose et moretti, et il a trouvé les résultats suivants :

	'Epaisseur de la feuille. (Poids de 55 millim. carr.)	Proportion des nervures sur 100 parties.	Consommation sur 100 de feuilles.	Quantité de feuilles consommées pour 1 kilogr. de cocons.	Poids des vers.
	gram.			kil.	gram.
Sauvageon.	10,62	13,2	55	18,550	5,60
Multicaule.	8,90	17,2	58	16,270	5,25
Rose.	11,65	23,7	46	17,460	5,46
Moretti	9,90	21,5	51	15,390	5,31
Hybride d'Audibert	»	»	»	14,390	5,43

	Poids de 10 cocons.	Proportion de soie pour 100 kil. de cocons.	Résultats de la filature pour 1 kil. de cocons.	Quantité de soie par 100 kil. de feuilles.	Faculté de se dessecher.
	gram.		gram.	kil.	Perte p. 100.
Sauvageon.	2,30	14,50	434	2,33	41
Multicaule.	2,20	14,30	524	3,21	28
Rose.	2,32	15,07	537	3,08	20
Moretti	2,20	15,00	508	3,21	26
Hybride d'Audibert	2,23	14,25	490?	294?	

D'après ces chiffres, nous assignons le premier rang au mûrier rose et au multicaule, le second au moretti, le troisième à l'hybride et probablement à la feuille d'Espagne qui ne paraît pas en différer beaucoup, et le quatrième aux sauvageons. Mais il faut observer que la quantité de feuilles produites sur un même espace de terrain est très différente selon les variétés qui y sont cultivées. Dans un terrain fertile, l'hybride ou les multicaules nains se ramifient tellement, leurs bourgeons, venus sur les tiges de l'année, sont tellement disposées à s'ouvrir et à produire des jets latéraux, tout en donnant moins d'entre-nœuds sur la tige verticale, que dans ces situations elle ne peut pas se comparer aux autres par l'abondance de ses feuilles. Nous avons obtenu des verges de l'année crues sur les mêmes terrains les résultats suivants en nombre et en poids, auxquels nous avons appliqué les chiffres de la dernière colonne du tableau précédent.

	Nombre de feuilles.	Poids de 10 feuilles fraîches.	Poids de 10 feuilles sèches.	Poids total des feuilles fraîches	Produit en soie.
		gr.	gr.	gr.	gr.
Sauvageon. . .	42	8,750	2,950	36,750	0,82
Hybride	138	22,260	7,345	307;188	9,03
Rose.	53	24,500	8,150	129,850	6,58
Moretti.	42	15,270	5,200	64,134	2,06

Ces variétés, les principales qui ont été recommandées dans ces derniers temps, seraient jugées si ce tableau se rapportait à un plus grand nombre de situations de culture. Mais il faut observer que l'énorme production de l'hybride et du multicaule ne se soutient pas si on ne lui donne des engrais en abondance;

le terrain ne tarde pas à être épuisé, mais avec leur secours l'hybride en buisson conserve une supériorité incontestable, grâce à ses nombreuses ramifications. Il est évident aussi que comme il ne souffre pas d'être élevé sur tige, on a dû lui préférer le mûrier rose pour les *pleins vents*. Le mûrier Lhou, de M. Camille Beauvais, est aussi une très belle variété; d'après la note qu'il a bien voulu nous transmettre, ses feuilles seraient très pesantes; dix de ses feuilles pèseraient :

	Fraîches.	Sèches.
Dans la belle pousse . . .	41	16
Dans les moyennes. . . .	30	10
Dans la plus petite	29	4

Ces chiffres lui attribueraient des qualités très élevées, mais il n'avait en moyenne que quarante-deux feuilles sur ses tiges, et en supposant la plus forte production de soie, celle de moretti, nous aurions 126 grammes de feuilles donnant $4^{grm},044$ de soie dans le tableau ci-dessus.

Le mûrier d'Espagne est celui des terres grasses et fortes; il donne une grande quantité de feuilles pesantes, mais ne se ramifie pas comme l'hybride. Évidemment le mûrier rose placé à côté de lui donne une moins forte proportion de feuilles. Le multicaule Perrotet a la feuille très fine, susceptible d'être déchirée par les vents; il est très précoce, et une température au-dessous de 14° le fait périr assez souvent. L'hybride a ses feuilles plus solides, et il réussit aux grands froids comme le mûrier commun. Le perrotet et l'hybride ont le grand avantage de pouvoir se multiplier de boutures avec la plus grande facilité, d'être francs du pied et d'économiser ainsi les frais de semis, de greffe et de pépinière. La feuille rose est celle qui conserve le plus longtemps sa fraîcheur, ensuite le multicaule hybride, puis le sauvageon, et enfin le moretti. Il faut tenir grand compte de cette qualité, car les vers à soie dédaignent la feuille qui est trop flétrie.

Section III. — *Composition de la feuille de mûrier.*

M. Nysten, ayant examiné la composition de la feuille de mûrier avec les moyens imparfaits d'analyse organique de son époque, trouva les résultats suivants[1] :

	Mûrier sauvage.	Mûrier greffé, feuilles jeunes.	Mûrier greffé, feuilles entièrement développées.	Mûrier d'Espagne, feuilles développées.
Eau.	680,00	784	682,00	678,00
Fécule verte	20,00	14	16,00	20,00
Matière soluble dans l'eau et l'alcool. .	46,00	44	50,00	40,00
Gomme	7,00	19	28,00	10,00
Matière végéto-animale (albumine).	1,50	3	1,50	0,50
Résidu insoluble . .	230,00	124	208,00	238,00
Perte.	15,50	12	14,50	12,50
	1000,00	1000	1000,00	1000,00

Nous avons obtenu l'analyse suivante de la feuille de mûrier greffé prise sur l'ensemble d'un rameau feuilles jeunes complétement développées.

Eau.	68,00
Carbone	13,72
Hydrogène	1,76
Oxygène	13,00
Azote.	1,58
Cendres	1,94
	100,09

M. Payen, ayant bien voulu chercher le dosage de l'azote aux différents âges, a trouvé que la feuille du haut des rameaux, la plus jeune, contenait, à l'état sec, 6,066 p. 100 d'azote, et l'ensemble des feuilles d'un rameau, pris le 15 juillet à Paris, 4,938 p. 100, et à l'état normal avec 66 p. 100 d'eau, 1,629 p. 100.

(1) *Recherches sur les maladies des vers à soie*, p. 25.

Nous avons recherché avec attention, pendant de longues années et au moyen de fréquents voyages faits au centre de la région où la culture du mûrier est la mieux entendue, les résultats produits par l'application de différentes doses d'engrais. Le tableau suivant est le résumé d'une grande masse de notes où la concordance des faits avec la théorie nous a d'autant plus frappés qu'elle était plus inattendue : du Vigan à Orange, d'Alais à Salon, voici les chiffres moyens que nous présente cette investigation, dont les termes extrêmes s'éloignent peu. Nous prévenons que nous avons évité avec soin tous les terrains d'alluvion moderne, tous ceux qui recevaient même des alluvions annuelles et où les eaux transportaient des principes fécondants qui ne pouvaient être appréciés, et que nous avons toujours opéré sur des sols ayant plus de $0^{m},60$ de profondeur et sur des arbres à leur maximum de produit.

La première colonne indique la quantité d'engrais employé en kilogrammes d'azote ; on y voit d'abord que le mûrier absorbe par ses feuilles une quantité d'engrais atmosphérique représentée par $80^{k},58$ d'azote par hectare dans des terrains sablonneux et infertiles, par conséquent n'annonçant aucune tendance à l'absorption.

La seconde colonne indique le double du poids de la feuille recueillie au printemps. Le but de ce doublement est de représenter la totalité de la production représentée par les feuilles de printemps et une quantité pour le moins égale de feuilles d'automne.

La troisième colonne donne le dosage de cette feuille en azote, d'après les analyses faites par M. Payen sur de la feuille recueillie à Paris; il est possible que celui de la feuille du midi soit un peu plus fort, mais cette différence ne pourrait pas troubler beaucoup nos calculs.

Dans la quatrième colonne nous présentons le chiffre de dosage de la colonne précédente diminué de $80^{k},50$, chiffre du do-

sage de la feuille obtenue sans engrais; nous avons ainsi la production de feuille résultant de l'engrais.

La cinquième est le quotient des chiffres de la quatrième colonne par ceux de la première; il exprime l'effet produit par 1 kilogr. d'azote sur la production.

Dose d'engrais.	Quantité de feuilles recueillies.	Dosage de la feuille.	Dosage diminué sur celui de la feuille obtenue sans engrais.	Quantité d'azote reproduite dans la récolte sur 1 k. de cette subst. dans l'engr.
0.	5100	83k08	»	»
9k terrain argilo-calcaire, absorb. cette qté d'azote.	7626	124,23	41k15	4k57
41,16	15483	252,22	169,14	4,19
160,0	46518	757,78	674,70	4,22
231,0	65510	1067,16	984,08	4,26
			Moyenne.	4,31

On voit donc qu'en général, dans cette région, chaque kilogramme d'engrais fourni au mûrier reproduit une quantité de feuilles qui en contient plus de 4 kilogr.; en supposant le prix de 1 kilogr. d'azote de 1 fr. 60 c., et la reproduction de 4 pour 1 seulement, nous obtenons une quantité de feuilles de

$$\frac{100}{1,629} \times 4 = 245^{k},56;$$

et pour la récolte du printemps seule, 122k,70; or la feuille de mûrier vaut au plus bas prix, dans cette région, 7 fr. les 100 kilogr.; par conséquent on échange 1 fr. 60 cent. d'engrais contre 8 fr. 58 cent.

Que l'on remarque maintenant que la presque totalité des matières azotées des feuilles peuvent être converties en engrais et revenir sous cette forme à la terre. En effet, avec des soins convenables, en recueillant exactement les débris de feuilles, les excréments des vers à soie, et en employant les litières soit à être portées à la terre comme engrais direct, soit après les avoir fait manger aux bêtes à laine; de plus, en utilisant,

comme on le fait du reste, la seconde feuille pour l'engrais des moutons et des bœufs, nous recueillons, sauf la déduction de 0,20 qui a lieu dans la consomation des animaux [1], tout l'azote des feuilles, moins celui qui est contenu dans la soie.

Les cocons, à leur état naturel, au moment de la vente, contiennent :

		Azote.
Eau.	68,2	»
Soie.	14,3	1,51
Bave et bourre	0,7	0,12
Chrysalide	16,8	1,51
	100,0	3,14

100 kilogr. de cocons dosant 3^k,14 d'azote sont produits dans les bonnes éducations du midi par 1400 kilogr. de feuilles [2], dosant 22^k,806 d'azote. Il reste donc pour l'engrais 19^k,740 d'azote, et de plus, si l'on fait soi-même la filature, les eaux grasses et les débris des chrysalides rendent encore 2^k,34; de sorte qu'il reste alors 21^k,256; de sorte que si l'on vend les cocons, la part d'engrais est de 0,134, et si on les file, de 0,068 de celui que contenait la feuille. D'où résulte que même en vendant les cocons, si l'on réserve tous les débris de litières et les déjections convenablement desséchés, pour que la moisissure ne s'en empare pas, on pourra obtenir 3,46 fois autant de feuilles dans le premier cas, et 3,71 fois dans le second, en le consacrant entièrement à la fumure des mûriers, jusqu'à la dose *maxima* qu'ils peuvent réellement consommer dans l'état de croissance; ou, si l'on aime mieux, il suffira dans le premier cas des 0,35, et dans le second cas des 0,37 de leur engrais, pour maintenir la plantation dans son état actuel de produit. Nous savons que ce résultat est loin de se réaliser dans nos fermes, mais il faut l'at-

(1) Tome I, 2e édit., p. 536.

(2) Robinet. *Recherches sur le produit de la soie.* Mémoires de la Société centrale, 1843, p. 172.

tribuer au peu de soins que l'on a de la litière, ou à ce qu'elle est donnée à manger à des moutons qui pâturent et ne la reproduisent pas intégralement ; enfin à ce que, jetée sur le fumier, elle va servir à engraisser d'autres parties du domaine. Cet engrais très riche, puisqu'il dose à l'état sec 3,71 pour cent d'azote et 3,28 dans l'état normal où il se trouve communément après la dessiccation retenant encore 0,14 d'eau, ne doit pas être prodigué comme le fumier de ferme ; car une de ses parties en poids représente 8 parties du fumier de ferme à l'état normal ; en l'employant avec ce ménagement, on en obtiendra les effets que nous venons d'indiquer.

Mais si la feuille de printemps peut être ainsi utilisée, il n'en est pas de même de celle d'automne. Comme on doit attendre qu'elle se détache d'elle-même en secouant les branches et sans exercer aucun effort, et que sa maturité arrive à la fois sur toute l'étendue des plantations ; comme d'ailleurs, à cette époque de l'année, sa dessiccation est difficile, on n'en profite complétement que dans les plantations peu étendues. Cette feuille a perdu alors une partie de son eau et pèse beaucoup moins que celle du printemps ; mais c'est un bon fourrage à l'état sec, quoique cependant plus ligneux et par conséquent d'un moindre prix. La seule manière de tirer parti de celle qui ne peut être consommée, c'est de l'accumuler avec un râteau au pied des arbres, et de l'y couvrir de terre pour qu'elle ne soit pas dispersée par le vent ; on profite alors de tout l'engrais qu'elle peut fournir.

Section IV. — *Vie du mûrier.*

La vie du mûrier sauvageon non soumis à la taille est très longue. Nous en possédons à Saint-Just (Ardèche), qui ont été plantés sous Henri IV et qui ne sont depuis quelques années sur leur décours que parce qu'on a entrepris de les tailler et

de les greffer dans ces derniers temps. Le tronc de ces arbres est creux, mais les branches, amputées à diverses reprises, végètent encore avec vigueur. En général, nous voyons les mûriers à plein vent greffés, soumis aux procédés actuels de culture et plantés à une grande distance les uns des autres, parvenir à l'âge de quatre-vingts à cent ans. Il n'en est pas de même de ceux plantés en massif, et c'est seulement d'après ceux-ci que l'on pourra juger de la marche de la production de cet arbre. Or, l'on observe que leur produit devient stationnaire après un certain nombre d'années qui est dans un rapport combiné entre l'espacement donné à l'arbre et la durée de l'état de fraicheur du terrain. Cette période stationnaire est évidemment l'époque où les racines occupent le terrain, de manière à ce que la quantité d'humidité qu'elles peuvent en tirer soit en équilibre avec l'évaporation de l'arbre. Chaque mètre carré de feuilles évapore 289 grammes d'eau par vingt-quatre heures; si donc les racines s'enfoncent à $0^m,66$ et qu'elles y fassent leur empâtement, qu'elles occupent la couche entre $0^m,66$ et $0^m,20$, profondeur des labours, ou $0^m,46$ d'épaisseur du terrain, pesant 552 kilogr., à l'état frais, état que l'on ne peut pas dépasser sans préjudice pour le mûrier, et dans lequel le sol contient 127 kilogr. d'eau (0,23 du poids de la terre au plus[1]). Ce mûrier qui porterait, sans engrais, dans les terrains argilo-calcaires, $0^k,76$ de feuilles, ayant une surface de $0^m,24$, évaporait en sept mois $60^k,69$ d'eau; il continuerait donc à végéter vigoureusement, et c'est ce que l'on voit dans les plantations faites au bord des rivières; mais si le terrain, au lieu d'être frais, est sec pendant trois mois, que pendant ce laps de temps le mûrier, qui aurait besoin de 27 kilogr. d'eau, n'en trouve plus que 55, la végétation ne s'opérerait plus qu'avec difficulté.

Il faut rappeler ici, avant d'exposer ce qui se passe à l'égard du mûrier, les faits qui ont lieu quand on fait évaporer l'eau

(1) Tome I, p. 166, 1re édit.; p. 151, 2e édit.

mêlée avec une substance solide comme les sels, la terre, etc. Avec le même degré de chaleur cette évaporation se ralentit à mesure que la quantité d'eau diminue; la terre retient avec d'autant plus de force les parties restantes qu'elles sont moins considérables[1], et enfin la chaleur d'une étuve chauffée à 140° ne peut tellement parvenir à dessécher une substance que l'on ne puisse encore lui enlever 1 à 2 p. 100 d'humidité dans le vide sec. Cette résistance de la terre aux effets du feu, elle l'oppose aussi aux autres agents qui veulent la dépouiller de son humidité, au point qne, par rapport à la succion des végétaux, elle peut être regardée comme presque complétement sèche quand elle ne contient plus que 0,10 d'eau; alors ce n'est plus qu'avec effort que le mûrier lui arrache quelques restes d'humidité, et si cet état dure plusieurs mois, on comprend qu'il s'établit un équilibre entre les pousses et la durée de la végétation qui ne permet plus de nouvel accroissement. C'est la loi suivie dans ce cas par le mûrier que nous nous sommes attaché à observer. Le développement d'un mûrier, placé comme un oranger dans une caisse et auquel on fournit une quantité suffisante d'eau et d'engrais, n'est borné que par l'impossibilité où il finit par se trouver de produire une quantité de chevelu suffisante pour absorber l'eau et l'engrais qui lui est nécessaire. Les mûriers semés épais et jouissant de l'irrigation ne durent pas plus de cinq à six ans après une guerre acharnée dans laquelle les plus faibles plants ont péri et laissent la place à ceux qui avaient une constitution plus vigoureuse. Mais cette limite, amenée par l'impossibilité de trouver l'espace nécessaire pour produire des racines, n'existe plus pour les arbres qui occupent un certain espace, 4 mètres carrés de surface par exemple; c'est alors seulement la proportion de l'humidité qui détermine leur durée.

(1) Voyez un beau mémoire de Haller sur la dessiccation du sel marin. *Mém. de l'Académie des sciences*, 1764.

Sur des plantations situées au Vigan, dans des conditions aussi identiques que possible et cultivées avec les mêmes soins, nous avons reçu des propriétaires des notes sur le produit moyen d'arbres plantés à 7 mètres de distance et jouissant par conséquent d'une surface de 49 mètres carrés. Ces arbres produisaient, à six ans, $25^{k},70$ de feuilles au printemps; à neuf ans, $48^{k},30$; à quatorze ans, $77^{k},60$; à dix-huit ans, $94^{k},30$; ils parvenaient à leur maximum de produit à vingt-deux ans et avaient alors 100 kilogr. de feuilles; en interpolant les termes, nous avons le tableau suivant :

	kil.		kil.		kil.		kil.
1 an.	0,00	7 ans	32,70	13 ans	75,10	19 ans	96,50
2 ans	0,00	8 . .	42,60	*14 . .	77,60	20 . .	98,20
3 . .	3,20	*9 . .	48,30	15 . .	84,50	21 . .	99,00
4 . .	11,40	10 . .	52,80	16 . .	88,60	*22 . .	100,00
5 . .	17,90	11 . .	64,60	17 . .	91,80		
*6 . .	25,70	12 . .	69,00	*18 . .	94,30		

La production moyenne pendant cette période a été de $57^{k}8$ par arbre, et sur 208 arbres que porte l'hectare, 12022 kil. de feuilles de printemps; et en déduisant de $\frac{5}{100}$ pour les risques de gelées blanches, nous avons pour produit moyen $54^{k},9$ par arbre, et par hectare 11419 kilogr. par an de feuilles de printemps.

Les semis épais que l'on ne repique pas et que l'on abandonne à la production de la feuille sont ce qu'on appelle des *prairies de mûriers;* les plants pressés poussent des pivots en terre qui, au lieu d'un empâtement, ont plusieurs étages de racines secondaires très courtes; la durée totale de leur produit est de cinq ans, mais ils atteignent à un an leur produit maximum qui est, dans le terrain maintenu frais des pépinières de Bagnols, de 24000 kilogr. de feuilles de printemps et d'automne par hectare ($2^{k},4$ par mètre carré). Les jeunes plants occupent $0^{m},009$ après un an de semis; il y en aurait donc 111 par mètre carré, donnant de petites feuilles, dont cinq équivalent à peine pour le poids à une feuille moyenne d'un arbre greffé

et végétant en liberté. On voit qu'ils atteignent promptement leur décours, qui se prolonge indéfiniment, le nombre des plants subsistants se réduisant chaque année.

Le maximum du produit des arbres plantés à 1 mètre s'est manifesté à trois ans; leur vie ascendante comparée à l'espace qu'ils occupent a été de

$$\frac{3}{1} = 3.$$

Pour ceux plantés à 2 mètres, le maximum a été à cinq ans; la vie ascendante a été de

$$\frac{5}{4} = 1^{an},25 \text{ par mètre carré.}$$

Les plantations à 4 mètres ont donné le maximum de leur produit à neuf ans; leur vie ascendante a été de

$$\frac{9}{16} = 0^{an},56 \text{ par mètre carré.}$$

Enfin le maximum du produit des arbres plantés à 7 mètres ayant été à vingt-deux ans, la vie ascendante a été de

$$\frac{22}{49} = 0^{an},45 \text{ par mètre carré.}$$

On voit que plus l'espace s'augmente, et moins il compte pour la vie du mûrier, parce que sans doute il est toujours moins complétement occupé par les racines.

L'arbre a sa jeunesse, sa virilité, sa vieillesse. Dans les plantations dont nous venons de considérer la croissance pendant sa jeunesse, il se maintient pendant une vingtaine d'années dans un état de production où la décroissance est graduelle et peu sensible; mais à quarante ans son bois devient trop volumineux, trop tortueux relativement à ses rameaux; il laisse circuler la séve avec moins de facilité, et la décroissance est de plus en plus rapide. Il semble que le mûrier greffé et cultivé soit la véritable image de la vie humaine qu'il accompagne dans tout son cours en suivant les mêmes phases; nous aurions donc pour le produit total des mûriers en question par hectare :

	Feuilles de printemps.
22 années de jeunesse.	251218 kilogr.
20 années de virilité.	392920
22 années de vieillesse	251218
64	895356

ou par an moyen, 13990 kilogr. de feuilles.

La production moyenne d'un arbre pendant sa vie totale serait, à sa production maximum, dans le rapport de 14 : 19, ou les 0,77 de cette production.

Section V. — *Propagation du mûrier.*

Le mûrier se propage par la voie des semis ou des boutures. Toutes ses variétés sont susceptibles de donner des boutures, mais ce n'est que le mûrier multicaule et ses variétés qui les produisent avec facilité et sûreté; pour les autres variétés on emploie la méthode des semis.

C'est au printemps, quand la température de l'air (+ 12°) assure une prompte sortie de la graine, que se font les semis de mûriers. On prépare dans le midi et surtout à Bagnols (Gard) une grande quantité de ces graines, en faisant macérer les mûres dans l'eau et dépouiller les semences de leur parenchyme au moyen de lavages. Cette graine vaut sur les lieux environ 10 fr. le kilogr. Le terrain où l'on veut faire le semis ayant été défoncé et fumé, on y trace des planches de 1 mètre de largeur, séparées par des allées de $0^{m},20$. On répand la semence sur les planches à raison de $0^{k},20$ par are; on la recouvre très légèrement de terre pulvérisée. On maintient la terre fraîche par une irrigation faite par infiltration, en introduisant l'eau dans les allées transformées en sillons au moyen d'un coup de houe, ou à la main avec un arrosoir à pomme; on sarcle rigoureusement et fréquemment, de manière à ne laisser croître aucune herbe adventive. Les pourettes, c'est le nom qu'on donne aux jeunes plants, passent

ainsi l'année, et au printemps de l'année suivante, au moment où le renflement des bourgeons annonce qu'ils vont rentrer en séve, on le transplante au plantoir, après avoir retranché le pivot des racines de manière à le réduire à 0^m,20 de longueur, en espaçant les pourettes à 0^m,80 en tous sens. Quand les bourgeons commencent à pousser, on coupe la tige à 0^m,06 à 0^m,08 du sol, d'un coup de sécateur. On entretient l'ameublissement et la netteté du terrain au moyen de binages répétés.

On peut préparer soi-même la graine de mûrier dont on a besoin d'une manière économique, en frottant de mûres de vieilles cordes, auxquelles les semences retenues par le mucilage qui les environne restent attachées. On place ensuite ces cordes dans le terrain que l'on veut ensemencer, et l'on a ainsi un semis en ligne qui réussit très bien.

L'année qui suit la plantation, les jeunes mûriers ont acquis environ 0^m,02 à 0^m,03 de diamètre, et au moment où la séve monte, on les greffe en écusson. La greffe s'applique généralement au pied, après avoir coupé le plant à 0^m,15 de terre au plus. Si, dans le nombre des sauvageons, il s'en trouvait qui eussent la feuille grande, fine, sans découpure, on les conserverait sans greffe ; ces plants forment ordinairement des arbres plus vigoureux, et c'est ainsi qu'ont été obtenues la plupart des bonnes variétés. Les cultivateurs soigneux choisissent leurs greffes sur des arbres dont la feuille n'ait pas été cueillie l'année précédente et dont les bourgeons soient ainsi mieux nourris. Au mois d'août suivant on greffe à œil dormant tous les sujets sur lesquels la greffe printanière n'a pas pris. On pose un seul écusson à chaque plant quand on greffe au pied. Si l'on veut greffer en tête, après avoir retranché le jeune sujet, parvenu à la grosseur suffisante, à la hauteur qu'on veut donner à la tête, on y place trois à quatre écussons qui doivent donner naissance aux branches, qui forment la tête de l'arbre. On reproche à ce mode de greffe le peu de solidité

des branches mères qui, mal collées au tronc, se cassent ou par l'effet des vents, ou par le poids des ouvriers qui y montent pour ramasser la feuille. On peut faire les mêmes reproches à la greffe pratiquée en tête sur des arbres déjà transplantés définitivement. Aussi des accidents graves causés par des chutes sont-ils fréquents dans les pays où l'on maintient ce mode de greffe. Cette greffe en plein champ a de plus le défaut d'obliger à des remplacements ou à n'avoir que des sauvageons peu productifs, quand, après quelques tentatives successives, les greffes viennent à manquer ou à être cassées par les vents, à retarder par la répétition de ces greffes pendant plusieurs années consécutives la production des arbres, enfin à n'avoir que des têtes mal conformées, parce que fréquemment il manque une ou deux des trois ou quatre greffes que l'on place sur les rameaux du sujet.

Quand le bourgeon se développe, on le laisse s'élancer; on visite souvent la jeune tige, et on enlève tous les bourgeons qui sont au-dessus de chaque feuille, qui produiraient des rameaux latéraux qui rendraient le plant raboteux et l'empêcheraient de grandir et de grossir en détournant la séve à leur profit; à la fin de l'année, la pépinière est devenue une forêt de tiges élevées. On les laisse passer l'hiver dans cet état, mais au printemps suivant, quand elles se couvrent de bourgeons épanouis, on les abaisse à la hauteur où doit se former la tête. On exige généralement des tiges de $1^{m},75$ pour les pleins vents destinés aux champs labourables; on demande des demi-tiges de 1 mètre, et on réserve pour les nains de $0^{m},50$ les sujets qui se sont élevés le moins haut. On abat tous les bourgeons le long de la tige, excepté les trois plus élevés destinés à former la tête de l'arbre. On continue à biner et à ébourgeonner les tiges pendant l'année suivante; c'est ordinairement vers la troisième année après la greffe que, dans les bons terrains, on commence à avoir des plants susceptibles d'être

transplantés. On exige que leurs tiges aient 0m,20 à 0m,25 de diamètre, que leur écorce soit lisse et sans trace de lichens.

Les sujets sont mis en place d'après les principes que nous avons indiqués ailleurs[1].

Les mûriers ont été longtemps placés en cordons autour des champs, espacés à 12 mètres les uns des autres. Dans cette position, ils gênaient les cultures, portaient leur ombre sur les blés, qui en outre étaient foulés impitoyablement aux pieds lors de la cueillette et au moment où, montés en tuyaux, ils ne pouvaient plus se relever ; les prairies artificielles fatiguaient beaucoup les arbres, on était obligé de laisser une large lisière vacante à une grande distance des cordons, distance toujours trop faible; enfin les arbres eux-mêmes étaient tourmentés par les animaux de labour, ils souffraient de la présence de la végétation à leur pied et du défaut de culture dans les moments les plus favorables. Ces cordons périssent successivement de vieillesse et ne peuvent être remplacés, car les arbres qu'on substituerait aux anciens trouveraient encore le terrain occupé par les racines des anciens, racines qui se conservent vivantes pendant de longues années. Nous en avons trouvé pleines de séve et sans altération sept ans après avoir détruit une pépinière dans notre jardin. C'est la destruction des cordons qui a fait adopter et qui généralise la pratique, depuis longtemps suivie dans les Cévennes, des plantations en verger soit d'arbres à plein vent, soit de nains, selon que l'on veut leur donner une durée plus ou moins grande. La fantaisie a eu jusqu'à présent trop de part dans le choix du mode de plantation, il est temps d'y substituer des calculs exacts. Voyons d'abord quels sont les frais de chacun de ces modes.

Le plant de mûrier à plein vent, greffé, se vend sur les lieux 1 fr. 25 c.; le cultivateur l'obtient lui-même à 35 c. et les nains à 25 c. Le plant des multicaules venus de bouture et

(1) Tome III, p. 512.

exempts de greffe s'obtient en le produisant soi-même à 5 c. Si nous devons faire une grande plantation, nous aurons soin de préparer nous-même nos sujets, ce qui donne, comme on voit, une économie très notable, surtout pour les plantations rapprochées qui exigent un très grand nombre de plants. Nous supposerons qu'on veuille planter le verger de mûriers à trois distances différentes dans un terrain qui puisse être préparé par une culture à la bêche : 1° en donnant aux arbres un espacement de 7^m ; c'est la distance adoptée pour les pleins vents dans les Cévennes ; 2° en plantant des nains à 4^m ; 3° à 2^m ; voici les résultats numériques de ces trois plantations :

Plantation de pleins vents à 7 mètres de distance.

1. Préparation d'un hectare de terre.	120f	»
2. Valeur de 204 mûriers à 35 c.	71	40
3. Plantation à 10 c.	20	40
4. Culture pendant trois ans	360	»
5. Rente du terrain pendant trois ans	210	»
	781	80

FRAIS ANNUELS.

1. Amortissement, la plantation devant durer soixante ans	32f	91
2. Cultures annuelles	73	71
3. Taille à 0f125 par arbre moyen.	25	50
4. Engrais moyen dosant 160 kilogr. d'azote. .	256	»
5. Rente de la terre	70	»
	458	12
Produit moyen comme dessus, 13990 kil. de feuilles de printemps, diminué de 0,05 pour chances de pertes, ci 13291 kil. à 7 f. le 100.	930	37
Reste net.	472	25

Plantation de nains à 4 mètres.

1. Préparation.	120f	»
2. Valeur de 625 nains	156	25
3. Plantation à 20 c.	125	»
4. Culture pendant trois ans.	360	»
5. Rente du terrain	210	»
	971	25

FRAIS ANNUELS.

1. Amortissement.	54f 12
2. Culture.	73 71
3. Taille à 10 c.	62 50
4. Engrais.	256 »
5. Rente de la terre.	70 »
	516 33
Produit maximum 30k,63 par arbre, réduit à 0,72 pour chances, et réduit au prix moyen, ci 25k,12, et par 625 arbres, ci 15700 kilogr.	1099 »
	582 67

Plantation de mûriers à 2 mètres.

1. Préparation.	120f »
2. Valeur de 2500 mûriers	625 »
3. Plantation	500 »
4. Culture.	360 »
5. Rente.	210 »
	1815 »

FRAIS ANNUELS.

1. Amortissement.	169f 40
2. Culture.	73 71
3. Taille.	250 »
4. Engrais.	256 »
5. Rente de la terre	70 »
	819 11
Produit maximum 12k,25, réduit à 0,72 pour chances et produit moyen, ci 8k,82 × 2500 arbres, ci 22050 kilogr., ci.	1543 50
Reste net.	724 39

Ces calculs prouvent clairement qu'il y a avantage à faire des plantations rapprochées, qui durent moins, mais donnent un produit moyen beaucoup plus élevé. C'est aussi la pratique qui prévaut aujourd'hui parmi les nouveaux planteurs. Il est bien facile de reconnaître aussi dès ce moment que le produit des terres argileuses ou ocreuses sans engrais ne s'é-

levant qu'à 3813 kilogr. de feuilles, partout où elles ne vaudront que 7 fr. les 100 kilogr., il y aurait peu de profit à y cultiver le mûrier si l'on tient compte des frais de plantation ; ainsi nous avons :

Frais annuels.	202f »
Produit brut	266 91
Reste net. . . .	64f 91

C'est donc la culture énergique de mûriers plantés dans des terrains frais et profonds, et secondés d'engrais abondants et espacés à 2 mètres, que nous recommandons surtout à ceux qui veulent avoir des résultats avantageux ; nous ajouterons que dès qu'ils sont en décours marqué et qu'ils ne paient plus les frais, il ne faut pas s'obstiner à les conserver, mais les remplacer par de nouvelles plantations.

SECTION VI. — *Taille du mûrier.*

La taille des arbres fruitiers a pour but de leur faire produire le plus grand nombre possible de beaux fruits, et par conséquent, relativement à ce nombre, le moindre nombre possible de feuilles ; le but de la taille du mûrier est parfaitement inverse : obtenir la plus grande quantité de belles feuilles possible et le moindre nombre de mûres. Sur cet arbre les feuilles ne garnissent que le bois d'un an et les pousses de l'année ; les bourgeons latents du vieux bois ne se développent qu'autant qu'il n'existe plus de nouveaux bois. Les mûres viennent sur les rameaux qui naissent sur le bois d'un an ; rarement les bourgeons qui se développent sur le bois de l'année deviennent des boutons à fruit.

Maintenant si nous examinons le bourgeon qui se développe avec vigueur au printemps, nous le voyons produire une verge aussi verticale que possible, un *gourmand ;* chacun des bourgeons restés sur le bois de l'année précédente produit ainsi

un rameau. Ce bois est-il long, les rameaux sont-ils en grand nombre, la séve se partage entre chacun d'eux ; ils restent courts, au point que la branche dépouillée de feuilles n'est plus qu'une espèce de bâton épineux, garnie qu'elle est d'un grand nombre d'étages de ces rameaux secondaires qui ne font plus que des brindilles qui n'ont pas la force de s'allonger et ne produisent qu'un petit nombre de petites feuilles.

L'arbre porte en somme un poids de feuille aussi grand, peut-être plus grand que celui qui n'a qu'un nombre réglé de gourmands, mais elle est beaucoup plus difficile à récolter. On enlève d'un seul coup de main la feuille d'un rameau, si long soit-il, s'il est dépourvu de pousses ligneuses latérales ; il ne faut pour cela que faire couler la main à demi fermée le long de ce rameau ; en une seconde on obtient ainsi jusqu'à 20 ou 25 feuilles ; mais si la branche est très ramifiée, la main ne peut plus couler sur son trajet, et il faut cueillir les feuilles une à une, ou au plus bouquet à bouquet. Ainsi sur nos arbres bien taillés nos ouvrières cueillent 330 kilogr. de feuilles par jour, et c'est à peine si elles peuvent en cueillir 100 à 110 kilogr. sur des arbres négligés. La cueillette coûte 1 fr. 10 cent. dans le premier cas, et 2 fr. 75 cent. dans le second ; c'est-à-dire les 0,16 de la valeur de la feuille dans le premier cas, et les 0,39 dans le second. Si donc l'arbre bien taillé produisait 61 kilogr. de feuilles, il porterait une valeur égale à l'arbre mal taillé qui en aurait 84 kilogr. Mais il y a plus ; l'accroissement de travail exige un plus grand nombre de bras pour obtenir une quantité donnée de feuille dans un temps préfixe, comme l'est toujours celui de l'éducation des vers à soie, d'où suit que dans le pays où toute la population concourt à la récolte, on ne pourrait négliger la taille sans diminuer la quantité de soie qui y serait produite. Ces chiffres et ces raisons montrent clairement pourquoi dans les pays séricicoles on ne vendrait à aucun prix les feuilles d'un arbre

qui ne seraient pas disposées sur de longues verges unies, si ce n'est dans les moments de disette où l'on passe par-dessus tous les obstacles.

Sur le jeune arbre qui vient d'être planté et dont on ne cueille pas encore les feuilles, la taille a pour but seulement de former sa tête, de disposer ses mères branches, de manière à lui donner un évasement qui offre plus tard à ses verges le plus grand espace possible à remplir, sans se gêner les uns les autres.

Jusqu'à présent la taille du jeune arbre a consisté à le monter sur trois branches faisant avec le sol un angle de 45°, à les tailler la première année à $0^m,30$ de longueur; l'année suivante, on choisit deux jets sur chaque branche que l'on taille aussi de la même longueur; ainsi de suite jusqu'à leur cinquième année où, par le moyen de cette dichotomie annuelle, l'arbre se trouve avoir quarante-huit branches qui s'étendent à $1^m,50$ de terre. L'arbre est alors formé, et on l'entretient par une taille annuelle dont nous parlerons plus bas.

M. Boyer, de Nîmes [1], pensant que, d'après la méthode ordinaire, les rameaux étant trop condensés n'avaient pas assez d'espace et d'air, a proposé d'allonger la taille des premières années, de manière à procurer aux arbres des membres plus vigoureux, plus droits, où la sève monterait plus facilement et qui seraient moins sujets à se rompre sous le poids des ouvriers. Pour y parvenir, au lieu de tailler les premiers rameaux qui doivent devenir les grosses branches à $0^m,30$ de longueur, il les ébourgeonne jusqu'au tiers et au quart de leur longueur, et l'année suivante il coupe la branche au-dessus d'un des rameaux qui ont poussé sur les deux tiers supérieurs; celui-ci est aussi ébourgeonné dans son tiers inférieur, il pousse en liberté, et est encore retranché l'année

(1) *De la taille et de la culture du mûrier*, Nîmes, 1838.

suivante au-dessus d'un des rameaux qui sont nés dans son tiers supérieur; il agit encore de même à la troisième année. Mais à la quatrième année, il ne laisse que deux jets de 0m,7 de longueur au rameau de l'année précédente. Ce n'est donc qu'alors que commence la bifurcation des rameaux qui ont été jusqu'ici dirigés sur un seul membre qui allongeait la branche primitive. On commence la cueillette à la cinquième année. On obtient ainsi des branches fortes, plus verticales que par la méthode ordinaire, et qui par là portent mieux le poids des feuilles et des rameaux dont elles seront chargées et ne prendront que graduellement une horizontalité beaucoup trop précoce sur les arbres autrement taillés. Mais on reproche à ce système de retarder la production, parce qu'il multiplie moins rapidement les subdivisions des rameaux, et de donner à la séve trop de chemin à parcourir dans le vieux bois avant d'arriver aux bourgeons. Le système de M. Boyer nous paraît bien convenir aux terrains riches et où l'arbre se garnit facilement; mais nous ne saurions le proposer pour les terrains pauvres et secs, où il faut éviter d'allonger le trajet de la séve. Nous avons vu des arbres superbes taillés d'après l'un et l'autre de ces systèmes.

Quant à la taille annuelle, voici sur quels principes elle est dirigée. On commence par élaguer, parmi les rameaux d'un an, ceux qui sont faibles, qui manquent de bourgeons ou dont les bourgeons ont été aveuglés par la cueillette, ceux qui se contrarient dans leur direction; on taille les autres au-dessus du second bourgeon à partir du bas du rameau; chaque rameau d'un an en fournit donc deux pour l'année suivante, qui, profitant de toute la séve qui arrive au rameau, s'élèvent verticalement; ainsi la tête de l'arbre prend progressivement plus de développement et d'étendue, projetant à sa surface extérieure cette foule de rameaux qui doivent le garnir complétement, sans se contrarier extérieurement.

Dans les terrains frais et les régions méridionales, la taille se fait sans inconvénient après la cueillette de la feuille ; il reste à l'arbre le temps suffisant pour émettre les rameaux qui porteront la feuille l'année suivante ; mais sur les terrains secs, ou dans les pays froids, la végétation est arrêtée bientôt après la cueillette, ne donne que des pousses insuffisantes, et l'arbre serait d'un faible produit si, par une taille annuelle, on le réduisait chaque année à ne donner que les feuilles produites par deux rameaux.

Si l'on taille tous les deux ans, on obtient la seconde année l'évolution de tous les bourgeons qui garnissent le bois d'un an, et qui poussent au printemps autant de petits rameaux. On augmente ainsi le nombre des feuilles, mais elles sont très garnies de mûres et sont difficiles à ramasser. A la seconde année, quand on taille, on coupe sur le bois de deux ans, en laissant deux jeunes rameaux qui doivent produire la feuille l'année suivante ; on a aussi à enlever une multitude de *chicots* provenant du bois de deux ans dont les bourgeons ont avorté, et les *ergots* ou jeunes pousses qui n'ont que deux ou trois bourgeons. Les difficultés de cette taille, la mauvaise venue des arbres qui y sont soumis, ont porté à examiner s'il n'y aurait pas plus d'avantage à tailler les mûriers au printemps, en renonçant à la cueillette de l'année de la taille, de manière à ce que les bourgeons ayant toute la belle saison pour développer de longs rameaux, on eût l'année suivante beaucoup plus de feuilles, plus faciles à cueillir. En divisant les mûriers en deux soles, une moitié d'entre eux serait taillée, et l'autre, taillée l'année précédente, donnerait sa récolte. La taille pourrait aussi n'être que triennale au quadriennale, et dans les années intermédiaires se borner à un simple émondage. Cette méthode de taille printanière intermittente, que l'on a nommée improprement *assolement des mûriers*, a été l'objet d'un assez grand nombre d'assertions plus ou moins

générales, la plupart dépourvues de données exactes. M. Sabattier de Loriol affirmait que les habitants de Die avaient adopté la taille printanière triennale et s'en trouvaient bien ; il affirmait que la récolte des deux années qui suivaient la taille était double de celle que l'on obtenait en trois ans avec la taille d'été. M. de Labaume nous a enfin donné les chiffres d'une expérience faite par M. Franc, juge de paix à Saint-Gilles (Gard) [1]. Il choisit dans une allée de mûriers un de ces arbres dont les produits variaient entre 38 et 41 kilogr. ; il fut taillé au mois de mars de 1842. En 1843 il donna 81 kilogr. de feuilles. Cette expérience a été faite sur un terrain qui comportait très bien la taille annuelle, qui d'ailleurs donne de la feuille plus facile à ramasser et n'exige pas de taille faite sur le vieux bois. Il n'y a eu ici aucun avantage, mais on peut en induire qu'il y en aurait un réel sur des terrains secs.

SECTION VII. — *Valeur réelle de la feuille de mûrier.*

La feuille produite par le mûrier sort des mains de l'agriculteur pour passer dans celles de l'éducateur de vers à soie. Nous ne nous arrêterons pas longtemps à discuter s'il convient à l'exploitant de réunir ces deux qualités; cette résolution tient à des considérations de plus d'un genre ; ainsi le cultivateur qui élève, conserve la plus grande partie des engrais qui reproduiront de la feuille ; il occupe sa famille et ses ouvriers dans un moment où peut-être, dans son pays, ils n'auraient pas trouvé de travail ; les femmes et les enfants y prennent une part qui utilise ces bras souvent désœuvrés, etc. Mais quand on a une grande masse de feuillage, on s'arrête devant la tâche immense qu'impose la conduite d'une grande éducation à celui qui fait mouvoir cette machine, sur les chances défavorables d'une éducation trop nombreuse : celui qui possède tant de richesse s'est créé ordinairement des occu-

(1) *Bulletin de la Société d'agriculture du Gard*, 1846, p. 99.

pations dont il ne peut se distraire; il ne veut pas rompre ses habitudes pendant un mois, il préfère son repos à un lucre incertain ; ainsi il se résout à vendre sa feuille à l'éducateur, à retirer les profits de l'agriculture et à lui laisser celui de la zootechnie, à moins que, n'ayant pas consulté la possibilité de cette vente, il ait planté des mûriers au delà de ce que le pays peut consommer de leurs produits.

Quoi qu'il en soit, l'œuvre de l'agriculteur et de l'éducateur sont bien distinctes, et que ceux qui les remplissent soient séparés ou réunis dans une même personne, il faut pouvoir tenir compte de ce qui appartient à l'une ou à l'autre de ces industries.

Pour l'éducateur qui achète des feuilles, leur valeur résulte : 1° de la quantité moyenne de cocons qu'il obtient de son éducation ; 2° de leur prix moyen diminué des frais de l'éducation et du bénéfice qu'il doit faire. Ainsi le prix de la feuille dépend d'abord des progrès faits par l'industrie de l'éleveur qui sait lui faire produire une plus grande masse de cocons; du climat et des localités qui en entravent ou en favorisent la réussite; enfin de l'état de l'industrie du fileur qui tire des cocons une soie plus ou moins belle. En calculant tous ces éléments différents de prix, nous avons trouvé que, dans les pays qui nons entourent, on obtenait le prix de la feuille en multipliant le poids en kilogrammes de cocons produit dans le pays avec 1000 kilogr. de feuilles par le prix de la soie grége fabriquée communément dans la localité et divisant le produit par 248. Ainsi à Alais la récolte moyenne par 1000 kilogr. de feuille *pesée* est de $57^{k},40$; le prix moyen de la soie grége que l'on y file ordinairement, de 70 fr. ; ce qui nous donnerait pour le prix de la feuille

$$\frac{57,40 \times 70}{248} = 16 \text{ fr.}$$

Le prix moyen de la feuille estimée dans ce pays est de 12 fr. ;

mais le poids de l'appréciation doit être diminué de 1/4 ; ainsi on n'a acheté réellement que 75 kilogr., et la valeur de 100 kilogrammes est bien réellement de 16 fr. La feuille vendue à poids vaudra toujours 1/3 de plus que celle vendue à l'estimation, telle qu'elle se pratique dans le pays, la cueillette restant à la charge de l'acheteur.

M. Robinet [1] nous indique ainsi que suit le prix actuel de la feuille de mûriers dans les différents pays.

	Feuille estimée.	Feuille pesée.		Feuille estimée.	Feuille pesée.
Gard. . . .	12 f	16 f »	Hérault . .	8 f	10 f 66
Ardèche . .	9	12 »	Isère. . . .	8	10 66
Aveyron . .	9	12 »	Vaucluse. .	7	9 33
Drôme. . .	9	12 »	H.-Garonne	4	5 33

Notre formule se trouvera exacte dans tous les départements réellement producteurs, mais elle nous montre en même temps combien les profits des producteurs de feuilles et des éducateurs dépendent de l'habileté des éleveurs. Soient deux situation : Alais et Orange. Cette dernière ne produit que 45 kilogr. de cocons par 1000 kilogr. de feuilles pesées. On y fait de la soie grége d'une valeur moyenne de 50 fr. Ce qui nous donne pour le prix de sa feuille

$$\frac{45 \times 50}{248} = 9 \text{ fr. } 08.$$

A Alais les cocons se vendent 4 fr. 40 c. le kilogr.; à Orange, 3 fr. les frais de l'éducation sont de part et d'autre de 76 fr. pour 1000 kilogr. de feuilles. Nous avons donc :

A Alais.		A Orange.	
57 k,40 de cocons à 4 f 40	252 f 56	45 kil. de cocons à 3 f.	135 f »
A déduire	76 »	A déduire	76 »
	176 50		59 »
ou pour 100 k. de feuille	17 65	ou pour 100 k. de feuille	5 90
Prix d'achat de la feuille	16 »	Prix d'achat de la feuille	9 33
Différence. .	+ 1 65	Différence. .	— 3 43

(1) Recherches sur la production de la soie, *Mémoires de la société centrale*, 1843, p. 170.

Ainsi à Alais le bénéfice net est de 1 fr. 65 cent. par 1000 kilogrammes de feuilles employées ; à Orange, il y aurait 3 fr. 43 cent. de perte. Cette situation n'est pas possible, et en voici l'explication. Les éducations qui ne donnent que 45 kilogr. de cocons sont celles de la masse de cultivateurs qui n'achètent pas leurs feuilles et emploient, sans compter, celles qui viennent sur leurs champs ; les acheteurs de feuilles sont plus habiles et obtiennent aussi 57 kilogr. et plus de leur éducation ; ils achètent donc réellement à bon marché, grâce à la quantité de celle qui est à vendre ; mais aussi on voit que les vendeurs, ayant pour concurrents tous ceux qui possèdent des mûriers, veulent s'éviter la peine de l'éducation. L'extension de la culture séparée de l'éducation est bornée par le petit nombre des éducateurs habiles, et ses progrès sont liés à ceux que fera l'éducation.

Voyons maintenant quel est le prix réel de la feuille pour le cultivateur. Il résulte des comptes que nous avons établis plus haut pour une culture intelligente ; ainsi la plantation de pleins vents, à 7 mètres de distance, nous donnait 13291 kilogr. de feuilles qui nous coûtaient 458 fr. ; c'est 3 fr. 45 cent. pour 100 kilogr. de feuilles ; les nains à 4 mètres nous donnaient 15700 kilogr. qui coûtaient 516 fr., ou 3 fr 29 cent. pour 100 kilogr., et les nains à 2 mètres produisaient 22050 kilogr. de feuilles qui coûtaient 819 fr., ou 3 fr. 72 cent. pour 100 kilogrammes. La bonne culture produira donc la feuille de deux à quatre fois meilleur marché que le cours du marché. Mais comme le plus grand nombre des mûriers sont cultivés sans engrais, qu'ils coûtent 202 fr. pour 3813 kilogr. de feuille, celle-ci revient à 5 fr. 32 cent. Ainsi, même dans ces conditions, il y a avantage à planter des mûriers dans toutes les situations réellement séricicoles. Nous ne parlons pas de la Haute-Garonne où les propriétaires tireraient un bien meilleur parti de leurs feuilles à les faire consommer par leurs bœufs.

CHAPITRE XI.

prunier.

Les pruniers sont l'objet de cultures très étendues dans certains cantons où on sèche leurs fruits, et l'on en fait un commerce assez important. La consommation des pruneaux est immense ; c'est le plat doux des tables les moins opulentes ; ils paraissent aussi sur celles qui le sont le plus. Leurs qualités alimentaires sont assez grandes, et leurs vertus légèrement laxatives les font entrer dans l'hygiène des malades. Le prunier est donc un arbre qui mérite l'attention des agronomes, et partout où ses produits sont à l'abri de la maraude, soit par la généralité de sa culture, soit par les clôtures, soit enfin par une bonne police, c'est un moyen très précieux de profiter des sols argilo-calcaires frais qui n'ont pas une grande profondeur. Les terrains siliceux ne paraissent pas lui convenir; il craint également les lieux ombragés, et c'est sur la pente des coteaux bien exposés qu'il donne les récoltes les plus avantageuses. La limite de la région de la vigne est aussi celle où s'arrête la culture utile du prunier en plein vent. D'ailleurs, cet arbre résiste bien au froid, mais sa floraison ayant lieu quand la température moyenne n'est encore élevée qu'à + 8°, époque à laquelle les gelées blanches sont encore fort à craindre, sa récolte en est souvent amoindrie. Cependant on a remarqué que c'est un des arbres qui souffrent le moins de cette intempérie.

La prune d'Agen (robe de sergent), dont on fait les meilleurs pruneaux, contient 0,71 d'eau, 0,27 de substance charnue, et 0,02 de noyau. A l'état de siccité dans lequel elle se trouve dans le commerce, sa matière charnue retient encore 12,99

p. 100 d'eau, et 6,7 de sucre; elle dose 1,00 d'azote p. 100, et, en tenant compte du noyau, le pruneau dose 0,93 p. 100 d'azote; les figues dosant 0,95, on voit que ces deux fruits secs ont à peu près la même richesse alimentaire, et le pain (dit de 2 kilogr.) de Paris dosant 1,25 d'azote p. 100, il faudrait un peu plus de 1 kilogr. $\frac{1}{3}$ de pruneaux pour équivaloir à 1 kilogr. de pain dans la nutrition.

La quantité de sucre que renferment les prunes a donné l'idée d'en obtenir de l'alcool, et on les distille en Lorraine, en Suisse et en Allemagne. En Hongrie et en Transylvanie, on en fait le raki. On emploie dans ces distillations toute sorte de prunes, dont quelques-unes presque sauvages, mais surtout la variété dite *questchen*, violette foncée, à forme irrégulière, peu savoureuse et dont le noyau n'adhère à la chair que par sa base.

La variété d'Agen (prune robe de sergent) est assez grosse, allongée, d'un violet noirâtre, à chair un peu acidule. Elle domine dans les arrondissements de Villeneuve et de Marmande (Lot), où on prépare les meilleurs pruneaux et où elle mûrit vers la fin de juillet.

C'est le perdrigeon violet que l'on cultive dans le département du Var, et des Basses-Alpes seulement à Estoublen, près de Digne; son noyau se détache bien de la chair. Dans la Touraine, surtout aux environs de Chinon et de Châtelleraut, on a adopté le prunier Sainte-Catherine, dont le fruit est adhérent à la chair; son noyau est très convexe, sa chair peu savoureuse. Il mûrit vers la fin de septembre dans ce pays. On en fait les pruneaux de Tours d'une qualité inférieure à ceux d'Agen, comme moins charnus et moins sucrés; enfin la Lorraine, et surtout les environs de Metz, sont en possession de la culture des *mirabelles*, petites prunes jaunes, qui ont beaucoup de réputation quand elles sont confites.

Les pruniers sont plantés soit en massif, soit intercalés dans

les vignes. On les multiplie généralement de rejetons francs venus au pied de l'arbre qui en produit toujours beaucoup. Le semis et la greffe retardent longtemps la jouissance. Greffés sur franc, ils s'épuisent en rejetons ; sur amandier et pêcher, ils donnent d'abord de grands produits ; mais ils ne durent pas, et l'arbre ne tarde pas à languir. Dans le Lot on vend, à raison de $0^{f},75$, les rejetons tout prêts à être transplantés[1].

On plante le prunier depuis le moment de sa défoliation jusqu'à celui de la pousse des bourgeons. Dans les plantations en massif on les met à la distance de 5 à 6 mètres les uns des autres. Les soins qu'elles exigent consistent seulement à entretenir la terre nette et meuble ; mais comme les racines de cet arbre sont traçantes, il faut s'abstenir de cultures profondes qui pourraient les atteindre. On forme la tête du jeune arbre en réservant les branches que l'on coupe à $0^{m},16$ de longueur; chaque année on allonge la taille, en supprimant les rameaux inutiles; quand les branches principales sont formées et qu'elles donnent un champ suffisant aux rameaux par leur écartement, on abandonne l'arbre à lui-même sans le tailler autrement que pour élaguer chaque année le bois mort. L'arbre est à fruit à cinq ou six ans de plantation ; les boutons à fleur couvrent toutes les branches, et l'on n'a à se garantir que de l'abondanee des fruits quand ils nouent bien. M. Tourres cite un prunier d'Agen qui donnait en une seule récolte 52 kilogr. de fruits secs, et un particulier qui a récolté plus de 4000 kilogr. de pruneaux sur un hectare.

L'invasion des chenilles qui dévorent ses feuilles et font sécher son fruit est l'accident le plus à craindre pour le prunier. Les jardiniers des environs de Paris environnent le tronc d'un anneau de goudron pour les empêcher de grimper et échenillent avec un bâton, garni d'un tampon de linge, avec lequel

(1) Tourres. Culture du prunier. *Annales d'agric. d'Indre-et-Loire*, t. XIII, p. 194.

ils battent les branches pour en faire tomber les chenilles. Une mèche de soufre allumée au bout d'une perche et présentée aux différentes parties de l'arbre produirait un effet aussi certain et moins fâcheux pour la végétation.

Quand le fruit commence à mûrir, on en fait la cueillette chaque jour. La maturité est indiquée par le ramollissement de la prune qui se détache de l'arbre par la moindre secousse.

La préparation des pruneaux d'Agen consiste à exposer les prunes au soleil pendant quarante-huit heures; quand elles sont flétries, on les met sur des claies dans un four qui n'a que le tiers de la chaleur nécessaire pour faire cuire le pain ; on retire les claies quand le fruit a acquis une couleur brune. En Touraine, en abandonne les prunes dans le four et on les retire au bout de quarante-huit heures. Dans l'un et l'autre cas, on les laisse refroidir; on les retourne, on chauffe le four à un degré un peu supérieur à celui de la première fois, et on y expose de nouveau les prunes; si la cuisson n'est pas achevée, cette opération est répétée une troisième fois. Une chaleur peu considérable complète alors cette cuisson. La réussite de cette préparation tient à la température du four; elle est réglée par le tact du préparateur, et il s'en fait un mérite qui ne tarderait pas à disparaître si l'on prenait la peine de la déterminer au moyen du thermomètre. Les pruneaux étant préparés, on place dans un lieu sec ceux qui ne sont pas destinés à être vendus immédiatement, et on encaisse ceux qui doivent être expédiés, en y mêlant quelques feuilles de laurier.

La préparation des prunes de Brignoles est beaucoup plus compliquée. Le lendemain de la cueillette, des femmes les pèlent avec soin ; on les enfile alors à des baguettes de la grosseur d'une plume à écrire et de manière qu'elles ne se touchent pas; on fiche ces baguettes dans un faisceau de paille serrée, de 1 à 3 mètres de hauteur, bien ficelé de haut en bas et portant à sa cime un crochet qui sert à l'accrocher à

une traverse, de manière que quand il est agité par le vent il ne puisse se heurter nulle part. Les prunes restent ainsi exposées au soleil pendant quatre à cinq jours, et elles sont retirées chaque soir dans un lieu sec, de même que si le temps était à la pluie. Quand les prunes se détachent facilement des baguettes, on les secoue, on les défile et on en fait sortir le noyau par l'un des trous qu'ont laissés les baguettes. On les aplatit alors et on les place sur des claies. Quand elles sont à peu près sèches, ce qui, dans le climat du midi, a lieu en quatre ou cinq jours, on les aplatit une seconde fois et on les remet au soleil pour achever leur dessiccation. Il n'y a plus alors qu'à les mettre en caisse ou en boîte. On a ce que l'on appelle des *pistoles*, à cause de leur forme ronde et aplatie, ressemblant à de la monnaie. Cinq kilogrammes de prunes fraîches donnent un kilogr. de prunes pistoles. On fait aussi sécher les prunes avec leur noyau après les avoir pelées. Quatre kilogr. de prunes fraîches donnent 1 kilogr. de prunes sèches pelées.

On prépare encore des pruneaux en Provence par un autre procédé que celui d'Agen. Les prunes, mises dans un panier, sont plongées dans l'eau bouillante, et on les y maintient jusqu'à ce que l'eau reprenne son bouillon. On les retire ensuite, on les égoutte et on les agite jusqu'à refroidissement. On les place alors sur des claies, dans des hangars ouverts, et quand elles approchent du degré de siccité, on les transporte au soleil pour achever la dessiccation. Trois cents kilogr. de prunes fraîches donnent cent kilogr. de pruneaux[1].

La préparation des mirabelles tient à l'art du confiseur.

En réfléchissant sur les récoltes avantageuses que donnent les pruniers, sur le peu de dépense qu'exige leur culture, sur le débit facile des pruneaux, sur l'immense consommation qui s'en fait, on s'étonne que cette industrie n'ait pas pris plus

(1) Lardier. *Essais*, t. III, p. 416 et suiv.

d'extension. Nous croyons qu'elle remplacerait avantageusement la culture de la vigne dans une foule de situations où on ne peut obtenir que des vins médiocres et en petite quantité.

CHAPITRE XII.

Abricotier.

On cultive assez abondamment l'abricotier en Auvergne, où on emploie son fruit à faire des pâtes et des confitures. C'est un arbre qui charge beaucoup, dont les récoltes sont assez assurées et qui ne demande pas plus de soin que le prunier. Il craint les terrains trop humides et ne produit beaucoup qu'aux expositions chaudes. La variété la plus productive est l'abricotier commun. On le multiplie par le semis de ses noyaux; il commence à porter à trois ans. L'abricotier tend toujours à développer ses bourgeons inférieurs et à se dessécher dans le haut de ses branches. On se contente donc de retrancher le bois mort et l'on se garde bien de couper de fortes branches, ce qui produirait un écoulement de gomme qui lui serait très préjudiciable.

Cet arbre, qui n'est que d'une utilité secondaire dans nos pays, fournit l'aliment essentiel de toute la population des vallées du Sudledge, dans l'Himalaya[1]. On y fait sécher ses fruits et c'est la nourriture d'hiver. Dans ces pays l'abricotier prend un grand développement, et sa présence caractérise leur végétation arborescente. Les habitants de l'Asie Mineure et de l'Arménie font aussi un grand usage de ses fruits et tirent de ses noyaux une huile qui sert à l'éclairage.

L'abricot frais se réduit des $\frac{5}{6}$ quand on le fait sécher. Le noyau forme les 0,045 de l'abricot frais et les 0,33 de

(1) Jacquemont, *Voyages*, in-fol., t. II, p. 196, 226, 279.

l'abricot sec. La chair dose 0,75 p. 100 d'azote. Les amandes d'abricots contiennent assez d'acide prussique, et il ne faut les faire entrer qu'en petite proportion dans les préparations alimentaires.

CHAPITRE XIII.

Pêcher.

Nous ne prétendons pas décrire ici la savante culture des pêchers de Montreuil. C'est sous un autre point de vue que nous disons en passant un mot de cet arbre. On le plante, ou plutôt on le sème fréquemment dans des vignes, où il donne un fruit petit, mais vineux et doux. Nos ménagères du midi le font sécher, et dans cet état il sert à leurs repas d'hiver. Dans le voisinage des villes on vend le fruit frais, mais alors on plante des arbres greffés. Nous avons vu chez M. Audibert, aux environs de Tarascon, des terres assolées en pêchers pleins-vents et luzernes; les pêchers, tous de la même variété, mûrissaient à l'époque de la foire de Beaucaire, dont il était voisin, et étaient consommés par les hôtes nombreux de cette foire.

Dans des situations analogues, le pêcher se met dans les intervalles des plantations d'arbres qui ne viennent à fruit qu'après sa fin, car, abandonné à lui-même et sans taille, il commence à produire dès la seconde année, porte abondamment des fruits pendant trois ans, puis se dessèche et meurt. Cette culture si peu coûteuse et qui peut être si productive donne le moyen d'attendre, sans perdre la rente de la terre, que les plantations d'oliviers, de vignes, de mûriers commencent à donner un produit. Nous n'avons pu nous dispenser d'indiquer cet excellent supplément à nos cultures les plus importantes.

QUATRIEME DIVISION.

AMENTACÉES FRUCTIFÈRES.

ARBRES ET ARBUSTES DONT LA CULTURE S'ÉTEND SUR LES PARTIES FRAICHES DES RÉGIONS MÉRIDIONALES JUSQU'AUX CONFINS DE CELLE DE LA VIGNE ET SUR LE SUD DE LA RÉGION DES PATURAGES.

Ici se présente un certain groupe d'arbres de la famille des amentacées, dont le succès complet exige à la fois une température chaude et un climat ou un sol humide, et qui par la précocité de leur floraison redoutent les gelées printanières, et dont la fructification est assez lente pour nécessiter un long retard de l'arrivée des premières gelées d'automne. Ces différentes conditions leur assignent dans la région des oliviers et des vignes des positions fraîches, qui se trouvent dans les vallées ou sur le revers des montagnes à une certaine altitude ; elles les arrêtent aux limites de la vigne vers l'est, où ils trouveraient des froids hivernaux trop précoces ; mais elles les font pénétrer dans le sud de la région des pâturages ou, si l'on aime mieux, un peu au nord-ouest de la région de la vigne, où ils ne sont pas exposés aux gelées blanches du printemps à cause de la nébulosité habituelle du ciel, et où ils jouissent d'une douce température longtemps prolongée. Ces arbres sont le châtaignier, le noyer et le noisetier, dont la culture la plus riche existe en Sicile et en Corse, et qui, quoique donnant encore quelques récoltes incertaines au delà des limites que nous avons assignées, n'y sont plus que des arbres de parc ou de jardin, et cessent de s'y présenter dans les grandes cultures.

CHAPITRE XIV.

Châtaignier.

En continuant à placer, dans notre cadre, les arbres d'après leurs convenances climatologiques, nous voici parvenu au châtaignier, dont la culture s'étend de la région des oliviers sur celle de la vigne tout entière et jusqu'à celle des pâturages, sans pénétrer dans celle des céréales ; cette différence et ces limites annoncent des dispositions particulières qui lui assignent une place séparée ; c'est pourquoi nous le plaçons seul dans une division intermédiaire.

On cultive bien le châtaignier plus loin vers le nord et l'est, mais c'est seulement comme arbre forestier dont les taillis donnent d'excellents cercles pour les tonneaux. Les châtaigniers du Jutland, ceux du pied du mont Tonnerre ne donnent des fruits que dans les années extraordinaires[1], mais ils mûrissent en Bretagne, où le maïs et la vigne ne peuvent atteindre leur maturité ; en avançant vers le midi, cet arbre recherche de plus en plus les montagnes et les prairies ombragées et se montre de plus en plus dans les expositions au nord ; c'est ainsi qu'il se présente dans la Grèce, l'Asie Mineure et la Sicile ; dans les Cévennes on le trouve jusqu'à 800 mètres d'altitude ; l'épaisseur de son feuillage qui ombrage ses fruits nous montre aussi que, pour mûrir, la châtaigne a plutôt besoin d'une chaleur continue et prolongée que de la chaleur lumineuse de l'été. Pour le châtaignier, c'est plutôt la température moyenne que la température totale que l'on doit consulter.

Cet arbre fleurit quand la température moyenne de l'air

(1) Nordlingen. *Agric. de l'ouest*, de M. Rieffel, t. IV, p. 143.

est parvenue à + 17°,5; à partir de ce point il mûrit ses fruits après avoir reçu 2010 à 2200° de chaleur moyenne, sans gelée. A Alais, la floraison a lieu au commencement de juin, et la maturité vers le 10 octobre; à Paris, la floraison environ au 20 juin, mais la maturité vers la fin d'octobre dans les bonnes années, car dans les années moyennes on n'atteint pas le chiffre de 2000°. En Bretagne (Saint-Malo), du 15 juin au 31 octobre on a 2300° qui sont très rarement interrompus par des gelées. Plus on avance vers l'est du continent, plus l'abaissement de température succède subitement à l'été, et moins le châtaignier peut donner des fruits mûrs, quoique par l'effet d'un ciel plus pur et d'une chaleur solaire plus forte cette saison soit suffisante pour mûrir le maïs. En avançant vers le midi, le châtaignier ne donne des produits que dans les situations élevées et ombragées; dans les plaines, sa maturité trop hâtée arriverait au milieu des grandes chaleurs. Ces arbres ne conservent leurs fruits que sur les rameaux situés au nord et abrités du soleil par la masse de leurs feuillages, dans les plaines de la région des oliviers. Ils redoutent beaucoup les froids printaniers, et les fortes gelées font périr l'arbre lui-même, comme on l'éprouva dans les Cévennes en 1709, où ce pays fit des pertes considérables et fut réduit à de dures extrémités par la mort d'un grand nombre de châtaigniers qui, dans l'état peu avancé où se trouvait ce pays, étaient la principale ressource alimentaire des habitants.

Le châtaignier vit longtemps et peut acquérir des dimensions considérables. Qui n'a entendu parler du fameux châtaignier du mont Etna que l'on a nommé *dei cento cavalli*, parce que cent chevaux pouvaient, disait-on, s'y mettre à l'ombre? Les voyageurs lui donnent $58^{m},5$ de circonférence.

Quand toute la surface d'un pays est plantée de châtaigniers, comme le district de la Corse qui en a pris le nom de *Castagniccia*, il possède un aliment tout préparé par les soins des

générations qui ont précédé, qui n'exige à la rigueur aucune culture, mais dont les produits dépendent entièrement du cours des saisons que nous ne pouvons diriger. La récolte tombant du ciel comme la manne, ramassée à mesure que le fruit se détache de l'arbre, promettant à chacun une provision limitée seulement par la diligence qu'il apportera à la disputer à ses voisins et aux animaux sauvages, n'est-ce pas le rêve, l'*Eldorado* des socialistes? Le bonheur et la paix ne doivent-ils pas habiter ces cantons où l'homme semble n'avoir plus qu'à cultiver son esprit et son âme, et à chanter ses loisirs comme les bergers de Virgile? La réalité est moins satisfaisante. Une alimentation que l'on croit assurée dégoûte l'homme des travaux pénibles; c'est la chasse qui devient son occupation favorite; avec elle, avec les rixes qu'amène sans cesse la jouissance inégale d'un bien commun, le caractère s'aigrit, devient farouche; les passions violentes remplissent le cœur, et il s'établit entre les familles jalouses des avantages que procure plus d'adresse ou plus de diligence, des haines qui les isolent d'autant plus que les droits de chacun sont plus indéterminés. Mais cette vie oisive et presque sauvage exerce un charme profond sur ces hommes débarrassés des soins les plus importuns qui absorbent les moments et les forces des peuples cultivateurs. Le travail est pour eux le synonyme de la servitude, et ils méprisent le laborieux étranger qui vient chaque année, au moyen de ses sueurs, leur enlever la part la plus grande de leurs produits. Une population alimentée presque uniquement par les fruits d'un arbre est nécessairement dans un état stationnaire; avec des soins et des avances, les cultures annuelles peuvent doubler et tripler leurs produits; ici les années de disette succèdent aux années d'abondance avec une irrégularité qui entretient l'espoir, mais qui le déçoit trop souvent et qui fixe des limites assez étroites à l'accroissement de la population. Si ces limites viennent à être dépassées, c'est par

l'émigration seule que les habitants de ce pays peuvent pourvoir à leurs nouveaux besoins. C'est ainsi que le Limousin, la partie montagneuse de l'Auvergne déversent chaque année sur les contrées voisines une partie de leurs ouvriers qui viennent y gagner pendant l'été la nourriture de l'hiver ; c'est ainsi que la Corse cherche au dehors, surtout dans les services publics et dans l'état militaire qui ne choquent pas ses préventions contre le travail manuel, un écoulement pour sa jeune population, dont la consommation excéderait la production moyenne des subsistances. Tel est le résultat de l'existence du châtaignier quand il constitue la partie principale de l'alimentation d'un pays.

Il n'en est pas de même si, placé dans d'autres circonstances, associé à d'autres cultures, il n'est qu'une partie accessoire de l'industrie agricole d'un pays. Le châtaignier est alors un excellent auxiliaire, propre à mettre en valeur certains terrains, venant en aide à l'approvisionnement du pays; il est même plus tard un objet d'exploitation ; sous ces conditions, sa culture devient aussi recommandable et aussi précieuse qu'elle me paraît préjudiciable quand elle est la culture et l'industrie unique ou principale. C'est ainsi que dans les montagnes des Cévennes les plantations de mûriers, les arts de la soie, s'allient merveilleusement à la culture du châtaignier, qui cède tous les jours à son rival les meilleures places qu'il avait usurpées en son absence. Nous concevons aussi l'importance de cet arbre dans un pays dont le sol composé de débris granitiques ou schisteux, mais possédant un sous-sol frais, parvient à tirer ses aliments de ces surfaces pierreuses ; et il peut seul donner la possibilité d'habiter des contrées déshéritées par la nature de leur terrain.

Le châtaignier ne réussit bien que sur les terrains meubles et profonds ; la présence de la fougère et de la bruyère annonce la véritable terre à châtaignier, quand d'ailleurs un

sous-sol imperméable n'est pas trop près de la surface. On trouve les plus beaux de ces arbres dans des *diluviums* ou des alluvions épaisses composées de matières siliceuses, dans des amas de débris, de cailloux et de pierrailles mélangés de terre. On a dit qu'il ne croissait pas si le terrain contenait l'élément calcaire; nous en avons vu de très beaux dans des sables provenant de molasses assez abondants en calcaires, mais ils languissent si le terrain devient compacte. Le mûrier vient aussi très bien sur ces terrains, mais si la couche pierreuse est très épaisse, il n'irait pas chercher aussi profondément les couches meubles et fraîches; ses racines sont plus traçantes de leur nature que celles du châtaignier, qui offre ainsi une ressource pour mettre en valeur des terrains impropres à toute autre culture.

La châtaigne sauvage est petite, peu savoureuse, et en général sa floraison est précoce, ce qui rend sa récolte plus chanceuse; mais par le moyen de la greffe on propage des variétés plus productives, plus précieuses. Les châtaignes des différents pays n'ont pas été comparées entre elles d'une manière méthodique; on peut donc se borner à dire que dans l'ouest de la France les variétés les plus estimées sont les suivantes :

1. Le *marron*. Variété de châtaigne dans laquelle la pellicule intérieure se sépare entièrement du fruit, tandis que dans les autres variétés elle le pénètre et y adhère plus ou moins. Le marron est presque complétement sphérique, savoureux et doux.
2. L'*exalade* se rapproche du marron, mais est moins grosse; elle est très productive.
3. La *verte*. C'est la châtaigne la plus estimée ; elle se conserve bien et est très productive.

Dans les Cévennes, les variétés cultivées sont connues par les noms suivants :

1. *Bonno-branco*. Grosse, bonne maturité.
2. *Dauphinoise*. Grosse, ronde, maturité précoce, très bonne. C'est elle qu'Olivier de Serres désignait sous le nom de marrons.

3. *Malespine.* Maturité tardive, productive.
4. *Olivonne.* Grosseur moyenne, maturité précoce, productive.
5. *Paradone.* Petite, très estimée, maturité très tardive, productive.
6. *Pelegrine.* Grosseur moyenne, maturité moyenne, très productive.
7. *Pialone.* Grosse, très bonne qualité, très productive, surtout à l'aide de fumier.
8. *Rabeyrisque.* Grosse, maturité moyenne, très productive[1].

Les montagnes des Maures (dép. du Var) donnent d'excellents marrons connus sous le nom de marrons du Luc; ceux qui portent le nom de marrons de Lyon viennent du Dauphiné et du Vivarais; on en recueille de bons au Brésil, commune de Loire, près Lyon; ce sont eux qui ont donné leur nom à tous ceux qui sont expédiés de cette ville.

Les pépinières ne peuvent pas toujours fournir des plants dont les variétés soient bien définies, et il est à désirer que les départements où l'on cultive le châtaignier en aient une collection d'étude où on puisse les apprécier par comparaison et choisir des greffes avec sécurité.

A l'état normal de commerce, dépouillée de son brou, la châtaigne pèse environ 80 kilogr. à l'hectolitre. Pabst et Petri lui attribuent la moitié de la valeur nutritive du foin; Block seulement les 0,42 de la valeur de foin. Telle qu'on la trouve sur les marchés de Paris, elle contient 0,48 d'eau, et, d'après l'analyse de M. Payen, dose 0,53 pour 100 de son poids d'azote; à l'état complétement sec, 0,96 pour 100 d'azote. Les châtaignes dites sèches ou blanches contiennent encore de 10 à 12 pour 100 d'eau et dosent 0,768 pour 100 d'azote. Ainsi il faudrait 2^k,36 de châtaignes fraîches et 1^k,62 de châtaignes blanches pour faire l'équivalent de 1 kilogr. de pain de Paris dosant 1,249 d'azote pour 100; et leur prix équivalant à celui du blé serait de 28 kilogr. de blé pour 100 de châtaignes fraîches et 39 kilogr. de blé pour 100 de châtaignes blanches.

Le prix des châtaignes fraîches est de 3 fr. 90 cent. l'hecto-

(1) D'Hombres-Firmas. *Mémoires d'agriculture,* p. 82.

litre ou de 4 fr. 88 cent. les 100 kilogr. dans les pays de production, ce qui ferait ressortir l'équivalent d'un hectolitre de blé (de 76 kilogr.) à 13 fr. 24 cent. La châtaigne est donc une nourriture à bon marché. Son prix s'élève à 15 fr. 60 cent. dans les pays où elle n'est considérée que comme un régal ou une nourriture accessoire. Dans ceux où on la produit, on lui associe du pain de seigle, ou du lait, ou du fromage; car la masse de châtaignes qu'il faudrait consommer pour en faire l'aliment unique serait de 5 kilogr., ce qui deviendrait une surcharge pour l'estomac. Dans les malheureuses contrées réduites à cette nourriture, et malgré les suppléments indiqués, on multiplie les repas, pour absorber successivement la quantité nécessaire pour l'alimentation, et cependant ces populations sont faibles et de petite taille, parce qu'elles ne peuvent pas digérer la quantité de nourriture qui satisfait aux conditions de plus de taille et de force.

Le marron est un peu plus substantiel; il dose 1,17 d'azote pour 100 à l'état sec et 0,53 pour 100 à l'état normal avec 0,54 d'eau.

Le marronnier d'Inde est un arbre d'une autre famille qui n'a de commun avec le châtaignier que la ressemblance de leurs fruits. C'est une bonne nourriture pour les animaux, qu'elle engraisse. Les auteurs ont estimé son équivalent à la moitié de son poids en foin.

Un beau châtaignier porte de 50 à 60 kilogr. de châtaignes. Ceux de la prairie d'Alais, qui donnent de bien plus grands produits, sont dans un excellent terrain frais et fumé. Les beaux arbres de la *Castagniccia* de Corse sont centenaires et viennent sur un terrain profond; ils donnent aussi des récoltes supérieures à la moyenne indiquée. Il est difficile d'évaluer exactement cette moyenne, qui dépend du sol et des soins. Selon la *Statistique agricole de la France*, le produit moyen de nos châtaigneraies serait de 611 kilogr. de châtaigne

fraîches par hectare; il irait jusqu'à 1743 kilog. dans les départements de l'est. Le produit maximum des bonnes châtaigneraies est beaucoup plus considérable. Mais la croissance de l'arbre est lente; ce n'est guère qu'à quarante ans que l'on commence à avoir de pleines récoltes, ce qui borne leur plantation aux terrains que l'on abandonnerait sans culture faute de cet emploi; mais au bout d'un certain temps ces terrains acquièrent une grande importance qu'ils n'auraient jamais eue sans l'avance du petit capital consacré à la plantation. C'est un usage digne du père de famille de planter chaque année de châtaigniers une partie de ces terrains abandonnés. Nous ne pouvons approuver la coutume d'en border des terres de bonne qualité; leur ombre est certainement très nuisible aux cultures, quoique à un moindre degré que celle du noyer.

On sème en place les châtaigniers que l'on veut cultiver en taillis seulement pour leur bois, mais on plante ceux que l'on élève pour leurs fruits. On peut tirer les arbres des pépinières, mais il est toujours bon de se réserver à soi-même le soin de les greffer, pour s'assurer de la qualité de châtaigne que l'on plante, et l'on ne greffe les variétés fines que dans le voisinage de l'habitation pour pouvoir surveiller les maraudeurs. Quand on veut préparer une pépinière de châtaigniers, on conserve les fruits pendant l'biver dans un petit silo creusé en terre, on les y place par lits consécutifs de feuilles sèches de châtaignier, de brou ou enveloppe épineuse de la châtaigne, et de châtaignes; on recouvre le tout de terre. Les châtaignes s'y conservent fraîches et propres à une prompte végétation. On prépare le terrain destiné à la pépinière, qui doit être meuble, fertile et un peu éloigné des bâtiments toujours peuplés de rats qui en sont très friands; pour les en mieux préserver, on fait tremper les châtaignes pendant vingt-quatre heures dans l'eau fortement chargée de suie, ou mieux encore dans laquelle on a fait détremper de la fiente de chien. Le se-

mis s'effectue en février. On plante les châtaignes à $0^m,80$ les unes des autres et à $0^m,10$ de profondeur, le germe en haut. On les sarcle pour les tenir nettes des mauvaises herbes, et quand la tige pousse, on en élague les rameaux latéraux pour la faire monter bien droite. On transplante quand les plants ont $0^m,30$ à $0^m,40$ de diamètre au collet, c'est-à-dire environ 4 ans après la sortie.

Quand on a déjà des plantations de châtaigniers, on choisit deux ou trois arbres des meilleures espèces que l'on couronne et que l'on recèpe tous les deux ou trois ans au mois d'avril, afin de préparer de jeunes rejetons propres à fournir les greffes, c'est-à-dire des cylindres d'écorce qui s'adaptent aux diverses dimensions des rameaux à greffer; car on pratique pour cet arbre la greffe en flûte, comme plus solide sur des arbres exposés en plein vent. La séve monte dans l'arbre quand la température moyenne s'élève à + 10°, au commencement d'avril dans le midi de la France; alors l'écorce s'enlève avec facilité, et l'on en profite pour greffer en flûte à œil poussant [1]. Si l'on manque de sujets propres à fournir des greffes pour greffer en flûte, on peut aussi greffer en fente. M. de Montbron, qui recommande cette greffe et auquel elle n'a jamais manqué, conseille de couper les scions 10 à 15 jours avant de les employer, de les enfermer à l'ombre en attendant le moment d'en enlever les bourgeons [2]. Il suffit ensuite d'ébourgeonner l'arbre de temps en temps pour enlever les pousses de sauvageons qui nuiraient aux bourgeons de la greffe.

L'étendue que prendra la cime des arbres doit régler la distance à mettre entre eux dans la plantation, et elle est tout à fait subordonnée à la qualité du sol. Sur les pentes rocheuses des montagnes, nous trouvons de petits châtaigniers peu développés, tandis que plus bas, au fond des vallons, ils

(1) Voir le détail de cette opération, t. III, p. 546.
(2) *Annales de l'agriculture française*, mai 1831, p. 297.

peuvent acquérir des dimensions énormes. Si le sol a peu de profondeur, on pourra planter les châtaigniers à 8 mètres les uns des autres; mais si la fouille met au jour une terre meuble, fratche et d'une profondeur indéterminée, cette distance ne doit pas être moindre de 15 à 20 mètres.

Dans les terrains propres à porter à leur surface quelques plantes annuelles, les labours et les engrais favorisent éminemment la croissance de l'arbre qui est beaucoup plus rapide que si on laissait envahir le sol par les fougères et les bruyères, et tandis qu'à sept ans de greffe on obtient déjà une récolte des arbres labourés, et qu''à trente ans on a récolté quelquefois 2000 kilogr. par hectare si le sol a du fond, on est fort longtemps à obtenir un produit des arbres abandonnés à eux-mêmes.

La taille du châtaignier consiste en un émondage qui enlève le bois mort, les drageons qui naissent au pied de l'arbre. Quand l'arbre est vieux et qu'il se couronne, on le coupe au pied après avoir reservé deux ou trois drageons de sa souche pour le remplacer.

On pouvait avoir des poutres de châtaigniers quand cet arbre était un arbre forestier, croissant dans les massifs et élevant son tronc, comme le font les arbres serrés dont la cime cherche la lumière; c'est alors que l'on a pu en employer quelques pièces dans les charpentes des églises; cependant toutes celles que l'on nous a désignées comme faites de bois de châtaignier se sont trouvées jusqu'à présent être de chêne rouvre (*Quercus sessiliflora*), que plus de lenteur dans sa croissance, de retard dans sa végétation et la maturité de son gland, ont rendu plus rare que son congénère, le chêne à fleurs pédonculées, mais qui a son bois plus dur. Outre que le tronc de nos châtaigniers, espacés pour recevoir la lumière et ayant une tête sphérique et étendue, reste très court, il est ordinairement creux quand il vieillit, et n'est guère employé

que pour le feu où il est d'un mauvais usage, car il se charbonne et pétille si le foyer n'est pas très ardent.

M. d'Hombres nous donne la description de la récolte des châtaignes dans une châtaigneraie produisant 6240 kilogr. de châtaignes répartis sur une assez grande surface de terrain. La récolte y dure vingt jours, à cause des époques différentes de maturité des châtaignes selon leur variété, leur exposition et leur altitude. Dès que les châtaignes les plus hâtives commencent à tomber, on envoie deux à trois femmes pour les ramasser; on augmente graduellement ce nombre à mesure que la maturité s'avance, et on le porte jusqu'à huit; on le diminue graduellement aussi en avançant vers la fin de la récolte. Ces femmes, armées d'une petite masse de bois, brisent les hérissons, et mettent les châtaignes dans un panier qu'elles vont vider dans des sacs, qu'un homme transporte sur son dos au séchoir à mesure qu'ils se remplissent. Ces femmes reçoivent 45 centimes par jour, sont nourries et filent à la veillée une pleine quenouille de chanvre au profit des maîtres; on remplit chaque soir leur petit panier de châtaignes.

Voici le compte de cette récolte:

100 journées de femmes.	45 fr.
10 journées d'hommes.	15
Nourriture.	66
	126

Les châtaignes données aux femmes n'étant pas comprises dans la récolte ne doivent pas entrer en ligne de compte. Ainsi nous avons pour frais de 100 kilogr. de châtaignes

$$\frac{126}{62,40} = 2 \text{ f. } 02.$$

Soit la récolte moyenne de châtaigneraie de tout âge et sur tout terrain de 611 kilogr., qui se vendrait à 5 fr. les 100 kilogr., le produit net serait de $18^{f},33$ c.; un hectare en bon terrain et en plein rapport, produisant 2000 kilogr., donnerait

60 fr. de produit net, en négligeant tout amortissement pour les premiers frais de plantation.

Mais on ne peut pas toujours vendre les châtaignes à l'état frais, il faut donc les faire sécher. On pourrait imaginer un mode de dessiccation plus prompt que ceux usités, mais peut-être n'y en aurait-il pas de plus économique. Voici ceux décrits par Desmarets[1] et d'Hombres Firmas. Ce que l'on nomme *cléde* dans le pays, séchoir en français, est un bâtiment carré de 6 mètres de hauteur et plus ou moins large, selon la quantité de châtaignes que l'on a à traiter. La couche de châtaignes ne doit pas excéder $0^m,50$ d'épaisseur; chaque hectolitre occupe 2 mètres carrés de surface. Ainsi la récolte de 6240 kilogr. ou 78 hectolitres nécessiterait un bâtiment carré de 158^{mq}, ou $3^m,95$ de côté dans œuvre. Hors le temps de séchage, on emploie cette construction à servir de bûcher ou de magnanerie.

La porte du fourneau est ras du sol et a $0^m,16$ de largeur sur $0^m,32$ de hauteur. A $2^m,20$ du sol, on établit un plancher composé de fortes perches placées à des distances égales et de niveau sur lesquelles on cloue des lattes qui laissent entre elles un intervalle de 0^m, 006 à $0^m,007$; dans les constructions les plus simples, on substitue de simples claies à ce plancher, on pratique une porte à trois ouvertures sur la face du bâtiment opposée à la porte; une seule ouverture dans les deux autres côtés; les ouvertures s'ouvrent à 1 mètre du plancher; enfin, près du toit, quatre ouvertures aux quatre angles: elles sont destinées à donner passage à la fumée qui ne doit pas séjourner sur les châtaignes qu'elles roussiraient.

On place les châtaignes par lits sur le plancher. Dès qu'il y en a trois ou quatre sacs, on allume un seul feu au-dessous du centre du plancher pour les faire suer, et à mesure que la récolte avance et que le séchoir se garnit, on fait deux, trois, quatre feux, selon la grandeur du séchoir. On ne brûle que

(1) *Journal de physique*, 1771, 1er semestre, p. 437.

du gros bois, des troncs et des souches d'arbres produisant peu de flamme et beaucoup de fumée. On a soin d'éteindre le feu qui s'attacherait au plancher au moyen d'un linge imbibé d'eau porté sur une perche. On continue ainsi à chauffer, pendant neuf à dix jours, en augmentant le feu par degré, à mesure que la récolte avance et que la couche de châtaigne s'accroît. On étend chaque sac de châtaignes qui arrive des champs au-dessus de celles qui se trouvent déjà dans le séchoir. Enfin, quatre jours après, quand on a fini de ramasser les châtaignes, on les retourne pour achever de sécher la couche supérieure. Pour cela deux hommes, armés de pelles de bois, font une tranchée en recouvrant celles de la couche supérieure voisine, en continuant ainsi jusqu'à ce que tout soit retourné. On ne fait plus ensuite qu'un seul feu qu'on change de place plusieurs fois le jour. On considère les châtaignes comme suffisamment sèches et prêtes à être blanchies quand, en les froissant dans les mains, leurs écorces se brisent et se détachent bien, et que les châtaignes sont dures sous la dent. On les fait alors tomber dans le foyer éteint pour les dépouiller complétement, et pour cela on opère de plusieurs manières. Si la quantité que l'on traite est peu considérable, on met un demi-décalitre de châtaignes sortant du séchoir dans des sacs ouverts par les deux bouts; deux hommes tiennent le sac par ses ouvertures, le frappent sur un billot revêtu d'une peau de mouton, en ayant soin de tremper de temps en temps le milieu du sac dans l'eau. Après une trentaine de chocs ils versent les châtaignes en tas et remplissent de nouveau leur sac. On use ainsi huit sacs pour battre 78 hectolitres de châtaignes. On vanne ensuite les châtaignes; une partie d'entre elles est déjà complétement blanche, mais il faut battre de nouveau celles qui ont gardé encore partie de leur première peau. On les passe alors dans un crible formé de minces lames de bois écartées de manière à retenir les grosses et les moyennes, en laissant passer les petites; celles-ci sont ré-

servées pour l'engrais des cochons, après les avoir fait moudre. En deux jours, cinq hommes blanchissent soixante-cinq hectolitres de châtaignes qui se réduisent au tiers de leur volume primitif.

Pour les très petites récoltes, un homme seul, chaussé de patins épais, armés sous la semelle de treize dents pointues, foule aux pieds les châtaignes sortant du séchoir, que l'on met à mesure dans un coffre. Les grandes récoltes sont foulées à pied de chevaux sur l'aire. On dit que c'est la méthode qui brise le moins les châtaignes. Dans tous les cas, l'opération du blanchissage doit être faite quand les châtaignes sont encore chaudes pour avoir une bonne réussite. On voit qu'elles coûtent, pour 5200 kilogr. de châtaignes :

10 journées d'hommes	25 fr.
6 sacs	9
	34

ou 68 c. par 100 kilogr.

Ainsi chaque 100 kilogr. de châtaignes blanches aura coûté, pour frais de récolte et de blanchissage, $2^{f},48$, et comme leur poids est réduit à moitié par la perte de l'eau et des enveloppes, si elles valent $4^{f},88$ à l'état frais, elles vaudraient $(4,88\times2)-0,68=8^{f},40$ à l'état sec; à ce prix, l'équivalent d'un kilogr. de pain ou $1^{k},62$ de châtaignes blanches à $0^{f},136$; prix beaucoup inférieur à celui d'un kilogr. de pain.

CHAPITRE XV.

Noyer.

Cette même région de montagnes du centre de la région tempérée, qui reçoit son pain tout préparé sur le châtaignier, trouve encore son huile sur un autre arbre, le noyer. Il fournit en effet près de la moitié de l'huile qui est consommée en France,

plus de trois fois la quantité de celle qu'on y récolte de l'olivier, et les trois quarts de celle que donnent les graines oléagineuses; mais on ne plante presque plus de noyers, on en arrache chaque année un grand nombre, et ils finiront par disparaître de tous les terrains susceptibles d'autres cultures. Quelles sont les causes de l'éloignement de nos cultivateurs pour ce bel arbre, le véritable roi de la végétation de nos climats? Ici, comme pour l'olivier, comme pour le châtaignier, c'est la décadence de l'esprit de famille, la rapidité de la transmission du sol, passant de main en main, et qui rend viagères toutes les entreprises qui se rapportaient autrefois à des générations entières; c'est le peu de fixité des positions, qui fait entrevoir aux pères pour leurs enfants une autre destinée que la leur; c'est l'empressement de jouir du fruit de ses travaux, la répugnance pour les travaux à long terme qui éloigne les nouvelles générations de ces créations dont elles ne doivent pas recueillir les fruits. Ce n'est qu'à vingt ans que le noyer commence à donner un produit passable, et à soixante qu'il atteint le maximum de ses récoltes; quelle énorme période pour nous, qui ne sommes plus que voyageurs, sur une terre où nos ancêtres semblaient prendre racine comme leurs arbres! Mais au moins conservons-nous les noyers qui ont été plantés par nos prédécesseurs? Savons-nous calculer que leur produit dépasse déjà celui de la plupart de nos cultures annuelles? La grande valeur de leur bois est devenue une tentation que nous ne savons pas surmonter. Vingt beaux noyers, sur un hectare de terre, représentent une valeur de 3000 fr., souvent supérieure à celle de la terre; la perspective de toucher une telle somme, l'espoir trop souvent trompé d'obtenir une riche production de la culture des plantes annuelles fait oublier que le revenu d'une telle plantation peut aller à 500 fr. et porte à sacrifier ces arbres séculaires qui ne seront pas remplacés. C'est cette avidité qui dégarnit nos vallées de bois, qui, à ces cultures d'arbres qui n'exigeaient

pas de labours profonds, substitue partout des défrichements que les orages ravinent en entraînant les terres dans les torrents ; c'est elle qui, y substituant la main de l'homme à celle de la nature, les rend de plus en plus inhabitables. Les progrès de la dévastation sont rapides dans nos hautes vallées dauphinoises, qui finiront par être changées en désert si une main ferme n'arrête ces funestes effets de déboisements. Le seul terrain qui reste au noyer, celui où il résiste encore à ces influences funestes, consiste dans les éboulements de montagnes, les flancs pierreux des vallées sillonnées par des torrents à déjection, où ses racines trouvent un vaste cube de matières friables à parcourir, où la fraîcheur de la terre est constante, et dont la superficie rocailleuse ne pourrait faire espérer aucun succès des cultures annuelles.

Dans les terres qui ont peu de fond, les racines de noyer rampent à la surface et nuisent beaucoup aux plantes herbacées, même à de grandes distances. Aucune plante ne vient sous son ombrage ; l'eau de pluie qui coule sur ses feuilles se charge de tannin et le dépose sur le sol.

Cet arbre ne résista pas aux grands froids de 1709 ; il en périt alors une grande quantité. Une gelée qui survient pendant sa floraison détruit l'espoir de la récolte ; aussi est-il essentiel, dans le pays sujet aux gelées printanières, de se procurer les variétés tardives par le moyen de la greffe. La floraison de l'espèce commune a lieu quand la température moyenne est parvenue à + 12° ; le noyer tardif exige près de 16°.

Les variétés cultivées sont les suivantes :

1. Le *Noyer sauvageon ;* noir le plus souvent abondant en ligneux, à petites amandes resserrées dans les lobes de la coquille ; peu productif en fruits.
2. Le *Noyer commun.* Très productif ; ses amandes fournissent beaucoup d'huile.
3. Le *Noyer à coque tendre* ou *Noyer mésange*, à fruits allongés, pleins, produisant beaucoup d'huile. Cette variété est maintenant très répandue dans le Dauphiné, ainsi que la suivante.

4. Le *Noyer à gros fruits longs.* C'est une variété voisine de la mésange qui charge beaucoup de fruits.
5. Le *Noyer tardif* est moins productif que les précédents, mais ses récoltes sont plus sûres dans les lieux où l'on peut craindre des retours de froids printaniers.

Semé en place dans une terre meuble, le noyer prendrait sans doute un développement rapide qui ne serait pas interrompu par la transplantation; ceux que le hasard sème dans nos haies parviennent promptement à une grande hauteur et à de grandes dimensions; mais il serait si difficile de préserver les jeunes plants des accidents auxquels ils seraient exposés dans les champs, que l'on préfère le mode de la transplantation.

On forme une pépinière en semant les noix au printemps à la distance de $0^m,50$ les unes des autres et à la profondeur de $0^m,05$; quand l'arbre a $0^m,10$ de circonférence et 2 mètres de hauteur, on le greffe en tête, soit en flûte, soit à écusson, à œil poussant. Cette dernière greffe est cependant sujette à se décoller, si l'on ne pince pas à propos l'extrémité du jet, pour l'empêcher de prendre trop de longueur dans l'année.

On doit choisir des plants forts, ayant au moins $0^m,50$ de diamètre; cette opération se fait en automne dans les pays méridionaux, au printemps dans les pays froids, ou dans ceux où le terrain est humide en hiver. L'arbre une fois en place ne demande que des binages à ses pieds pour en ameublir et mélanger la terre. La taille consiste à retrancher les branches les plus basses et qui pencheraient trop vers le sol. Le noyer pousse toujours par le bourgeon terminal de chaque rameau, ce qui contribue à les allonger sans cesse et à donner à l'arbre la forme d'une demi-sphère, le poids de l'extrémité des branches se faisant d'autant plus sentir et les arquant d'autant plus que leur direction s'éloigne de la verticale.

Si les arbres n'ont pas été greffés dans la pépinière, il faut les greffer en place; on greffe même les vieux sauvageons, en

les couronnant plus ou moins près du tronc et plaçant jusqu'à cent greffes sur les rameaux qui repoussent. Chancey assure qu'un noyer greffé donne un produit décuple de celui qu'on retire du sauvageon[1]. Cette opération pratiquée en grand a changé depuis soixante ans la face de cette culture en Dauphiné.

On cueille les noix avant leur maturité pour en faire des cerneaux. Cette consommation de noix fraîches rend cet arbre très profitable dans le voisinage des grandes villes. Sa maturité a lieu du milieu de septembre à la fin d'octobre, selon les climats et les variétés de l'arbre. On reconnaît qu'elle est arrivée quand le péricarpe ou *brou* s'ouvre et se détache du fruit. On abat les noix au moyen de longues gaules ou perches ; après avoir atteint toutes celles qui sont à la portée de la gaule, les ouvriers montent sur l'arbre et gaulent successivement ses différentes branches. Les noix sont toujours placées à l'extérieur de l'arbre et à l'extrémité de rameaux flexibles, ce qui ne permet pas de les cueillir à la main. La crainte des larcins empêche d'attendre qu'elles tombent naturellement. Les noix transportées à la ferme sont mises en tas de $0^{m},10$ d'épaisseur et remuées chaque jour à la pelle jusqu'à ce que la dessiccation soit satisfaisante. Celles qui sont restées dans leur brou, et c'est le plus grand nombre, sont mises à part et reportées au tas général quand le brou s'est ouvert. Une partie des noix est quelquefois expédiée pour être consommée en nature, mais la plus grande partie est convertie en huile; on ne procède à cette opération que pendant l'hiver qui suit la cueillette. La noix fraîche, telle qu'elle se trouve au moment où le brou s'en détache, est mûre botaniquement, mais elle ne contient encore qu'une émulsion qui se change graduellement en huile ; c'est pour favoriser cette transformation que l'on met un intervalle entre la cueillette et la fabrication. Quand on veut y procéder, on casse la noix, on en

(1) *Feuille du cultivateur*, t. VIII, p. 101.

extrait les amandes, on les monde, c'est-à-dire qu'on sépare celles qui ont la chair blanche de celles qui l'ont noire et altérée; ces opérations sont les occupations des ouvriers de la ferme pendant les veillées d'hiver. On envoie ensuite les amandes au moulin pour en faire de l'huile.

L'hectolitre de noix en coques pèse $67^{k},50$; il donne 30 kilogr. d'amandes bien épluchées, qui rendent $15^{k},9$ d'huile dans les moulins ordinaires du pays, qui sont loin d'être parfaits. Cette huile traitée à froid et récente est bonne à manger quand on n'est pas rebuté par le goût de son fruit, mais elle ne tarde pas à s'oxygéner, à s'épaissir, au point de prendre enfin la consistance de gelée et de ne plus tacher le papier. C'est la plus siccative des huiles, aussi s'en sert-on exclusivement pour la peinture à l'huile.

Selon M. Duvaure[1], les frais nécessaires pour récolter la quantité de noix susceptible de produire 200 kilogr. d'huile sont de 30 à 36 fr.; or 200 kilogr. d'huile résultent de $12^{hect},6$ de noix; ce qui met à la charge de chaque hectolitre 2 fr. 82 c., frais compensés par les tourteaux qui servent à engraisser les cochons et par les coquilles qui servent au chauffage. Ainsi en ne portant la valeur du kilogramme d'huile de noix qu'à 80 c., l'hectolitre de noix vaudrait 12 fr. 77 c., ou les 0,67 du prix du blé valant 19 fr. l'hectolitre.

Le rendement des bonnes espèces de noyers paraît être en rapport avec la surface de terrain couvert par la base de la demi-sphère que forme sa tête, et avec la fertilité et la profondeur du terrain dans lequel il est planté, mais dans des proportions qu'il serait bien difficile de déterminer, attendu la grande variété des situations et la nature des couches inférieures dans lesquelles il puise une partie de sa nourriture; nous rapportons seulement ici deux observations, faites l'une sur un terrain profond de la vallée du Graisivaudan, et l'autre sur un sol

(1) *Mémoires d'agriculture*, p. 253.

borné, à 0^m,30 de profondeur, par une couche d'argile imperméable; dans le premier, le noyer enfonçait indéfiniment ses racines, dans l'autre elles rampaient à la surface.

Dans le terrain profond nous choisîmes deux champs, l'un bien entretenu et fumé, et qui donnait des récoltes de blé de 25 hectolitres; l'autre mal tenu et point fumé, quoique de même nature, qui ne produisait que 8 hectolitres de blé; sur le premier se trouvait un noyer de 12 mètres de rayon, couvrant par conséquent une surface de 452^{mq}; il produisait 353 litres de noix ou 0^{lit},78 par mètre carré; dans le second, des noyers qui couvraient une surface de 150^{mq} rapportaient 39 litres de noix, ou 0^{lit},26 par mètre carré. En comparant les récoltes du blé et celles des noix, nous avions bien la proportion 25:78 :: 8:25, ou 3^{lit},12 par hectolitre de blé récolté sur l'hectare. Ainsi le produit était proportionnel à la fertilité de la surface dans des terrains égaux dans leur profondeur. On voit donc que cet arbre est beaucoup moins indifférent à l'etat de la surface que ne semblerait l'indiquer la force, la profondeur de ses grosses racines, et que si elles maintiennent la vigueur et la continuité de sa végétation en lui apportant l'humidité du fond, ses racines superficielles semblent chargées de lui fournir une grande partie de ses éléments de nutrition.

Mais le second exemple pris sur un sol peu profond prouve immédiatement l'influence capitale de la profondeur. Ici un noyer qui couvrait une surface dont le rayon était de 6 mètres et par conséquent 113^{mq},3, donnait un produit moyen total de 64 litres de noix ou 0^{lit},38 par mètre carré; le produit du champ hors de l'atteinte de l'arbre était de 21 hectolitres de blé. Ainsi comparé à l'arbre planté dans le terrain profond, le produit n'était plus que de 1^{lit},8 de noix par hectolitre de blé récolté au lieu de 3^{lit},12 que produisait le terrain profond.

Au delà de la surface couverte par la base de l'arbre, un

cercle dont le rayon à partir du pied de l'arbre était de 8m,50 dépassait l'arbre de 2,50, ne poussait que des épis chétifs et rares, qui s'augmentaient en force et en nombre en allant vers la circonférence. Le produit de ce cercle devait être à peine de la semence du blé qui y avait été jetée; au delà la céréale reprenait sa force accoutumée. Ainsi le produit de 44 litres de noix équivalait par la force d'absorption au blé récolté sur 216mq de surface, c'est-à-dire à 45 litres de blé.

Or, 44 litres de noix valent	2f50
45 litres de blé (19 fr. l'hectol.).	8 55
Il y a donc perte, par 45 litres de blé, de.	6 05
Et par 21 hectol., récolte de l'hectare.	127 05
Ainsi, dans le 1er cas, le noyer rapporte par mètre carré de surface, 0lit.,78 de noix, équivalant à. .	0,523 de blé
La récolte de blé est de 25 hectol. par hectare, ou de	0,250
Bénéfice.	0,373
Dans le 2e cas, le noyer rapporte 44 lit. par 216mq. qu'il occupe, ou par mètre 0lit.,204 de noix, équivalant à	0,137
La récolte de blé a été de 21 hectol., ou par mètre de	0,210
Perte par mètre. . . .	0,073

Quand le noyer commence à se couronner, que les rameaux de la tête se dessèchent, il ne faut pas attendre plus longtemps pour l'abbattre, car son tronc et ses branches se creuseraient, et l'on ne pourrait plus tirer un aussi bon parti de son bois. Le prix du mètre cube de noyer est de 200 fr. Duvaure [1] disait qu'un beau noyer valait en Angleterre, à la fin du dernier siècle, de 40 à 50 livres sterl. (1000 à 1200 fr.). Il faut que ce bois soit beaucoup plus cher dans ce pays. Duvaure estimait, en 1789, de 120 à 144 fr. les plus beaux de ceux des environs de Crest. Il est rare qu'ils fournissent un mètre cube de bois de service.

(1) *Mémoires d'agriculture*, p. 253.

Le brou de noix sert dans la teinture, mais c'est une matière sans valeur.

CHAPITRE XVI.

Noisetier, Avelinier (Corylus avellana).

Le noisetier est commun dans nos bois, mais son fruit est petit et ne ressemble en rien à celui qui nous arrive d'Espagne et de Sicile sous le nom d'aveline, nom auquel on attribue celui d'Avellino, petite ville du royaume de Naples[1]. Celle-ci a quelquefois la grosseur d'une petite noix. On a peine à croire que l'avelinier soit une simple variété du noisetier commun, et qu'un arbrisseau naturel des terrains élevés et ombragés prenne un développement d'autant plus grand dans toutes ses parties qu'on le transporte dans un climat plus chaud. Dans ce moment la culture de l'avelinier est entre les mains des peuples méridionaux, et toutes les tentatives faites pour le transporter au nord n'ont abouti le plus souvent qu'à avoir de très belles coques vides, et le plus souvent ne contenant que des rudiments de fruit. Nous n'avons pas cru cependant pouvoir le ranger parmi les arbres de la région de l'olivier, ni exclusivement dans ceux de la région de la vigne, car il nous paraît que le noisetier commun au moins peut se cultiver avec profit un peu plus loin.

On multiplie l'aveline au moyen des nombreux rejetons qui proviennent de son pied, quand il est franc; mais le plus souvent dans les pépinières on n'a que des pieds de noisetier commun, ce qui oblige de les greffer d'avelinier, à œil dormant, en fente ou en flûte, dès que la tige a la grosseur du petit doigt.

Cet arbre prospère dans les terrains frais et légers. On

(1) Pline, lib. XV, cap. 22.

le place à l'exposition du nord et du couchant. Il donne peu de fruits dans les terres sèches et fortes : aussi dans les pays chauds, en Sicile et en Espagne, ne les cultive-t-on que dans les terrains qui peuvent s'arroser. On plante les aveliniers à 4 mètres les uns des autres ; on les débarrasse chaque année des rejetons qui pressent le pied et qui l'affaiblissent. On tient le terrain net, frais et bien cultivé. La cueillette se fait quand les folioles de l'involucre se flétrissent.

Nous n'avons pas en ce moment de détails sur les résultats économiques de cette culture. Ce seul avis nous en procurera sans doute bientôt de Sicile. Mais à voir l'extension que cet arbuste a prise dans cette île, à voir les quais de Messine couverts de vaisseaux chargés d'avelines, on ne peut douter que sa culture ne soit très avantageuse.

CINQUIÈME DIVISION.

ARBRES ET ARBUSTES DONT LA CULTURE S'ÉTEND DANS LA RÉGION CÉRÉALE.

CHAPITRE XVII.

Pommier.

On cultive le pommier en grand pour obtenir le cidre, qui n'est autre chose que le jus de pommes fermenté. Cette boisson était connue dans les temps les plus anciens. On suit la trace du cidre (*sicera*) d'âge en âge, des auteurs de l'antiquité dans ceux du Bas-Empire et depuis Charlemagne[1] jusqu'à nos jours, par une série continue d'actes et de documents[2].

(1) Capitulaires de *Villis*, cap. XLV.

(2) Lettre de M. Girardin, *Comptes rendus de l'Académie*, 1844, 1er semestre, p. 1194, et lettre de l'abbé Cochet, *Revue de Normandie*, juin 1844, p. 338.

L'assertion du marquis de Chambray, qui voulait que l'usage du cidre eût été introduit en Normandie dès le quatorzième siècle et importé de la Biscaye, n'est donc pas fondée; mais il paraît que jusqu'à cette époque la bière fut la principale boisson des Normands, et qu'après de nombreuses tentatives pour naturaliser la vigne dans leur climat, quelques perfectionnements dans l'art de fabriquer le cidre donnèrent une plus grande importance à la plantation des pommiers, et que peu à peu cette nouvelle boisson devint habituelle. Son usage général s'étend sur treize départements de la Normandie, de la Bretagne et de la Picardie. En Angleterre, le pommier à cidre est cultivé dans les comtés de Hereford, de Gloucester, de Wincester et de Monmouth.

Le cidre est moins alcoolique que le vin, et le petit cidre que boit le peuple l'est moins encore. Il s'en fait une consommation considérable dans le pays. Nous voyons, en effet, que la régie accordait sur les inventaires une déduction de 4 hectolitres pour la boisson de chaque laboureur, le double de la quantité accordée pour le vin. Aujourd'hui la fabrication du cidre fin tend à diminuer par la facilité que les personnes aisées ont de se procurer des vins à très bon marché par la voie de la mer. On trouve rarement aujourd'hui du cidre qui soit fabriqué avec soin, et il devient de plus en plus une boisson populaire; mais son importance est grande, puisqu'il entre dans le régime d'une si grande masse de population.

La plus grande partie des pommiers est placée en lisières sur le bord des terres labourables. Le nombre de ces arbres va en déclinant, soit parce que les progrès de l'agriculture ayant augmenté les produits de ces terres, ceux des pommiers qui réduisent la surface des ensemencements et la faculté productive du sol ne sont plus en rapport avec la valeur des récoltes des plantes annuelles; soit aussi parce que les baux étant à courts termes, les fermiers ne veulent pas avoir la charge de

l'éducation des nouvelles plantations au profit de ceux qui leur succéderont. Dans les cantons dont l'agriculture est la plus avancée, on se borne aujourd'hui à entretenir le nombre de pommiers strictement nécessaire pour fournir à la boisson des habitants. Aux environs des grandes villes on voit des vergers plantés en massif, parce qu'on y a un débit avantageux du cidre que l'on fabrique. Dans le pays de Caux ces vergers sont désignés par le nom de *cour*, et ils sont une partie essentielle de la ferme. François de Neufchâteau [1] fixe leur étendue au dixième environ de celle des terres labourables.

M. de Caumont a observé en Normandie que le cidre récolté sur les plaines calcaires devient acide de bonne heure, mais qu'il était à sa perfection dans le *diluvium* argileux qui contient beaucoup de fragments siliceux [2]. Le pommier est un arbre qui évapore beaucoup et qui demande un terrain très frais, approchant de l'humidité, et de la profondeur de 1 mètre au moins; on conçoit très bien que les diluviums qui présentent une couche épaisse de terrain meuble, et cependant argileux et propre à retenir l'eau, lui conviennent mieux que les sols calcaires qui sont dans d'autres conditions. Cet arbre réussit très mal dans les parties sèches des provinces méridionales, mais on a de beaux pommiers et de bons fruits dans les alluvions calcaires de la vallée de Grenoble, comme dans les alluvions schisteuses de celle de Vigan, lieux d'où viennent les meilleures pommes reinettes.

Cet arbre se charge souvent d'une masse énorme de fruits. M. Marshall porte à 200 hectolitres le produit en cidre d'un verger de 100 arbres. Selon l'espèce des pommiers et l'année, il faut 2340 kilogr. de pommes pour obtenir 1000 kilogr. de cidre pur, et de plus 600 litres résultant du rebrassage du marc mouillé. Ces 1600 litres mêlés ensemble donnent un

(1) Olivier de Serres, édit. de la Société d'agricult., t. I, p. 459.
(2) *Lettre sur les Cartes agronomiques*, p. 8 et suiv.

fort bon cidre qui peut souvent passer pour du gros cidre; mais dans les mauvaises années cette même quantité de fruits est mouillée de manière à rendre jusqu'à 3000 litres de cidre moyen très bon, beaucoup plus sain que le gros cidre, et pouvant durer deux ou trois ans. Si l'on veut établir ses calculs d'après la mesure et non d'après le poids, on peut considérer comme positif qu'il faut six mesures de fruits pour en faire une de gros cidre, et qu'il en faut trois et au plus quatre pour en avoir une de cidre moyen [1]. Cependant les matières solides de la pomme ne contiennent pas à l'état sec plus des $\frac{4}{100}$ du poids total, par conséquent elles contiennent 96 centièmes de parties liquides. Si l'on n'en retire que $\frac{43}{100}$, on n'en doit accuser que les moyens mécaniques employés. Si l'on râpait les pommes au lieu de les écraser, de manière à rompre leurs cellules, si l'on se servait de presses plus énergiques, on obtiendrait des résultats plus avantageux.

Les matières solides de la pomme ne dosent pas plus de 0,63 p. 100 d'azote. L'hectolitre de pomme pèse 60 kilogr. Ainsi 200 hectolitres ou 3000 kilogr. de pommes recueillies sur un hectare renferment 1350 kilogr. de matières solides ne contenant que $8^{k},60$ d'azote. Les feuilles tombent à la surface du sol et lui restituent leurs principes; on voit la petite quantité d'engrais azoté que consomme le pommier.

Mais le pommier évapore, selon Hales, une tranche d'eau égale à 418 grammes par mètre carré de ses feuilles; ce ne serait pas trop hasarder que de supposer que les feuilles des pommiers dont parle Marshall auraient pu recouvrir la totalité de la surface de l'hectare étant placées près à près; nous aurions donc une consommation de 4180 kil. d'eau pour la consommation d'un jour, et pour les six mois de végétation 762,850 kil. d'eau; ce qui donne une tranche d'eau de $76^{mill},3$ de haut, et dépasse souvent la quantité totale de la pluie tombée en six mois dans

(1) *Maison rustique du XIX^e siècle*, t. III, p. 260.

ces climats. C'est sur l'humidité souterraine qu'il faut compter pour avoir de belles plantations de pommiers, et l'on voit qu'ils agissent sur la végétation des terrains qu'ils recouvrent plutôt en les privant d'humidité qu'en absorbant d'autres éléments de nutrition. Le pommier réclame donc surtout un terrain suffisamment frais et bien exposé au soleil. Les cidres les plus alcooliques viennent des terres fortes ayant du fond ; les plus délicats, des terres pierreuses bien exposées ; les terres humides et ombragées donnent un cidre épais et qui aigrit facilement. Quoiqu'il n'exige pas de fortes doses d'engrais azoté, le fumier pourtant est très favorable au pommier.

Cet arbre ne craint pas les froids de l'hiver et il accompagne le chêne jusqu'à sa dernière limite ; mais ses fleurs sont souvent atteintes par les gelées tardives. Elles paraissent avec +8° de température moyenne, et c'est une époque de l'année où les gelées sont encore fréquentes. Soit cette raison, soit les ravages causés par les insectes, on ne compte pas sur plus d'une bonne récolte sur deux ou trois années. Ordinairement, quand les intempéries ne dérangent pas la marche de la végétation, les récoltes sont alternatives, une bonne et une faible, et c'est ce qui a lieu sur tous les arbres qui ne fleurissent pas sur le bois de l'année et qui, profitant d'une saison favorable, développent et retiennent un grand nombre de fruits qui les épuisent pour l'année suivante.

On connaît un grand nombre de variétés de pommiers. Cet arbre multipliant par ses semis, il arrive souvent que de jeunes plants échappent à la greffe, fructifient et présentent de bonnes variétés que l'on conserve. Il est probable que l'on en obtiendrait souvent de très précieuses si l'on retardait la greffe jusqu'à ce que les jeunes plants eussent montré leur fruit ; mais ce retard ne ferait pas l'affaire du pépiniériste. Il est certain cependant que si l'on compare le petit nombre de pommiers recommandés par les anciens auteurs et le grand nombre

de ceux qui sont connus aujourd'hui, il s'en est créé un très grand nombre de variétés.

Ici, comme pour la plupart des arbres à fruit, il nous manque un travail spécial qui établisse d'abord les caractères et la synonymie des bonnes variétés cultivées et qui sont désignées par des noms différents dans les cantons les plus rapprochés, qui ensuite détermine l'époque de leur floraison et de leur maturité, leur disposition à se charger de fruits, la qualité de ces fruits résultant d'une analyse qui fasse connaître leur composition en eau, sucre, acides, sels, etc. M. Girardin s'est consacré à cette étude, et nous devons attendre ses résultats avec confiance. Elle est d'autant plus nécessaire que les plantations se font en ce moment tout à fait au hasard. On sait bien que le bon cidre ne s'obtient que du mélange de plusieurs qualités de pommes, les unes douces, les autres amères, à l'exclusion des acides; mais on ignore tout à fait la propriété des différentes pommes qui peuvent le constituer. On sait aussi que sa bonne qualité dépend de la maturité complète des fruits, et il est rare que l'on ne plante pas des variétés dont les unes sont vertes encore, tandis que les autres sont mûres; toutes ces considérations doivent entrer dans l'étude complète du pommier. En attendant, nous ne pouvons que recueillir ce que différents auteurs en ont écrit. Nous prendrons dans le catalogue de M. Brébisson le nom des principales variétés que la pratique a recommandées aux planteurs.

I. — *Pommes à cidre précoces* (mûrissant en Normandie au commencement d'août).

Douces.	Amères.
Relet (Coqueret), très productif.	Girard (Papillon, Renouvellet), très productif.
Cocherie flagellée.	Amer doux blanc
Doux veret (Muzel, doux à mouton, rouge bruyère).	Blanc mollet.
Guillot-Roger.	
Blanc doux (Blanchet, gros blanc).	
Haze.	
Renouvellet doux.	

II. — *Pommes à cidre de 2e saison* (mûrissant fin septembre en Normandie).

Douces.	Amères.
Ozane.	Frégain.
Gallot.	Amer doux.
Tarbet.	Mouflette.
	Queue nouée (ennouée).

III. — *Pommes de la 3e saison* (mûrissant fin octobre en Normandie).

Douces.	Amères.
Germaine.	Haute bonté.
Marin Onfroy.	Chenevière.
Barbarie.	Pétas.
Peau de vache.	
Béden.	
Sauvage.	
Muscadet.	
Jean Huzé.	

Nous nous sommes borné ici aux variétés les plus productives et les plus connues. On en distingue plusieurs comme propres à donner particulièrement un cidre délicat, mais nous avons cru ne devoir indiquer ici que celles qui réunissaient une grande production à de bonnes qualités. Nous pensons que les essais des cultivateurs nous conduiront un jour à trouver une variété qui réunisse à l'abondance des qualités telles qu'à elle seule elle donne du bon cidre ; mais l'association de plusieurs variétés donnera toujours plus de sécurité en divisant les chances qui peuvent compromettre les récoltes.

Pour faire une pépinière de pommiers, on prend du marc de cidre qui contient un grand nombre de pepins et on les sème en automne et au printemps, sur une terre franche, bien défoncée, en le recouvrant de $0^m,03$ de terre fine. On éclaircit les plants quand ils sortent, en les maintenant à la distance de $0^m,03$ les uns des autres. On sarcle et on bine avec une petite houlette pour rendre la terre meuble et nette. Au printemps de la seconde année, on enlève les plants pour les mettre en pépinière, on coupe leurs pivots, on les transplante sur un ter-

rain défoncé, dans des rigoles espacées de 0^m,66, et à 0^m,66 les uns des autres dans les rigoles. On donne une œuvre à la bêche, chaque année au printemps, à la pépinière, et ensuite les binages nécessaires pour la maintenir nette. On ébourgeonne les tiges de manière à les faire monter droites, et au printemps on élague les rameaux latéraux qui ont pu se développer l'année précédente. On élève ainsi le plant jusqu'à la hauteur qu'on veut lui donner. Cette hauteur est en général de deux mètres, suffisante pour mettre les rameaux à l'abri de la dent des bestiaux ; mais si l'on pouvait leur défendre l'entrée des vergers, il serait bien plus avantageux de maintenir les tiges basses : elles ne donneraient pas prise au vent et végéteraient avec plus de vigueur. Quand la tige a donc acquis la hauteur désirée, on l'arrête en l'étêtant; on laisse se développer les trois ou quatre bourgeons supérieurs qui doivent donner les branches destinées à former la tête de l'arbre, on greffe celle-ci l'année suivante, en ayant soin de greffer chaque rangée de pépinière de la même variété, pour pouvoir la reconnaître et se servir d'un assortiment de greffe de variétés, tel qu'il convienne au sol du pays et dans la proportion reconnue propre à donner de bons cidres.

Le pommier est bon à planter quand sa tige a acquis 0^m,06 de diamètre. Ordinairement les arbres sont parvenus à cette dimension après sept ou huit ans de pépinière. Leur prix est généralement de 0^f,70. Quelques personnes plantent des tiges non greffées et greffent en place; mais outre que le produit en est retardé, on est obligé, plus tard, de remplacer les arbres sur lesquels la greffe a manqué, ce qui est très fréquent dans les champs où elle est exposée à tant d'accidents. Les arbres greffés se vendent ordinairement 1 fr. 50 c.

On plante les pommiers autour des terres en cordons, ou bien en massif ou verger. Dans le premier cas, la distance entre les arbres est moins importante, parce qu'ils reçoivent toujours

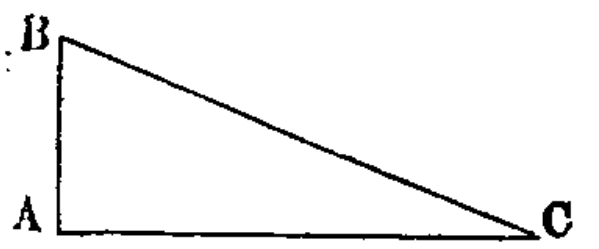
de quelque côté l'impression de l'air et de la lumière. On peut donc les espacer à une distance égale à la dimension que prennent les têtes des arbres dans le pays. Quant aux arbres plantés en verger, la distance doit être telle qu'à l'équinoxe du printemps chaque arbre puisse être frappé du soleil dès huit heures du matin. Il ne s'agit donc que de calculer la longueur de l'ombre des arbres placés dans l'azimuth de l'angle horaire de 60° pour la latitude du lieu et pour l'élévation que l'on présume que doit avoir la cime du pommier quand il est parvenu à tout son développement ; c'est ainsi que nous trouvons, pour des arbres de 7 mètres de hauteur, plantés à Caen, latitude de 49°11, une distance de 17^{m},46 de l'est à l'ouest et de 8^{m},11 du nord au midi[1].

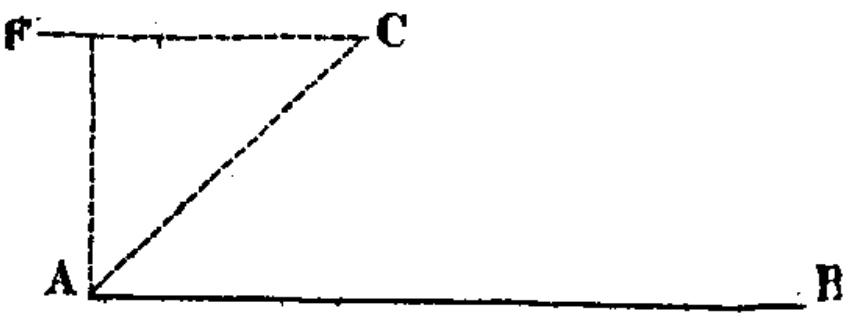
(1) Nous cherchons la distance que devra avoir, du pied d'un arbre donné, celui qui serait placé dans une direction à 60° de la méridienne; étant données la latitude, la déclinaison et la hauteur de la tête de l'arbre. D'abord, quelle sera la hauteur du soleil à 8 heures? D'après les formules que nous avons données dans le tome I, p. 185, 2^{e} édit., et p. 206, 1re édit., nous avons :

Latit. . .	49°11'	Log. cos. 49°11'	9,81533	Log. sin. 40°11' . .	9,87898
Déclin. .	0°6'	Log .cos. 0°6'	9,99999	Log. sin. 60° . . .	7,24187
Angle. h.	60°	Log. cos. 60 . .	9,69897		
		A. . .	1,51429	B. . .	3,12085
				Nombre du log. A.	0,3268
				Nombre du log. B.	0,0013
					0,3281

dont le log. augmenté de 10, ou 9,51600, est celui du sin. 19°9'.

Nous avons maintenant à résoudre le triangle rectangle dans lequel l'angle C, hauteur du soleil, est de 19° 9′; par conséquent l'angle B est de 70° 51′; le côté AB, hauteur de l'arbre, est de 7^{m}. Nous avons donc sin. 19° 9′ : 7 :: sin. 70 °51′ : AC = 20^{m},16. Si maintenant nous tirons la méridienne AB, partant du pied de l'arbre A, que nous tirions la ligne AC faisant un angle de 60° avec AB, AC devra avoir 20^{m},16; tirons de C en F une ligne CF parallèle à la méridienne, et élevons au point A une perpendiculaire qui aille rencontrer CF en F, cette perpendiculaire sera la distance qui devra exister entre deux tiges





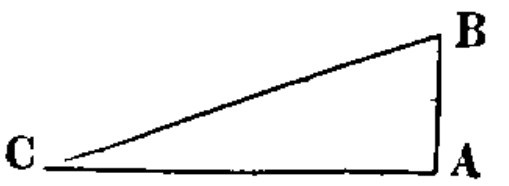
La plantation se fera dans la terre humide après l'hiver et avant que la température moyenne atteigne à + 8°, et avant l'hiver à l'époque de la chute des feuilles, dans les terres sèches. Si les arbres ne sont pas enclos, on devra les garantir de l'approche du bétail, ou en les entourant d'épines, ou au moyen de deux pieux plantés à $0^m,66$ de l'arbre dans la direction que suit la charrue et reliés entre eux par des traverses de bois; l'arbre est assujetti à ces traverses et doit toujours, d'ailleurs, être garni d'épines.

On continue à pratiquer les cultures ordinaires dans les jeunes vergers, à en prélever les récoltes des plantes annuelles jusqu'à ce que l'ombre y mette obstacle. Dans le voisinage des villes on plante des cerisiers nains, des pêchers, des groseilliers dans les intervalles, en ayant soin de les enlever dès que les pommiers deviennent grands. Si le terrain est gazonné, il faut bêcher chaque année le tour des arbres aussi loin que s'étend leur tête. Les foins venus à l'ombre donnent peu de foin, qui est acide. Si le terrain du verger reste vacant, on lui donnera tous les ans deux ou trois labours, et l'on fossoyera chaque fois le pied des arbres.

En général on s'abstient de tailler le pommier, et c'est une

d'arbre du levant au couchant. Or, dans ce triangle ACF, l'angle FCA, égal à l'angle FCB, est de 60°; le côté AC est de $20^m,16$; nous avons donc sin. 90°: $20^m,16$ :: sin. 60° : AF = $17^m,46$.

Quant à la distance des arbres entre eux dans la direction du nord au midi, elle est déterminée par la hauteur du soleil à midi, le jour de l'équinoxe, qui est le complément de la latitude, et à Caen de 40°49′, et nous avons alors un triangle ABC, dans lequel AB est de 7^m; l'angle C, hauteur du soleil de 40° 49′, et l'angle B, de 49° 11′; ce qui nous donne sin. 40° 49′ : 7^m :: sin. 49° 11′ : AC = $8^m,11$. Ainsi, à cette latitude et pour des arbres de cette dimension, les allées auront entre elles, de l'est à l'ouest, $17^m,46$, et du nord au sud $8^m,11$; il y aura donc 70 arbres dans l'hectare.



Nous avons cru devoir donner dans cette note le développement de nos calculs pour qu'on puisse les répéter dans d'autres conditions.

grande erreur qui nuit beaucoup à l'abondance et à la bonté de la récolte. Rappelez-vous ce que nous avons dit plus haut[1] de l'organisation du poirier, qui s'applique également au pommier. La pousse indéfinie des rameaux par les extrémités nuit à la production des lambourdes qui doivent porter les fruits. Le retranchement de ces extrémités de rameaux fait naître des rameaux latéraux inclinés, sur lesquels naissent les lambourdes. En même temps on décharge l'intérieur de l'arbre des gourmands ou branches verticales, de celles qui s'enchevêtrent entre elles et de tous les bois morts ou chicots. On extirpe le gui qui viendrait à naître sur les branches. On rajeunit les arbres trop vieux, en les couronnant et en greffant les nouvelles pousses qu'ils émettent. On passe un lait de chaux sur les arbres couverts de mousses et de lichen pour détruire ces parasites. Avec ces précautions, l'arbre se charge de beaucoup de fruits qui compensent bien les frais de quelques journées employées à la taille.

On n'obtient de bon cidre qu'à condition qu'on le fabrique avec des pommes bien mûres. Le moment de la maturité est celui où le fruit contient le plus de sucre capable de se convertir en alcool. Si on le cueille plus tôt, il y a moins de sucre formé ; plus tard, il se décompose et forme de l'acide carbonique. Il est donc bien essentiel de composer la plantation de variétés qui mûrissent dans la saison où l'on se propose de faire le cidre. La maturité s'annonce par la chute spontanée des fruits ,ou au moins par leur chute quand on imprime une secousse à l'arbre. On fait la récolte en parcourant le verger tous les deux ou trois jours, et en secouant les branches soit à la main, soit à l'aide d'un croc. On pourrait gauler les pommes qui sont trop en retard, mais il faut se dispenser de cette opération aussi longtemps que possible ; elle meurtrit l'arbre et détruit les lambourdes, espoir des récoltes prochaines.

(1) Tome III, p. 556.

Quand on n'a que des pommes d'une seule saison et qu'on a eu soin de commencer la cueillette à la maturité, on peut les envoyer au pressoir dès qu'elle est achevée, après les avoir gardées en tas jusqu'alors. On a soin seulement d'en ôter celles qui sont pourries et d'enlever au couteau les parties altérées de celles qui sont encore saines. Le goût du pourri se communique au cidre et altère sa qualité. On doit fabriquer à part le cidre des pommes tombées vertes de l'arbre, parce qu'elles ont été piquées par des insectes.

Quand on a des pommes de plusieurs saisons, le meilleur parti serait de faire successivement le cidre de chaque saison. L'entassement des pommes pendant deux ou trois mois, quand celles de la première saison attendent celles de la troisième, cause de grandes pertes. Les premières passent la maturité, blétissent, le sucre diminue ainsi que l'alcool qu'elles fournissent, enfin il y a beaucoup de pourriture.

Les frais de plantation d'un verger peuvent être évalués ainsi qu'il suit :

Labour de défoncement à $0^{m},45$, terre forte. .	$216^{k},0$ de blé.
Deux hersages.	12,3
70 plants, à $6^{k},7$.	469,0
Plantation, $1^{k},5$.	105,0
140 tuteurs, à $1^{k},5$	210,0
	1012,3

En supposant que nous ayons continué à occuper le sol par des cultures annuelles, nous n'avons à payer que la rente du terrain occupé par les pommiers à mesure qu'ils grossissent. Les frais annuels sont les suivants, quand ils occupent seuls le terrain.

Un labour et trois binages au pied de l'arbre.	$150^{k},0$
Taille annuelle	44,0
Cueillette et soins.	180,0
Rente de la terre	327,0
Intérêts et frais de plantation.	101,2
	802,2

D'après Marshall[1], le produit d'un hectare de pommiers garnissant bien le terrain est de $35^{hectol},9$ de cidre par 70 arbres valant 68 kilogr. de blé l'hectolitre (210 fr.). Cet auteur rapporte qn'il a vu un pommier donnant 8 hectolitres de cidre en une seule année. Les grands pommiers, dont la tête a 20 mètres de diamètre et couvre une surface de 314^{mq}, donnent en général 144 litres dans l'année de la récolte ou $0^{lit},46$, et en moyenne $0^{lit},23$ ou $2^{k},87$ de fruit par mètre carré. Mais on ne pourrait placer que 32 arbres de cette taille par hectare, ce qui nous donnerait une récolte de 46 hectolitres de cidre. Ainsi le prix réel du cidre serait :

$$\frac{802^{k}}{46} = 17^{k},4 \text{ de blé,}$$

ou enfin 3 fr. 82 c. l'hectolitre de cidre.

CHAPITRE XVIII.

Poirier.

Le poirier entre aussi dans la grande culture comme produisant une liqueur fermentée, le *poiré*, moins estimé, moins recherché que le cidre, quoique plus alcoolique, plus rapproché du vin par son goût, moussant comme le vin de Champagne, servant à couper les vins blancs et étant même débité sous leur nom. Quelle est la raison de cette défaveur? Qu'y a-t-il de fondé dans les reproches qu'on lui fait d'être irritant, d'agir sur le système nerveux? Le poirier contient-il quelque principe particulier que ne contient pas le cidre, ou bien se défie-t-on seulement de sa plus grande spirituosité, et de ce

(1) Tome III, p. 257 et suiv. Cet auteur assigne pour ce produit 20 hogsheds de $71^{lit.},8$ par acre, ce qui nous donne bien $35^{hectol.},9$ par hectare.

qu'une dose de poiré égale à celle de cidre détermine l'ivresse qui n'a pas lieu avec ce dernier? Préfère-t-on le cidre parce que le ferment étant mieux proportionné au sucre que dans le poiré, la fermentation y est plus complète et que la liqueur reste moins sucrée? Cela ne viendrait-il pas aussi de ce que le pommier trouvant en Normandie le sol et le climat qui lui conviennent mieux qu'au poirier, celui-ci n'est admis sur les fermes que comme accessoire, pour suppléer le pommier quand ses récoltes viennent à manquer et que l'habitude du cidre a fini par créer un goût décidé en faveur de cette boisson? C'est sous ce dernier rapport que le marquis de Chambray conseillait d'avoir un tiers de poiriers et deux tiers de pommiers dans chaque ferme, pour ne pas manquer de la boisson nécessaire aux domestiques et aux journaliers. En effet, la floraison du poirier ayant lieu avant celle du pommier, les gelées de printemps n'atteignent pas ces deux arbres à la même époque de la végétation, et les poiriers atteignent plus tôt la maturité que les pommiers.

Le poirier préfère les terres calcaires et n'exige pas autant d'humidité que le pommier; il est principalement cultivé dans l'est de la France, dans la Brie, la Bourgogne, la Lorraine, pays où règne la vigne et où, n'étant considéré que comme une boisson populaire, il est fait avec négligence et sans choix de variétés qui pourraient donner les meilleurs produits. Cette circonstance a pu nuire aussi à la réputation du poiré.

La durée du poirier est beaucoup plus grande que celle du pommier, sa forme est plus élancée, ses branches tendent moins vers la terre, et sous ce rapport il nuit moins aux terres labourables; mais quand on le plante en verger, il faut lui donner plus d'espacement qu'au pommier, car sa grande longévité et ses dispositions naturelles lui font prendre beaucoup plus d'accroissement en hauteur qu'au pommier. Il n'est pas

rare d'en rencontrer qui ont 14 à 15 mètres de hauteur. Au reste, sa culture est la même que celle du pommier.

Les poires contiennent, sur le même poids, à peu près le double de liquide que les pommes; le poirier se charge de plus de fruits que le pommier, et sa récolte est moins chanceuse.

Si, en écartant les variétés du poirier qui mûrissent tard et difficilement, celles qui ont une âpreté extrême qu'elles communiquent au poiré, on choisissait seulement celles qui donnent la liqueur la plus sucrée, la plus agréable, et qui mûrissent avant l'hiver, il est probable que l'on obtiendrait une liqueur qui réunirait autant de suffrages que le cidre. Les poires se blétissent et se pourrissent si elles sont mises en tas à l'époque de la maturité; il faut les piler dès que la cueillette est terminée. Cette observation conduit à n'adopter qu'un petit nombre de variétés qui mûrissent en même temps, et peut-être une seule bien choisie.

On cite comme donnant le meilleur poiré les variétés suivantes; nous avons marqué d'un astérisque celles qui sont les plus productives et qui à la fois contiennent le plus de matière sucrée :

Moque friand (Robin, Mouchet, Garçon, Gris cocher).
Le Gréal.
* Raguenet (Henghem).
* Dongoise (Grosse grise, Blanc collet).
* De Miers.
* De Chemin.
Grippe.
Gros vert (verte).
Carisi (blanc et rouge).
Binetot.
* De Branche.
* Lantricotin.
De Bisson.
De Valmont.
De Guoncey.
Trochet.
* De fer, très tardive.
De roux.
Gros ménil.
Sabot (Decoq).
De Maillot (Brionne).
* Saugier.
* D'Angoisse.

M. Girardin a fait connaître dans un rapport intéressant[1]

(1) *Mémoires de chimie*, p. 216.

les qualités supérieures de la poire de sauge (saugier) qui domine dans le Loiret, Loir-et-Cher et l'Yonne.

CHAPITRE XIX.

Cerisier.

Le cerisier n'est cultivé en grand qu'aux environs des grandes villes où il rentre dans les attributions spéciales des jardiniers et donne de grands profits, et dans quelques cantons de la Forêt Noire, de la Suisse, de la Dalmatie, du Dauphiné et de la Provenee, où l'on fabrique le kirschwasser, le ratafia et le marasquin. La consommation de ces liqueurs est trop circonscrite pour que cette culture prenne jamais une grande extension; ailleurs, on aura seulement quelques pieds de cerisiers auprès de la ferme pour les usages du ménage, et on devra préférer la cerise anglaise qui donne pendant deux mois un fruit excellent, et la royale, un peu plus productive, mais acide.

Les liqueurs de la cerise se font avec des espèces peu mangeables. C'est en général la merise noire pour le kirschwasser et le ratafia, et une petite cerise acide, appelée *marasca*, en Italie, pour le marasquin. On les obtiendrait aussi des espèces bonnes à manger, mais elles seraient plus exposées au pillage.

On fait des vergers de cerisiers, ou bien on les plante en bordures; ces arbres n'ont pas besoin de taille, et il ne s'agit que de les planter avec soin à 6 mètres les uns des autres. Dès la troisième année, on obtient 2 kilogr. de cerises par arbre, et à la sixième année environ 10 kilogr.; à 10 ans, les arbres ont atteint le maximum de produit et rapportent 16 kilogr. de cerises. On aurait donc sur 278 cerisiers que contiendrait l'hectare 4448 kilogr. de cerises, donnant 0,70 de leur poids en jus (elles en contiennent 0,83); et ainsi 3113 kilogr. de jus

donnant, après la fermentation, 4 pour 100 d'alcool. On obtiendrait donc une récolte de 124 kilogr. d'alcool. Ce n'est que le haut prix attribué à cette nature d'alcool qui permet de continuer cette culture, en concurrence de celle de la vigne. Ce haut prix tient aux limites étroites de la fabrication; il en est de même des ratafias et des marasquins; et cette espèce de monopole créé par les habitudes fait trouver encore d'assez grands avantages dans la culture des merisiers aux localités qui sont en possession d'approvisionner l'Europe de leurs produits.

CHAPITRE XX.

Groseillier.

Quoiqu'on fasse partout un grand usage des groseilles et de leur jus qui, mêlé au sucre, a la propriété de se prendre en gêlée et fait la base d'une foule de préparations, la culture du groseillier n'a pris de l'extension qu'aux environs des villes où son fruit a une valeur plus élevée. On ne pourrait l'utiliser ailleurs que pour la fabrication de l'acide citrique, ainsi que l'a proposé M. Tilloy de Dijon. Cet acide n'est cependant qu'en faible proportion dans la groseille (0,81 pour 100); mais le haut prix de l'acide citrique du commerce permettrait de faire cette spéculation, comme nous le verrons plus bas.

Voici la composition de la groseille égrappée :

Acide malique	2,41	*Report.* .	11,09
— citrique	0,81	Chaux	0,29
Sucre.	6,24	Ligneux et graine . .	8,01
Gomme	0,78	Eau	80,61
Matière animale . . .	0,85		100,00
A reporter. .	11,09		

La culture du groseillier est des plus simples; on le plante de bonne heure par touffes de trois plantes chacune, espacées de 2 mètres; il y aura donc 250 touffes à l'hectare. On a des

fruits dès la seconde année et une pleine récolte la troisième, attendu que la pousse de l'année ne porte que des feuilles et des bourgeons qui doivent s'ouvrir à la deuxième année, que la pousse de deux ans est toute couverte de bourgeons, que celle de trois ans en a encore beaucoup, que celles des années antérieures en portent aussi, mais toujours en moindre quantité à mesure qu'elles sont plus vieilles. Mais à mesure que les branches anciennes cessent d'être à fruits, la séve a toujours plus de peine à arriver aux nouvelles, et après six ans on n'a plus que des jeunes branches courtes et faibles, et des vieilles épuisées. Alors il faut receper le groseillier au pied pour lui faire pousser de nouveau bois. On profite de ce ravalement pour nettoyer le pied de la touffe de toutes les racines vivaces des plantes étrangères qui s'y sont établies ; après une nouvelle révolution de six ans, il faut ordinairement sacrifier le groseillier.

M. Ysabeau[1] évalue à 2 kilogr. de groseilles ce que peut produire chaque touffe bien traitée. Ainsi l'on obtiendrait 5000[k] par an d'un hectare pendant quatre ans au moins sur six, ou produit moyen de 3333[k] qui, au prix des environs de Paris (30 fr. les 100[k]), ferait un revenu brut de 1000 fr. Les principaux frais consistent dans la cueillette.

Voyons quel serait le prix de la groseille pour la fabrication de l'acide citrique. M. Tilloy établit le compte suivant :

DÉPENSES.		PRODUITS.	
2800 kil. de groseilles . . .	x	182 litres.	91[f]
Carbonate de chaux	8[f]	21[k] d'ac. citrique, à 24 fr.	504
Acide sulfurique.	15		595
Combustible.	24		
Main-d'œuvre	40	Ainsi 2800[k] de groseilles val. 595f.	
	$x + 87$	— 87 f. = 508 f., et 18 f. 16 les 100k.	

Les frais de cueillette de 100 kilogr. de groseilles nous ont paru résulter de six journées $\frac{1}{2}$ de femme (15 kilogr. par jour)

(1) *Maison rustique du XIX, siècle,* t. V.

et coûteraient ainsi environ 5 fr. Il resterait donc 13^{f},14 c. pour valeur du fruit. Ainsi le produit de l'hectare serait de 604^{f},60 c. qui représenteraient largement les frais de plantation et de culture.

La véritable place du groseillier serait dans les intervalles des vergers pendant la jeunesse des arbres que l'on y plante, le groseillier ayant terminé son existence à six ou à douze ans, au moment où les arbres à fruit commenceraient à produire.

FIN DU TOME QUATRIÈME.

TABLE

DES MATIÈRES CONTENUES DANS LE TOME IV.

AGRICULTURE.

Pages.

SECONDE PARTIE. — *Phytologie agricole* (cultures spéciales. (Suite.). 1
TROISIÈME CLASSE. — *Plantes à racines alimentaires*. . . 1
CHAPITRE I. — Pommes de terre. 5
SECTION 1. — Composition. 8
2. — Variétés 10
3. — Mode de végétation 19
4. — Choix de l'engrais 23
5. — Choix du terrain. 29
6. — Préparation du terrain 30
7. — Modes de propagation. 32
8. — Plantation, espacement des plants 39
9. — Culture pendant la végétation 42
10. — Récolte. 43
11. — Conservation 44
12. — Plantations d'été. 45
13. — Plantations d'automne 47
14. — Maladies 47
15. — Valeur 52
CHAPITRE II. — Patate (*ipomœa batatas*) 56
III. — Topinambour. 69
IV. — Betterave 76
SECTION 1. — Variétés. 80
2. — Composition 81
3. — Végétation. 82
4. — Terrain convenable, engrais 85
5. — Culture, semis 88
6. — Culture par la transplantation. 91

Pages.

SECTION 7. — Méthode de la transplantation hâtive. Méthode Kœchlin 93
8. — Effeuillage 94
9. — Récolte 96
10. — Valeur de la betterave. 97
CHAPITRE V. — Chicorée. 100
VI. — Carotte. 106
VII. — Panais 113
VIII. — Navet, rave (*turneps* des Anglais) 115
SECTION 1. — Variétés des navets. 116
2. — Composition des navets 117
3. — Terrain et climat 118
4. — Engrais 118
5. — Culture 120
CHAPITRE IX. — Rutabaga (*brassica campestris*). 125
X. — Chou (*brassica oleracea*). 131

QUATRIÈME CLASSE. — *Plantes oléagineuses*. 138

CHAPITRE I. — Colza (*brassica campestris*). 141
SECTION 1. — Terrain et engrais. 142
2. — Culture par semis en place 144
3. — Transplantation du colza. 146
4. — Récolte 147
5. — Valeur du colza. 148
CHAPITRE II. — Navette 149
III. — Cameline. 151
IV. — Moutardes (noire et blanche), Julienne . . . 153
V. — Pavot (*papaver somniferum*), Oliette, Œillette 154
SECTION 1. — Composition ; engrais 154
2. — Variétés. 156
3. — Culture 157
4. — Culture pour l'opium 159
5. — Valeur de la graine 161
CHAPITRE VI. — Sésame 162
VII. — Madia. 166
VIII. — Arachide (*arachis hypogœa*, pistache de terre, *cacahueta* des Espagnols) 172
IX. — Ricin 175

CINQUIÈME CLASSE. — *Plantes annuelles à fruits charnus* (cucurbitacées) 179

PREMIÈRE DIVISION. — Courges à semences bordées d'un bourrelet saillant 181

DEUXIÈME DIVISION. — Semences sans bourrelet à leur marge. 182

Pages.

CHAPITRE I. — Courges 182
II. — Concombre 189
III. — Pastèque (melon d'eau). 189
IV. — Melon 193

SIXIÈME CLASSE. — *Plantes à bulbes comestibles*. 198

CHAPITRE I. — Oignon 200
SECTION 1. — Culture par la transplantation. 201
2. — Culture par semis. 203
3. — Valeur de l'oignon. 204
CHAPITRE II. — Ail. 205

SEPTIÈME CLASSE. — *Plantes cultivées pour leurs organes floraux* 206

CHAPITRE I. — Safran 207
II. — Carthame. 217
III. — Cardère (*dipsacus fullonum*). 221
IV. — Artichaut. 228
V. — Houblon 233
VI. — Cotonnier. 247

HUITIÈME CLASSE. — *Plantes et racines tinctoriales*. . . . 250

CHAPITRE I. — Garance 253
SECTION 1. — Végétation de la garance. 255
2. — Composition et engrais de la garance. . . . 256
3. — Terrains convenables à la garance. 260
4. — Culture générale 261
5. — Culture par les semis 265
6. — Arrachage de la garance de dix-huit mois. . 272
7. — Plantation de la garance 275
CHAPITRE II. — Plantes indigofères en général. 282
III. — Persicaire des teinturiers (*polygonum tinctorium*) 286
IV. — Pastel. 290
V. — Maurelle (tournesol, *croton, tinctorium, chrysophora tinctoria*) 294
VI. — Gaude (*reseda luteola*). 299
VII. — Sumac (*rhus coriaria*). 302

NEUVIÈME CLASSE. — *Plantes cultivées pour leurs feuilles non applicables à l'alimentation* (tabac). 304

DIXIÈME CLASSE. — *Plantes textiles* 31

CHAPITRE I. — Chanvre 320

Pages.

CHAPITRE II. — Lin 337
INTRODUCTION AUX CLASSES DES PLANTES FOURRAGÈRES. . . . 354

ONZIÈME CLASSE. — *Prairies permanentes*. 359

SECTION 1. — De la valeur des fourrages 363
2. — Circonstances qui doivent déterminer à faire paître ou à faucher la prairie. 369
3. — Dans quels cas on doit consacrer le terrain à la production des herbages 374
4. — Végétation des prairies. 380
5. — Qualité des herbes des prairies 385
Ire *Division.* — Plantes des terrains humides . . . 387
IIe *Division.* — — — frais 389
IIIe *Division.* — — — secs 390
IVe *Division.* — — — acides 391
SECTION 6. — Époque de la végétation des plantes des prairies 392
7. — Création des prairies. 395
8. — Soins annuels de conservation des prés-pâturages 400
9. — Soins de conservation des prairies fauchées. 406
10. — De la durée des prairies 413
11. — Estimation de la valeur des prairies 417
12. — Valeur relative des différentes espèces de foin. 418

DOUZIÈME CLASSE. — *Prairies temporaires* 420

GROUPE AMÉLIORANT.

CHAPITRE I. — Luzerne 423
II. — Trèfle rouge (*trifolium pratense*) 445
III. — Trèfle incarnat (trèfle-farrouche). 459
IV. — Sainfoin (*esparcette, onobrychis sativus*) . . . 462
V. — Sulla (sainfoin d'Espagne, *hedysarum coronarium*) 472
VI. — Lupuline (minette, trèfle jaune, médicage, lupulina) 474
VII. — Vesces et gesses pour fourrage. 475
VIII. — Ajonc (*ulex europæus, laude*) 480
IX. — Genêt d'Espagne (*genista juncea*), prairies de végétaux frutescents 484
X. — Spergule 487
XI. — Pied d'oiseau (*ornithopus perpusillus, seradella*). 491

Pages.

GROUPE ÉPUISANT. — *Plantes fourragères épuisantes.*

PREMIÈRE DIVISION. — Plantes fourragères pérennes 493

CHAPITRE I. — Ivraie vivace (*lolium perenne*, *ray-grass*, margal dans le midi) 495
I. — Ivraie vivace (*ray-grass* des Anglais) 495
II. — Ivraie multiflore 499
III. — Ivraie d'Italie (*lolium Italicum*). 499

CHAPITRE II. — Herbe de Guinée (*panicum altissimum*) . . . 501

DEUXIÈME DIVISION. — Plantes fourragères annuelles. 504

CHAPITRE I. — Seigle, avoine, orge, fourrages 506
II. — Moha (*panicum germanicum*). 508
III. — Maïs-fourrage.. 509

TREIZIEME CLASSE. — *Cultures des végétaux à tiges ligneuses* (cultures frutescentes arbustives). . . 512

PREMIÈRE DIVISION. — Arbres de la région de l'oranger . . 518

CHAPITRE I. — Oranger, citronnier. 518
II. — Caroubier (*ceratonia siliqua*). 528
III. — Figuier d'Inde (*cactus opuntia*). 534

DEUXIÈME DIVISION. — Arbres et arbustes de la région de l'olivier 537

CHAPITRE IV. — Olivier. 537
SECTION 1. — Végétation de l'olivier. 542
2. — Durée des oliviers 544
3. — Composition de l'olive. 545
4. — Variétés d'olives 547
5. — Moyen de se procurer du plant 550
6. — Terrain propre à l'olivier. 553
7. — Des plantations. 554
8. — Cultures annuelles 558
9. — Taille de l'olivier 560
10. — Maladies de l'olivier. 562
11. — Récolte de l'olive 563
12. — Compte du prix de revient de l'huile, selon les diverses situations. 566
CHAPITRE V. — Figuier 573
VI. — Jujubier (*ziziphus communis*) 586
VII. — Câprier (*capparis spinosa*) 588

TROISIÈME DIVISION. — Arbres et arbustes de la région de la vigne. 593

CHAPITRE VIII. — Vigne 593

Pages.

SECTION 1. — Composition de la vigne 597
2. — Variétés de vigne. 602
3. — Choix des cépages. 616
4. — Végétation de la vigne. 622
5. — Influence des saisons sur les produits. . . . 632
6. — Des terrains propres à la vigne 636
7. — Alimentation de la vigne. 641
8. — De l'exposition 645
9. — De l'altitude 648
10. — De la situation 649
11. — Modes de plantation de la vigne. 650
12. — Préparation du terrain et plantation 652
13. — Distance entre les ceps. 655
14. — Frais de la plantation 659
15. — Formation du cep ; travaux des premières années 661
16. — Cultures annuelles. 662
17. — Taille. 666
18. — Époque de la taille 670
19. — Échalassement ; manières diverses de soutenir la vigne 671
20. — Travaux de renouvellement et de conservation de la vigne 674
21. — Mobilier nécessaire pour l'exploitation des vignes 678
22. — Vendanges. 680
23. — Récapitulation des frais et des produits d'une vigne ; valeur réelle du vin. 681

CHAPITRE IX. — Amandier 689
1. — Fruit doux. 691
2. — Fruit amer. 692

X. — Mûrier 697

SECTION 1. — Végétation du mûrier 700
2. — Espèces et variétés de mûriers 703
3. — Composition de la feuille de mûrier 708
4. — Vie du mûrier 712
5. — Propagation du mûrier. 717
Plantation de pleins vents à 7^m de distance. . 721
Plantation de nains à 4^m. 721
Plantation de mûriers à 2^m. 722
6. — Taille du mûrier 723
7. — Valeur réelle de la feuille de mûrier 728

CHAPITRE XI. — Prunier. 732
XII. — Abricotier. 737
XIII. — Pêcher 738

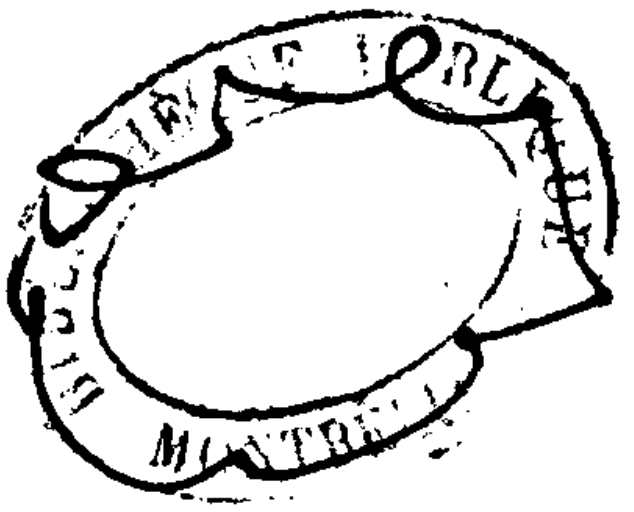
Pages.

QUATRIÈME DIVISION. — AMENTACÉES FRUCTIFÈRES. — Arbres et arbustes dont la culture s'étend sur les parties fraîches des régions méridionales jusqu'aux confins de celle de la vigne et sur le sud de la région des pâturages . . 739

CHAPITRE XIV. — Châtaignier 740
XV. — Noyer. 753
XVI. — Noisetier, avelinier (*corylus avellana*) . . 761

CINQUIÈME DIVISION. — Arbres et arbustes dont la culture s'étend dans la région céréale 762

CHAPITRE XVII. — Pommier. 762
1. — Pommes à cidre précoces (mûrissant en Normandie au commencement d'août) . . 767
2. — Pommes à cidre de 2e saison (mûrissant fin septembre en Normandie). 768
3. — Pommes de la 3e saison (mûrissant fin octobre en Normandie) 768
CHAPITRE XVIII. — Poirier. 774
XIX. — Cerisier 777
XX. — Groseillier 778



FIN DE LA TABLE DU TOME QUATRIÈME.

TROISIEME CLASSE. - *Plantes à racines alimentaires*
CHAPITRE I. - Pommes de terre
SECTION 1. - Composition
SECTION 2. - Variétés
SECTION 3. - Mode de végétation
SECTION 4. - Choix de l'engrais
SECTION 5. - Choix du terrain
SECTION 6. - Préparation du terrain
SECTION 7. - Modes de propagation
SECTION 8. - Plantation, espacement des plants
SECTION 9. - Culture pendant la végétation
SECTION 10. - Récolte
SECTION 11. - Conservation
SECTION 12. - Plantations d'été
SECTION 13. - Plantations d'automne
SECTION 14. - Maladies
SECTION 15. - Valeur
CHAPITRE II. - Patate (ipomoea batatas)
CHAPITRE III. - Topinambour
CHAPITRE IV. - Betterave
SECTION 1. - Variétés
SECTION 2. - Composition
SECTION 3. - Végétation
SECTION 4. - Terrain convenable, engrais
SECTION 5. - Culture, semis
SECTION 6. - Culture par la transplantation
SECTION 7. - Méthode de la transplantation hâtive. Méthode Koechlin
SECTION 8. - Effeuillage
SECTION 9. - Récolte
SECTION 10. - Valeur de la betterave
CHAPITRE V. - Chicorée
CHAPITRE VI. - Carotte
CHAPITRE VII. - Panais
CHAPITRE VIII. - Navet, rave (*turneps* des Anglais)
SECTION 1. - Variétés des navets
SECTION 2. - Composition des navets
SECTION 3. - Terrain et climat
SECTION 4. - Engrais
SECTION 5. - Culture
CHAPITRE IX. - Rutabaga *(brassica campestris)*
CHAPITRE X. - Chou *(brassica oleracea)*
QUATRIEME CLASSE. - *Plantes oléagineuses*
CHAPITRE I. - Colza *(brassica campestris)*
SECTION 1. - Terrain et engrais
SECTION 2. - Culture par semis en place
SECTION 3. - Transplantation du colza
SECTION 4. - Récolte
SECTION 5. - Valeur du colza
CHAPITRE II. - Navette
CHAPITRE III. - Cameline
CHAPITRE IV. - Moutardes (noire et blanche), Julienne
CHAPITRE V. - Pavot *(papaver somniferum),* Oliette, Oeillette
SECTION 1. - Composition; engrais
SECTION 2. - Variétés
SECTION 3. - Culture
SECTION 4. - Culture pour l'opium
SECTION 5. - Valeur de la graine
CHAPITRE VI. - Sésame
CHAPITRE VII. - Madia
CHAPITRE VIII. - Arachide (arachis hypogoea, pistache de terre, cacahueta des Espagnols)
CHAPITRE IX. - Ricin
CINQUIEME CLASSE. - *Plantes annuelles à fruits charnus* (cucurbitacées)
PREMIERE DIVISION. - Courges à semences bordées d'un bourrelet saillant
DEUXIEME DIVISION. - Semences sans bourrelet à leur marge
CHAPITRE I. - Courges
CHAPITRE II. - Concombre
CHAPITRE III. - Pastèque (melon d'eau)
CHAPITRE IV. - Melon
SIXIEME CLASSE. - *Plantes à bulbes comestibles*
CHAPITRE I. - Oignon
SECTION 1. - Culture par la transplantation
SECTION 2. - Culture par semis
SECTION 3. - Valeur de l'oignon
CHAPITRE II. - Ail
SEPTIEME CLASSE. - *Plantes cultivées pour leurs organes floraux*
CHAPITRE I. - Safran
CHAPITRE II. - Carthame
CHAPITRE III. - Cardère *(dipsacus fullonum)*
CHAPITRE IV. - Artichaut
CHAPITRE V. - Houblon
CHAPITRE VI. - Cotonnier
HUITIEME CLASSE. - *Plantes et racines tinctoriales*
CHAPITRE I. - Garance
SECTION 1. - Végétation de la garance
SECTION 2. - Composition et engrais de la garance
SECTION 3. - Terrains convenables à la garance
SECTION 4. - Culture générale
SECTION 5. - Culture par les semis

CHAPITRE II. - Plantes indigofères en général
CHAPITRE III. - Persicaire des teinturiers *(polygonum tinctorium)*
CHAPITRE IV. - Pastel
CHAPITRE V. - Maurelle (tournesol, *croton, tinctorium, chrysophora tinctoria*)
CHAPITRE VI. - Gaude (reseda luteola)
CHAPITRE VII. - Sumac (rhus coriaria)
NEUVIEME CLASSE. - *Plantes cultivées pour leurs feuilles non applicables à l'alimentation* (tabac)
DIXIEME CLASSE. - *Plantes textiles*
CHAPITRE I. - Chanvre
CHAPITRE II. - Lin
INTRODUCTION AUX CLASSES DES PLANTES FOURRAGERES
ONZIEME CLASSE. - *Prairies permanentes*
SECTION 1. - De la valeur des fourrages
SECTION 2. - Circonstances qui doivent déterminer à faire paître ou à faucher la prairie
SECTION 3. - Dans quels cas on doit consacrer le terrain à la production des herbages
SECTION 4. - Végétation des prairies
SECTION 5. - Qualité des herbes des prairies
I^re^ *Division.* - Plantes des terrains humides
II^e^ *Division.* Plantes des terrains frais
III^e^ *Division.* Plantes des terrains secs
IV^e^ *Division.* Plantes des terrains acides
SECTION 6. - Epoque de la végétation des plantes des prairies
SECTION 7. - Création des prairies
SECTION 8. - Soins annuels de conservation des prés-pâturages
SECTION 9. - Soins de conservation des prairies fauchées
SECTION 10. - De la durée des prairies
SECTION 11. - Estimation de la valeur des prairies
SECTION 12. - Valeur relative des différentes espèces de foin
DOUZIEME CLASSE. - *Prairies temporaires*
GROUPE AMELIORANT.
CHAPITRE I. - Luzerne
CHAPITRE II. - Trèfle rouge *(trifolium pratense)*
CHAPITRE III. - Trèfle incarnat (trèfle-farrouche)
CHAPITRE IV. - Sainfoin *(esparcette, onobrychis sativus)*
CHAPITRE V. - Sulla *(sainfoin d'Espagne, hedysarum coronarium)*
CHAPITRE VI. - Lupuline (minette, trèfle jaune, médicage, lupulina)
CHAPITRE VII. - Vesces et gesses pour fourrage
CHAPITRE VIII. - Ajonc *(ulex europoeus, laude)*
CHAPITRE IX. - Genêt d'Espagne *(genista juncea),* prairies de végétaux frutescents
CHAPITRE X. - Spergule
CHAPITRE XI. - Pied d'oiseau *(ornithopus perpusillus, sera-della)*
GROUPE EPUISANT. - Plantes fourragères épuisantes.
PREMIERE DIVISION. - Plantes fourragères pérennes
CHAPITRE I. - Ivraie vivace (*lolium perenne, ray-grass,* margal dans le midi)
I. - Ivraie vivace (*ray-grass* des Anglais)
II. - Ivraie multiflore
III. - Ivraie d'Italie *(lolium Italicum)*
CHAPITRE II. - Herbe de Guinée (panicum altissimum)
DEUXIEME DIVISION. - Plantes fourragères annuelles
CHAPITRE I. - Seigle, avoine, orge, fourrages
CHAPITRE II. - Moha *(panicum germanicum)*
CHAPITRE III. - Maïs-fourrage
TREIZIEME CLASSE. - *Cultures des végétaux à tiges ligneuses* (cultures frutescentes arbustives)
PREMIERE DIVISION. - Arbres de la région de l'oranger
CHAPITRE I. - Oranger, citronnier
CHAPITRE II. - Caroubier *(ceratonia siliqua)*
CHAPITRE III. - Figuier d'Inde *(cactus opuntia)*
DEUXIEME DIVISION. - Arbres et arbustes de la région de l'olivier
CHAPITRE IV. - Olivier
SECTION 1. - Végétation de l'olivier
SECTION 2. - Durée des oliviers
SECTION 3. - Composition de l'olive
SECTION 4. - Variétés d'olives
SECTION 5. - Moyen de se procurer du plant
SECTION 6. - Terrain propre à l'olivier
SECTION 7. - Des plantations
SECTION 8. - Cultures annuelles
SECTION 9. - Taille de l'olivier
SECTION 10. - Maladies de l'olivier
SECTION 11. - Récolte de l'olive
SECTION 12. - Compte du prix de revient de l'huile, selon les diverses situations
CHAPITRE V. - Figuier
CHAPITRE VI. - Jujubier *(ziziphus communis)*
CHAPITRE VII. - Câprier *(capparis spinosa)*
TROISIEME DIVISION. - Arbres et arbustes de la région de la vigne
CHAPITRE VIII. - Vigne
SECTION 1. - Composition de la vigne
SECTION 2. - Variétés de vigne
SECTION 3. - Choix des cépages
SECTION 4. - Végétation de la vigne
SECTION 5. - Influence des saisons sur les produits
SECTION 6. - Des terrains propres à la vigne
SECTION 7. - Alimentation de la vigne
SECTION 8. - De l'exposition
SECTION 9. - De l'altitude
SECTION 10. - De la situation
SECTION 11. - Modes de plantation de la vigne
SECTION 12. - Préparation du terrain et plantation

SECTION 15. - Formation du cep; travaux des premières années
SECTION 16. - Cultures annuelles
SECTION 17. - Taille
SECTION 18. - Epoque de la taille
SECTION 19. - Echalassement; manières diverses de soutenir la vigne
SECTION 20. - Travaux de renouvellement et de conservation de la vigne
SECTION 21. - Mobilier nécessaire pour l'exploitation des vignes
SECTION 22. - Vendanges
SECTION 23. - Récapitulation des frais et des produits d'une vigne; valeur réelle du vin
CHAPITRE IX. - Amandier
1. - Fruit doux
2. - Fruit amer
X. - Mûrier
SECTION 1. - Végétation du mûrier
SECTION 2. - Espèces et variétés de mûriers
SECTION 3. - Composition de la feuille de mûrier
SECTION 4. - Vie du mûrier
SECTION 5. - Propagation du mûrier
Plantation de pleins vents à 7*m* de distance
Plantation de nains à 4*m*
Plantation de mûriers à 2*m*
6. - Taille du mûrier
7. - Valeur réelle de la feuille de mûrier
CHAPITRE XI. - Prunier
CHAPITRE XII. - Abricotier
CHAPITRE XIII. - Pêcher
QUATRIEME DIVISION. - AMENTACEES FRUCTIFERES. - Arbres et arbustes dont la culture s'étend sur les parties fraîches des régions méridionales jusqu'aux co
de celle de la vigne et sur le sud de la région des pâturages
CHAPITRE XIV. - Châtaignier
CHAPITRE XV. - Noyer
CHAPITRE XVI. - Noisetier, avelinier *(corylus avellana)*
CINQUIEME DIVISION. - Arbres et arbustes dont la culture s'étend dans la région céréale
CHAPITRE XVII. - Pommier
1. - Pommes à cidre précoces (mûrissant en Normandie au commencement d'août)
2. - Pommes à cidre de 2e saison (mûrissant fin septembre en Normandie)
3. - Pommes de la 3e saison (mûrissant fin octobre en Normandie)
CHAPITRE XVIII. - Poirier
CHAPITRE XIX. - Cerisier
CHAPITRE XX. - Groseillier
FIN DE LA TABLE DU TOME QUATRIEME.

COURS

D'AGRICULTURE

PAR

LE Cte DE GASPARIN

ANCIEN PAIR DE FRANCE,

Ancien Ministre de l'Agriculture et de l'Intérieur,
Membre de l'Académie des Sciences, de la Société centrale d'Agriculture, etc.

TOME CINQUIÈME

PARIS

DUSACQ, LIBRAIRIE AGRICOLE DE LA MAISON RUSTIQUE

RUE JACOB, N° 26

Et chez tous les Libraires de la France et de l'Étranger.

COURS

D'AGRICULTURE

V.

BIBLIOTHÈQUE
DE M. A. BIXIO.
PARIS.

PARIS. — TYPOGRAPHIE DE J. BEST,

RUE SAINT-MAUR-SAINT-GERMAIN, 15.

COURS

D'AGRICULTURE

PAR

LE Cte DE GASPARIN,

Ancien Pair de France, ancien Ministre de l'Agriculture et de l'Intérieur ; Membre de l'Académie des Sciences, de la Société centrale d'Agriculture, etc.

BIBLIOTHEQUE NATIONALE
CENTRE DE PRÊT
Postale 1101
78011 VERSAILLES CEDEX
PARIS

TOME CINQUIÈME.

LIBRAIRIE AGRICOLE DE LA MAISON RUSTIQUE,

RUE JACOB, N° 26.

8° 70 672(5)

BIBLIOTHEQUE NATIONALE CENTRE

COURS

D'AGRICULTURE

AGRICULTURE

TROISIÈME PARTIE.

THÉORIE DES ASSOLEMENTS.

Nous venons d'étudier séparément chacun des végétaux soumis à la culture; nous avons apprécié les difficultés et les avantages qu'ils présentent, leurs convenances locales et climatériques; nous pouvons maintenant décider quelle est la plante qui s'adaptera le mieux aux circonstances dans lesquelles nous nous trouvons, et qui y donnera le plus haut profit. Mais alors, le choix étant fait, pourquoi ne pas s'attacher exclusivement à la culture de cette plante? Pourquoi ne pas rejeter toute association d'autres végétaux moins avantageux? Pourquoi n'occupe-t-elle pas indéfiniment le terrain, se succédant sans relâche à elle-même? N'est-ce pas ainsi que l'on en use pour la vigne qui se perpétue sur le même sol, soit par les provins, soit par les replantations? Les champs qui avoisinent les fabriques de sucre indigène

ne sont-ils pas soumis le plus souvent à une succession non interrompue de récoltes de betteraves? La garance n'est-elle pas cultivée, sans intermédiaire, et autant qu'on peut se procurer d'engrais dans certaines terres du Vaucluse? Cette conduite ne serait-elle pas la plus naturelle et la plus lucrative, ne serait-elle pas adoptée généralement, si quelques difficultés n'étaient venues y mettre obstacle? C'est qu'en effet ces difficultés existent et sont de plusieurs natures : insuffisance d'engrais pour alimenter une végétation dont les produits sont exportés et ne restituent pas au sol les éléments nutritifs qu'ils consomment; propagation croissante de plantes adventices, inutiles ou nuisibles, mêlées aux cultures des bonnes plantes dont la maturité devance la leur et qui souillent de plus en plus le terrain par la dissémination de leurs graines; difficulté économique ou matérielle d'obtenir le nettoiement du sol dans les conditions de certaines cultures; époque de la récolte de la plante choisie, trop rapprochée de celle de l'ensemencement qui doit suivre et ne permettant pas d'ameublir et de nettoyer complétement la terre.

Bornons-nous pour le moment à signaler ces trois difficultés : elles nous suffisent pour comprendre comment le principe exclusif a pu être abandonné, et comment s'est introduit le système des alternances de culture. Supposons que la plante qui, dans notre climat, sur notre sol, avec nos circonstances commerciales, donne le plus fort produit, quand on la cultive bien, soit le blé-froment, et qu'ainsi comparée à ses produits toute autre plante lui soit inférieure; il est évident que, dans ce cas, cultiver sans interruption le blé serait la meilleure spéculation agricole.

Mais il faut alors se procurer l'engrais qui représente la partie de la récolte de blé exportée, ou dilapidée; pour cela s'offrent trois moyens : attendre que le sol ait pu s'emparer des éléments fertilisants de l'air, qui lui sont apportés par les pluies ou les rosées, ou fabriquer des engrais au moyen des

produits du sol lui-même, ou importer des engrais fabriqués au dehors. Les deux premiers moyens entraînent une suspension de la culture de la plante favorite ; en effet, l'accumulation d'engrais atmosphérique nécessaire pour continuer la culture sans désavantage, suppose l'exposition à l'air et sans produit des molécules de la terre pendant un an au moins (jachère) ; la fabrication d'engrais suppose que l'on a obtenu du sol les matériaux de ces engrais, c'est-à-dire des tiges, des feuilles, dont l'usage définitif est d'être soumis à la fermentation qui désagrége leurs éléments, en les faisant servir à la nourriture des animaux, ou en les enfouissant dans le sol ; c'est encore une suspension de la culture la plus avantageuse, à laquelle on a substitué une culture qui, isolément, n'est pas aussi productive. C'est ainsi qu'a été introduite la culture intercalaire du fourrage.

Le troisième moyen suppose que nos voisins se livrent spécialement à la fabrication des engrais, ce qui revient à dire que l'alternance des produits, au lieu de se faire sur le même champ, se fait entre deux champs voisins. Dans tous les cas la nécessité de pourvoir à l'alimentation de la plante s'oppose à la généralité de la culture.

Mais ce n'est pas tout : plusieurs espèces de plantes annuelles croissent avec le blé et mûrissent avant lui, la nielle, l'avoine folle, l'ivraie, le bluet, plusieurs vesces, etc. Leurs graines se multipliant à chaque génération du blé, s'empareraient de plus en plus du sol à son détriment, sans des sarclages multipliés et coûteux, ou des cultures répétées dans des semis en lignes. On se demande alors, s'il ne serait pas plus avantageux de suspendre la culture du blé pendant une année, de lui substituer une autre plante qui, semée et récoltée à d'autres époques, permît d'arrêter la multiplication des plantes rivales du blé ; et la question n'est plus de savoir si le produit de cette plante sera supérieur à celui du blé, mais si le produit net du blé exempt des frais de sarclages trop répétés, ou de cultures délicates, combiné à celui de la

plante inférieure en produit, ne sera pas plus élevé que celui de deux années de blé soumis à tous ces inconvénients.

C'est ainsi qu'ont été introduites les cultures jachères de printemps, les cultures des racines et celles des graines légumineuses.

Mais dans les climats où la récolte de blé est retardée jusqu'à la fin d'août, il est difficile de faire en grand les cultures nécessaires pour ensemencer de nouveau les terres en octobre ou même en septembre. Il faut le temps de rompre les guérets, d'ameublir le sol, et le temps manque.

On remet alors les semailles au printemps, et un blé de mars, ou une avoine, ou une orge, ou toute autre plante succèdent au blé d'hiver.

On voit donc évidemment que le principe absolu de cultiver la plante qui donne le plus haut produit, ne peut pas être suivi dans tous les cas, et qu'il a dû être si fréquemment modifié, qu'il n'est plus, pour ainsi dire, que l'exception, et que l'alternance est devenue la règle.

Nous entendons par *cours de culture* la succession des plantes qui se succèdent sur le même terrain pendant une période d'années, au bout de laquelle on reprend la même succession de plantes, et dans le même ordre. Ainsi, le cours de culture triennal est celui-ci :

Première année.....	Jachère.
Deuxième année.....	Blé.
Troisième année.....	Avoine ou blé de mars.

Nous entendons par *assolement* la division du champ d'un même domaine en parties égales entre elles et au nombre des années de culture, de manière que, dans la première année, par exemple, la première partie soit en jachère, la deuxième en blé, la troisième en avoine, et que, se succédant les unes aux autres chaque année, le cours de culture se perpétue, et présente toujours la même étendue pour chacun de ces emplois. Ainsi, le cours de culture

ci-dessus suppose le tableau suivant de la rotation combinée avec l'assolement.

	Soles.		
...	n° 1.....	n° 2.....	n° 3.
Première année...	Jachère.....	Blé....	Avoine.
Deuxième année..	Blé.....	Avoine.	Jachère.
Troisième année...	Avoine.....	Jachère.	Blé.

Après l'expiration de ces trois années, chaque partie de terrain que l'on appelle *sole*, a passé par les trois états : jachère, blé, avoine, et l'on a terminé ce que l'on appelle une rotation. On reprend, pour les quatrième, cinquième et sixième années, l'ordre que l'on a suivi pour les trois premières, et l'on a alors une seconde rotation. Ainsi, l'*assolement* exprime dans l'étendue ce que le *cours de culture* exprime dans le temps, et la rotation est l'accomplissement, dans le temps et dans l'étendue, de la succession de culture sur toutes les terres de l'assolement.

D'après ces définitions, nous devrions plutôt donner à cette partie de notre ouvrage le titre de *Théorie* des successions de culture que celui de *Thèorie* des assolements. En effet, les principes que nous exposons s'appliquent très-bien à un terrain qui ne serait pas assolé, mais sur lequel on ferait succéder la jachère, le blé et l'avoine, tandis que les *soles* supposent la succession de culture. Ce qui a fait prévaloir l'expression d'assolement, c'est que c'est un mot simple, tandis qu'il en faut trois dans notre langue pour exprimer l'idée de succession des cultures; celle-ci est bien cependant l'expression la plus générale et celle qui doit être logiquement préférée.

Ce traité des assolements comprend deux divisions : la première renferme l'histoire de la pratique et de la théorie de cette branche importante de la science agricole; elle sera historique et critique; dans la seconde, nous chercherons à établir les lois qui doivent régir la succession des cultures.

PREMIÈRE DIVISION.

HISTOIRE DES ASSOLEMENTS.

CHAPITRE PREMIER.

Pratique des assolements chez les différents peuples.

Les Grecs suivaient l'assolement biennal : 1°, jachère, 2°, blé, qui est encore celui de tous les pays du midi de l'Europe. Xénophon, dans ses *Économiques*, décrit cette culture avec détail et précision, comme s'il avait sous les yeux la pratique habituelle de nos métayers ; il n'y a rien à retrancher ni à ajouter à ses tableaux (1). C'est que la nature n'a pas changé et que telles circonstances données, il y a un système de culture qui s'y adapte et qui donne le plus grand produit net possible. L'Italie suivait les mêmes habitudes. Les anciens savaient que l'atmosphère restituait à la terre en deux ans les éléments nutritifs propres à produire une récolte de blé suffisante pour payer une fois et demie la valeur des travaux; mais que si l'on voulait obtenir immédiatement une seconde récolte de blé, succédant à la première, elle ne donnerait plus qu'exactement de quoi payer le travail, et qu'une troisième ne le payerait pas. Ainsi, l'appropriation du sol et le désir d'en obtenir une *rente* faisait en réalité la police de l'agriculture, et conduisait le propriétaire à exiger un repos intermédiaire entre deux récoltes de blé. L'absence d'appropriation qui dispense du payement d'une rente, est ce qui conduit à leur ruine les propriétés communales. Le redoublement des semailles de céréales, appelé *restouble* dans notre midi, le *restibilis* des Romains, était soigneusement proscrit : *Restibilis ager fit, qui continuo biennio seritur*

(1) *Économiques*, cap. XVI, XVII, XVIII.

ferreo spico, id est aristato ; quod non fiat, solent qui prædia locant excipere (1).

Mais les anciens savaient aussi comme nous, que toutes les plantes n'empruntaient pas à la terre tous les éléments que l'on retrouve dans leur composition, et qu'il était avantageux d'intercaler dans l'année de jachère quelqu'une de ces plantes moins épuisantes ; *quæ minus sugunt terram*, qui sucent moins la terre, ainsi que le dit Varron (2). Caton même allait plus loin, en indiquant les qualités améliorantes des légumineuses qui restituent à la terre plus qu'elles ne lui prennent : *segetem stercorant lupina, faba, vicia* (3) ; le lupin, la fève, la vesce engraissent la terre.

Cette alternance des légumineuses et des céréales était admise par tous les agriculteurs de l'antiquité, et Virgile, venant à l'appui de Caton, nous dit :

Alternis idem tonsas cessare novales,
Et segnem patiere situ durescere campum :
Aut ibi flava seres mutato sidere farra,
Undè priùs lætum siliquâ quassante legumen,
Aut tenues fœtus viciæ, tristisque lupini
Sustuleris fragiles calamos, sylvamque sonantem.
Urit enim lini campum seges, urit avenæ,
Urant lethæo perfusa papavera somno.

« Laissez reposer vos champs de deux en deux ans, dit-il, vous les réparez par le repos ; ou bien faites suivre le froment par une récolte de légumes qui retentissent dans leurs gousses quand ils sont agités par le vent ; de vesces au grain fort menu, ou d'une forêt de tiges de lupin. Mais gardez-vous d'y mettre du lin, de l'avoine ou du pavot, qui épuisent la terre. »

Ainsi, les bons cultivateurs admettaient alors que certaines plantes pouvaient occuper l'année de jachère sans nuire

(1) Festus, voce *Restibilis*.
(2) Varron, cap. 44.
(3) Cap. 37.

à la récolte de blé; ils indiquaient déjà avec précision celles que l'on pouvait admettre et celles que l'on devait exclure; ils ne proscrivaient même pas définitivement ces dernières, si on rendait à la terre les éléments qu'elles y avaient puisés, des engrais azotés et alcalins :

Sed tamen alternis facilis labor ; arida tantùn
Ne saturare fimo pingui pudeat sola, neve
Effœtos cinerem immundum jactare per agros.

Nous examinerons plus tard la valeur des vers qui terminent cette tirade :

Sic quoque mutatis requiescunt fœtibus arva, etc.

La terre se repose en changeant de production.

Le même auteur nous apprend comment les anciens savaient profiter d'un sol préparé par une plante, pour en obtenir une seconde :

Vere fabis satio : nunc te quoque, medica, putres
Accipiunt sulci, et milio venit annua cura.

On semait les fèves au printemps, et dans les sillons encore meubles on jetait de la graine de luzerne qui ne devait produire que les années suivantes, ou du millet que l'on récoltait dans l'année. Voilà donc les récoltes dérobées qui complètent tout ce que l'on peut désirer dans l'assolement d'un agriculteur actif et industrieux.

Columelle nous donne la formule d'un assolement très-avancé : « Nous ensemençons d'abord le champ de vesces ou de navets, dit-il; l'année suivante de froment, et la troisième année de vesces mêlées de graine de fève (1). » Ainsi, nous trouvons chez les anciens toutes les bonnes pratiques de l'agriculture. Dans les arts essentiels à l'existence même de l'homme, exercés depuis si longtemps, et où tant d'intelligences ont apporté leurs efforts, il est difficile d'inventer. Ce que nous avons fait de plus que nos devanciers, c'est d'a-

(1) Lib. II, cap. 18.

voir introduit un plus grand nombre de plantes dans la grande culture, de pouvoir ainsi varier davantage nos combinaisons, et enfin, grâce à l'association des sciences positives, d'avoir substitué des chiffres exacts à des tâtonnements, et de pouvoir calculer ce qu'ils ne pouvaient que soupçonner et deviner; mais nous entrons seulement et depuis peu de temps dans cette dernière période de l'art.

Les principes des Romains se conservèrent sans doute dans les parties de l'Europe qui furent le moins désolées par l'invasion des barbares. On trouve au moyen âge, dans la Provence et le Languedoc, l'assolement biennal suivi sans discontinuité: le blé alternant avec la jachère. Le plateau central des Gaules conservait les pratiques celtiques du repos prolongé de la terre après plusieurs récoltes successives obtenues avec ou sans écobuage; pratiques qui sont les plus profitables dans les pays où la population est rare, la rente presque nulle, et que nous retrouvons dans le nord de l'Afrique. Le nord de la Gaule profitant de la faveur d'un climat qui lui accordait des printemps assez pluvieux pour y assurer le succès des semis faits dans cette saison, n'avait plus qu'une jachère tous les trois ans, suivie d'un blé, puis d'une récolte d'avoine ou d'orge. Cette formule n'était praticable qu'en consacrant toutes les céréales de ces troisièmes récoltes à la nourriture du bétail. On annexait aussi à la ferme, des prairies non comprises dans la culture et dont les produits en engrais se déversaient sur les terres cultivées.

Les choses marchaient ainsi dans la route tracée des améliorations. Des changements furent introduits dans les pays prospères : c'est ainsi que la Flandre, siége d'un si grand commerce, d'une population compacte, riche de tant de capitaux, créa peu à peu cette agriculture qui étonna le monde, quand il eut enfin des yeux assez clairvoyants pour distinguer cet admirable ensemble, qui s'était formé sourdement et sans éclat, au milieu de la barbarie générale. Mais ces progrès étaient encore inaperçus, quand, au seizième siècle, le

premier éveil d'une théorie agricole se produisit à Venise. Les États de cette république jouissaient depuis longtemps d'un repos refusé à ses voisins ; ils s'étaient accrus en population et en richesse, et, comme les Flamands, ses agriculteurs avaient senti le besoin d'utiliser l'année de jachère. C'est ainsi qu'ils faisaient succéder au blé, du millet, des fèves, des haricots, et qu'ils prenaient même après le blé une récolte dérobée de sarrasin et de millet; de sorte que la formule de leur assolement était : 1, millet ou légume; 2, blé suivi de millet (1). Mais les ressources en engrais fourni par les prairies n'étaient pas en proportion de cette consommation des sucs de la terre, et l'état d'épuisement du sol de la terre ferme de Venise était devenu très-sensible. Il préoccupait le gouvernement au point que Tarello, ayant publié (1566) un ouvrage (*Ricordo d'Agricoltora*), où il proposait un nouvel assolement qui devait restaurer la fertilité du sol, le sénat de Venise lui accorda à perpétuité, pour lui et ses descendants, un droit de quatre pièces d'argent (*marchetti*) pour chaque champ qui aurait été semé d'après son procédé. F. Ré, l'auteur du *Dictionnaire des auteurs agricoles italiens*, prétend (2) que cette faveur fut cause de l'insuccès de cette tentative. Il est dû bien plutôt à ce que l'assolement Tarello réduisait l'espace réservé aux cultures alimentaires, et qu'une population nombreuse et croissante ne pouvait admettre cette réduction. L'assolement du seizième siècle règne encore dans ce pays, seulement on y a remplacé le millet de la première année par le grand maïs, et celui de la récolte dérobée par le maïs quarantain. D'ailleurs, tout séduisant qu'il était en théorie, l'assolement de Tarello était encore inférieur à l'assolement populaire. C'est ce que nous allons démontrer après avoir analysé ses propositions.

(1) Yvart se trompe en disant (*Assolements*, page 4) que l'assolement vénitien était alors le triennal. Il suffit de lire Tarello pour se convaincre qu'il était tel que nous le décrivons ici.

(2) *Dizion.*, voce Tarello.

Cet auteur reconnaissait deux causes à la décadence de la fertilité des terres dont on se plaignait :

1° Le défaut d'ameublissement et d'exposition de la terre à l'air. En effet, dit-il, vous récoltez en septembre les millets ou sarrasins de la récolte dérobée ; vous avez cinq mois pour préparer la terre à la semaille de mars ; vous récoltez celle-ci en juin et juillet, et vous n'avez que deux mois pour exécuter les labours qui doivent préparer les semailles de blé ; or l'auteur trouvait que quatre labours étaient insuffisants pour mettre la terre dans l'état d'ameublissement et de netteté convenables, il en exigeait huit avec une plus grande quantité d'engrais que celle que l'on distribuait à ces terres épuisées. Il proposait donc de diviser le domaine en quatre soles : la première serait une jachère cultivée pendant dix mois et recevant huit cultures ; la deuxième serait en blé ; la troisième était ensemencée en trèfle au printemps, et devait porter l'année suivante sa pleine récolte et constituer la quatrième sole. Tarello comptait donc principalement sur les labours fréquents, sur les influences atmosphériques, et un peu sur les engrais, pour obtenir du quart de son terrain une récolte de blé qui compensât les faibles récoltes de la totalité. C'était une erreur complète, surtout en semant le trèfle seul à la troisième année, et ayant ainsi presque sans produit deux années sur quatre. Nous le verrons plus tard quand nous ferons l'estimation de cet assolement.

Notre auteur conseillait un assolement pour les prairies qui jusqu'alors avaient été permanentes. Se reposant sur les récoltes de foin fourni par le trèfle, il conseillait d'écobuer le quart des prairies. Il y semait, la première année, du millet ; du seigle, la deuxième année ; faisait ensuite trois récoltes consécutives de froment et puis rétablissait la prairie. C'était une succession de culture bien exigeante, si on la compare aux prescriptions méticuleuses qu'il indiquait pour les terres arables. Au reste, il justifiait ce riche assolement en montrant qu'il était déjà pratiqué dans les terres irrigables des

environs de Brescia, que l'on louait chèrement pour y semer du lin et du millet. Cet assolement est encore celui des prairies arrosées de ce pays : 1, lin et millet ; 2, maïs ; 3, froment; 4, pré permanent; ou bien : 1, froment et trèfle ; 2, trèfle; 3, lin et millet; 4, maïs; 5, pré. Dans la différence de ces deux traitements appliqués aux terres arables et aux prairies, on voit que l'auteur était très-frappé de l'état d'épuisement des premières, qu'il accordait trop de vertus à l'effet des labours pour les en retirer, qu'il ignorait la véritable manière de se servir du trèfle, et enfin que séduit par le grand produit des prairies de Brescia alternées avec la culture et voulant en obtenir de pareils de ses terres arables, il n'avait pas compris la différence qui se trouvait entre la quantité d'engrais fournie dans le premier cas par les trois quarts de la surface et dans le second par le quart seulement destiné à produire de l'herbe. Cette seule comparaison lui aurait fait sentir le vice de son système.

Mais ne cherchez pas à Tarello le mérite d'avoir connu d'avance les chiffres relatifs de la réparation et de l'épuisement. Son vrai mérite, celui qui lui est propre, c'est d'avoir compris que ce qui n'était qu'une exception sur les champs de Brescia pouvait devenir la règle générale ; que cette division des terres en terres à blé et terres à fourrage, qui n'empiétaient jamais les unes sur les autres, pouvait disparaître ; et quelque timide que fût l'application qu'il en proposait, il faut lui tenir compte de l'avoir fait, quand, avant lui, l'alternance des récoltes alimentaires et fourragères, adoptées sur les terrains arrosés, n'existait pas sur les terres sèches, et qu'encore aujourd'hui, dans les contrées méridionales, une certaine quantité de prairies arrosées est affectée à une étendue donnée de terrain arable pour lui fournir le fourrage et l'engrais. Ainsi Tarello ne faisait que généraliser une pratique spéciale ; mais cette généralisation était importante et contenait le secret des assolements ; et il a senti que c'était son mérite quand il terminait son opuscule en disant : « Il

n'était venu à la pensée ni à Virgile, ni à aucun autre de faire alterner la culture et les prairies sur les 3/5 au moins de la terre; j'ai fait comme Christophe Colomb, j'ai passé les colonnes d'Hercule, et selon le mot de Charles V : *plus ultrà.* » Cet ouvrage remarquable a eu un grand nombre d'éditions italiennes; il a été traduit librement en français et inséré dans les *Mémoires de la Société économique de Berne*, année 1761.

Ainsi, dans le seizième siècle, nous trouvons des assolements de plusieurs années avec succession de plantes fourragères et alimentaires ou industrielles, établis dans les pays où la richesse était la plus développée, et qui par la faveur du climat, ou par celle des irrigations, jouissaient de terres fraîches, propres à ce genre de culture. La Toscane, qui ne possédait pas ces derniers avantages, appliquait ses capitaux au développement d'un autre système de culture, l'assolement simultané des arbres et des plantes annuelles. A la même époque les protestants de Flandre, persécutés par le duc d'Albe, introduisaient dans le Palatinat la culture du trèfle, qui était la base des assolements de leur pays natal; mais les progrès agricoles marchent si lentement, que ce ne fut qu'un siècle plus tard que cette plante fut connue en Bavière, en Alsace et en Angleterre, où elle fut introduite par le comte de Portland (1633) (1), et la réforme agricole ne prit une marche déterminée et rapide que quand elle fut proclamée et systématisée par les bons auteurs agronomiques: Arthur Young en Angleterre; Thaër, en Prusse; en France, par les noms les plus illustres de la *Société centrale d'Agriculture*, Gilbert, Yvart, Bosc, etc., auxquels il faut joindre les écrits lumineux que Pictet publiait à Genève. Ces noms resteront à la tête de cette grande réforme, à peine commencée parmi nous, et qui consiste à ne plus faire de distinction entre les champs et les prés, mais à faire circuler

(1) *Voyez* tome IV, article *Trèfle*, page 445.

les différents produits sur la totalité des terres, par des rotations plus ou moins variées, quand les circonstances locales ne s'y opposent pas. Nous examinerons la portée de ce grand changement en parlant des systèmes de culture dans la suite de cet ouvrage.

On peut donc affirmer qu'aujourd'hui l'adoption des cours de culture se généralise en Europe, que la conviction de leurs avantages est acquise et que les progrès de cette doctrine suivront désormais ceux de la richesse agricole. Mais au milieu de tant de formules proposées de toutes parts, quand il fallut choisir entre tant de plantes introduites dans la culture, apprécier leurs avantages, leurs exigences et leurs besoins relatifs, les agriculteurs restèrent dans le vague des appréciations les plus fautives. On sentait vivement le besoin d'obtenir des données exactes, propres à remplacer les conjectures; plusieurs tentatives furent faites dans ce but et nous devons en rendre compte.

Thaër fut le premier qui chercha à porter la précision du calcul dans les spéculations agricoles, et à fonder la pratique des assolements sur des principes scientifiques : 1° Les plantes, dit-il, tirent de la décomposition des matières animales et végétales contenues dans le sol les matériaux de leur nutrition; ces substances disparaissent du sol, à proportion de ce que les plantes en absorbent, ou, ce qui revient au même, à proportion de ce qu'elles en contiennent (§ 251); 2° réciproquement, la force de végétation et la quantité de chaque produit est déterminée par la proportion de suc nourricier répandu dans le sol (§ 252); 3° la dissipation du suc nourricier varie non-seulement selon le volume, mais encore selon la nature des produits; elle est en proportion du gluten, de l'amidon, du mucilage sucré qu'ils contiennent (§ 253). Ces trois principes renferment sans doute la meilleure partie de la théorie de la nutrition des plantes dans ses rapports avec le sol. Mais la chimie organique était trop peu avancée pour que notre auteur pût bien déterminer la différence qui

existait entre les trois substances qu'il confondait ensemble relativement à l'épuisement du sol. Il négligeait aussi les matières fixes non combustibles (§ 250), croyant qu'elles n'étaient pour rien de sensible dans la végétation, ne les regardant que comme des matières inertes, et nullement comme faisant partie intégrante des organes vitaux des plantes.

C'est d'après les analyses d'Einhoff que Thaër établit ses proportions. Si nous mettons en regard les résultats qu'il obtint, et ceux que nous donne l'analyse élémentaire, nous trouvons les tableaux suivants du rapport des matières nutritives puisées dans le sol par les différentes plantes, en y comprenant les matériaux de la paille.

	Selon Einhoff.	Selon l'analyse élémentaire.
Blé-froment.....	0,78.....	0,780
Seigle.....	0,70.....	0,755
Orge.....	0,65 à 0,70.....	0,673
Avoine.....	0,58.....	0,716
Lentilles.....	0,74.....	1,610
Pois.....	0,755.....	3,334
Haricots.....	0,85.....	1,400
Fèves de marais...	0,685.....	2,068
Fèves de cheval....	0,73	
Pommes de terre...	0,062.....	0,146

L'erreur fondamentale de cette théorie, la confusion de tous les principes combustibles en une seule masse, altérait tous les calculs agronométriques, et ne permettait pas de prendre la méthode de Thaër pour base. Nous-même ayant suivi avec soin la comptabilité agronométrique de nos champs pendant plusieurs années, nous fûmes obligé d'y renoncer, par les écarts qui se reproduisaient sans cesse dans les résultats. Nous les rendrons sensibles par cet exemple :

Thaër prenait une échelle arbitraire telle que les sucs contenus
dans 100 kilog. de froment fussent représentés par 30 degrés.
dans 100 — de seigle — par 29
dans 100 — d'orge — par 20,2
dans 100 — d'avoine — par 21,5

Il supposait qu'une voiture de fumier de 9,400 kilog. (20,000 liv. de Berlin) accroissait la fertilité de 10°

Cette quantité réparait l'épuisement causé par 33,33 kil. de blé. Il supposait ainsi que cette quantité de fumier ne contenait que 0,87 kil. d'azote; elle en renferme 3,76 kil.; plus de quatre fois davantage.

Il admettait que la jachère rend à la terre une fertilité proportionnée à sa richesse déjà acquise, et qui, pour le terrain produisant 560 kil. de blé par hectare, déduction faite de la semence, quantité qui répond à 168° de son échelle, serait de 15°, ce qui était son *maximum*. Or, 15° répondent à 50 kil. de froment ou à 1,31 kil. d'azote, tandis que d'après son observation la terre reçoit 4,50 kil. d'azote de l'atmosphère.

Nous avons un excellent moyen d'éprouver le degré d'erreur de la formule de Thaër, en l'appliquant à l'assolement triennal de Brie. Dans les terres bien tenues et bien cultivées on récolte 20 hectolitres (1,560 kil.) de blé, et jusqu'à 50 hectolitres d'avoine (2,200 kil.) après une année de jachère et une fumure de 20,000 kil. de fumier de ferme. Ainsi nous avons :

	La terre reçoit :		La terre rend :	
20,000 k. de fumier évalués d'après Thaër à	217°		1,560 k. blé	468°
La jachère.....	15		2,200 k. avoine	473
	232°			941°
	Déficit.....	709°		

La comparaison des deux termes de l'équation montre combien sont erronés les éléments dont on s'est servi.

Les résultats de notre analyse réelle nous donnent :

La terre reçoit :		La terre rend :	
2,000 k. de fumier,	80 k. d'azote	1,560 k. de blé	40,87 d'azote
		2,200 d'avoine	48,53
			89,40
une jachère complète et 2 demi-jachères	33,84	Perte par évaporation ou absorption des engrais	24,44
	113,84		113,84

La perte d'un quart environ sur les engrais lents se mani-

feste habituellement dans tous leurs emplois. On peut l'attribuer à l'évaporation de l'ammoniaque et à son absorption par les argiles non saturées.

Cette précision suffit pour prouver l'exactitude des éléments du calcul. Souvent les mauvaises cultures et les intempéries du printemps diminuent beaucoup le rendement de l'avoine, mais alors la terre s'enrichit, et la rotation suivante rend en blé ce que la précédente a fait perdre en avoine. Nous n'insistons pas plus longtemps sur le système agronométrique de Thaër; s'il n'a pas touché au but, néanmoins ce sera pour lui un éternel honneur d'avoir reconnu et proclamé les vrais principes.

Quand M. de Woght commença sa carrière agricole près de Hambourg, il essaya aussi de se servir de la méthode de Thaër pour apprécier ses assolements ; mais ne pouvant parvenir à concilier ses résultats avec ceux de la pratique, il chercha dans ces résultats eux-mêmes, et par la voie lente de l'observation, de nouveaux principes agronométriques. Après plusieurs années de travaux obstinés, il fit connaître au public sa nouvelle méthode dans une série de publications et d'articles de journaux. En parlant de l'appréciation des terres, nous avons analysé cette méthode dans le premier volume de cet ouvrage. Nous savons que M. de Woght avait cru atteindre son but en décomposant en deux facteurs, *richesse* et *puissance*, le résultat de la récolte qu'il appelait *fécondité*. Nous avons montré l'erreur qu'il avait commise en ne s'aperçevant pas que son problème était indéterminé. Mais enfin, par une série de tâtonnements, il en était venu à admettre que sur ses champs d'expériences :

			degrés.
100 kil.	de blé	exigeaient une fécondité de	44,2
—	de pommes de terre	—	4,5
—	de colza	—	41,2
—	de seigle	—	44,2
—	d'orge	—	44,2
—	d'avoine	—	49,0

et que

		degrés.	
100 kil. de blé emportaient.....		19,68	de cette fécondité
—	de pommes de terre....	1,68	
—	de colza.....	26,40	
—	de seigle.....	17,62	
—	d'orge.....	17,68	
—	d'avoine.....	19,68	

Selon lui, 100 kilog. de fumier ajoutaient 0°,25 à la richesse. Mais la puissance était toujours un terme indéterminé et flexible, qui expliquait tous les écarts. Il l'estimait moyennement à 8° pour ses terrains; mais selon les saisons, les années, les cultures, elle descendait ou montait, pour ainsi dire, à volonté. Ces observations faites, voyons comment les chiffres de M. de Woght s'appliquent à l'assolement triennal dont nous avons parlé.

1560 kil. de blé supposent une fécondité de 689°52, et en admettant une puissance de 8°, nous avons une fertilité de $\frac{689,52}{8} = 86°2$. Ces 1560 kil. de blé ont consommé une fertilité exprimée par $\frac{15,60 \times 19,68}{8} = 38°37$. De plus les 2,200 kil. d'avoine consomment une fertilité exprimée par $\frac{22,00 \times 19,68}{8} = 54°12$; la perte totale de fertilité aurait donc été dans ces deux récoltes $38,37 + 54,12 = 92°,49$. On la répare au moyen de 20,000 kil. de fumier donnant 50° de fertilité. Le déficit sera donc de 42°49 à chaque rotation; mais pour obtenir l'égalité, il suffirait de changer le chiffre de la puissance et de supposer qu'elle fût de 14°,799, car nous avons alors $\frac{15,60 \times 19,68 + 22,00 \times 19,68}{14,799} = 50°$.

Or, comment se décider entre le chiffre 8 et le chiffre 14,799? Ce terme de la puissance qui n'a pas d'autre mesure réelle que les besoins du calcul, sera toujours arbitraire

et répandra son incertitude sur toute la méthode. Aussi, après quelques années de tentatives pour appliquer à l'exploitation de Grignon la méthode de M. de Wogth, a-t-on fini par y renoncer. Elle laissait un champ trop vaste ouvert aux hypothèses pour que des esprits éclairés ne s'en dégoûtassent pas bientôt.

Il fallait d'autres travaux pour satisfaire les agriculteurs éclairés, il fallait que l'esprit expérimental pénétrât dans leurs opérations avec le mètre et la balance ; il fallait qu'à l'imitation des autres arts, cessant d'être livrée à l'empirisme, l'agriculture prît le besoin et le goût de l'exactitude. Les travaux d'Ingenhousz, de Priestley et surtout ceux de T. de Saussure avaient prouvé que les végétaux s'assimilaient le carbone de l'atmosphère, et que c'était en grande partie à cette source qu'ils puisaient celui qui entrait dans leur composition ; qu'ils y absorbaient aussi l'oxygène de l'acide carbonique ; qu'en décomposant l'eau, ils s'appropriaient une partie de l'oxygène et de l'hydrogène qui la composent ; mais que l'eau et l'air puisés dans l'atmosphère étaient des aliments insuffisants pour opérer l'entier développement des plantes, et qu'il fallait qu'elles pussent trouver dans le sol une plus grande abondance de ces principes, qu'elles en extrayaient au moyen de leurs racines (1). A cette époque on savait déjà que certaines parties des végétaux contiennent aussi de l'azote ; on signalait, en particulier, le gluten des céréales comme possédant cet élément ; mais on regardait ce cas comme une exception et l'on admettait, qu'en général, la présence de l'azote était le caractère propre des substances animales. Si l'on ajoute à ce que nous venons de dire que Th. de Saussure avait analysé les cendres des plantes et y avait trouvé les alcalis, les sels terreux que l'on retrouve dans les sols arables, on aura l'idée exacte du point auquel on était alors arrivé relativement à l'alimentation végétale, et l'on reconnaîtra que c'est de cet

(1) Ingenhousz, *Expériences sur la végétation ;* Senebier, *Traité de physiologie végétale ;* de Saussure, *Recherches sur les végétaux.*

excellent observateur que datent les progrès de la théorie agricole, progrès tels, qu'en comparant la science actuelle à ce qu'elle était avant lui, on a pu dire : *Exiguum tempus si computes annos ; si vices rerum, ævum putes.*

Une petite note de M. Gay-Lussac (1) servit de point de départ à de nouveaux progrès. Il annonça que le caractère prétendu de l'animalité n'était pas univoque, que toutes les semences des plantes contenaient de l'azote, même quand elles ne contenaient pas de gluten. « C'est là, dit-il, ce qui explique la qualité si nutritive des graines ; l'étonnante fertilité, comme engrais, des résidus qu'elles laissent après l'extraction de l'huile, et réciproquement aussi la nécessité, dans les engrais, de matières animales. Plus cette matière sera abondante et plus les engrais auront de puissance végétative, surtout à l'égard des plantes dont les semences et *quelquefois les feuilles*, comme dans le tabac, s'assimilent une grande quantité de matières animales. Enfin, on comprend plus aisément l'épuisement du sol, plus grand pour certaines plantes que pour d'autres ; l'avantage de ne pas laisser se développer les graines inutiles, etc. La présence d'une matière azotée dans les semences est sans doute une condition essentielle de leur fécondité et de leur développement, qui doit avoir lieu pour tous les corps organisés. »

Cherchant par la voie expérimentale quel peut être le rôle de la matière azotée dans l'organisation des végétaux, M. Payen constata alors que cette matière est d'autant plus abondante dans les différentes parties d'une plante, que les tissus sont plus jeunes ou doués d'une plus grande énergie vitale. Il en conclut que les principales fonctions de la vie des plantes sont accomplies sous l'influence de matières azotées ou quaternaires, analogues par leur composition aux substances qui forment les organes des animaux, et qu'enfin la vitalité des plantes diminue à mesure que les parois des

(1) *Annales de chimie*, 1833, tome 53, page 110.

cellules ou des fibres s'épaississent par la sécrétion de cellulose pure ou injectée de matière ligneuse (1). Ces recherches analytiques où il retrouvait les matières azotées dans les cellules et les vaisseaux, dans les membranes de tous les organes des végétaux, liaient définitivement la physiologie végétale aux recherches qu'il avait déjà faites en 1824 sur les engrais azotés et sur leur évaluation tirée de leur dosage en azote (2). Davy avait montré de son côté la grande efficacité du carbonate d'ammoniaque sur la végétation, et l'avait attribuée à ce que ce sel renferme tous les éléments constitutifs des plantes : le carbone, l'hydrogène, l'oxygène et l'azote. Tout conspirait donc à modifier les idées que l'on s'était formées de la nutrition végétale et par là aussi de la théorie de l'agriculture.

On en vint à comprendre que le meilleur aliment des végétaux, aliment auquel on donnait le nom d'engrais, est celui dont la composition se rapprochait le plus de la leur ; que parmi les éléments qui composent cet engrais, l'azote doit être en surabondance, parce que les plantes ne peuvent le tirer d'une autre source, comme elles le font pour le carbone, l'oxygène et l'hydrogène; et que d'ailleurs il s'y trouve généralement sous la forme de carbonate d'ammoniaque, fort sujet à s'évaporer si l'on n'use de grandes précautions ; que d'un autre côté, il fallait éviter aussi que l'azote ne fût engagé dans des corps non susceptibles de fermentation, et par conséquent de désagrégation, qui ne pourraient le céder aux plantes ; c'est ainsi que la houille inattaquable aux agents atmosphériques n'est pas un engrais quoiqu'elle soit azotée, comme le remarque M. Boussingault ; enfin, comme l'azote est, de tous les principes des engrais le plus rare, le plus difficile à obtenir et le plus cher, il était tout simple qu'il devînt l'unité de mesure pour juger de leur valeur positive et relative.

(1) *Mémoires des savants étrangers*, t. VIII, p. 163 et suiv.
(2) *Dictionnaire technologique*, tome XVII, p. 414 (1830).

A ces doctrines à priori, il fallait la confirmation de l'expérience agricole. MM. Boussingault et Payen entreprirent d'abord l'analyse d'un grand nombre d'engrais pour déterminer la proportion d'azote qu'ils contenaient, et dès lors l'identité de leur valeur commerciale et de leur teneur en azote pouvait sembler un préjugé favorable; car la valeur commerciale résulte de l'opinion que l'on s'est formée de l'utilité de l'objet, et se rapproche par conséquent de la valeur réelle. Ce n'était pas assez: M. Boussingault voulut compléter la démonstration par les résultats de la pratique en grand. Tous les produits agricoles d'une ferme furent pendant plusieurs années soumis à l'analyse, ainsi que les engrais fournis aux terrains, et c'est de cette grande expérience que l'on peut véritablement dater l'époque de l'établissement définitif de la théorie agricole. Tous les principes posés par Thaër, toutes les prévisions de la théorie furent confirmés, et avec cette belle démonstration on obtint des chiffres exacts pour la localité, suffisamment approchés pour les autres lieux, au moyen desquels il fut possible de donner un appui aux calculs agronométriques.

Remarquons ici que les engrais ont fourni moins de substances combustibles et gazeuses et plus de matières fixes oxygénées que les plantes n'en contenaient. Le complément des premières est indubitablement fourni par l'atmosphère, sans quoi la culture s'appauvrirait graduellement. De plus, l'on exporte chaque année par la vente une partie considérable des produits, soit les graines, soit les racines, et les fourrages eux-mêmes, sous forme de lait et de chair. Il y a donc un véritable déficit auquel il faut pourvoir; et dans ce cas l'auteur le comblait au moyen de cendres de tourbe achetées, et par le fourrage de prairies naturelles, qui, profitant seulement des principes fertilisants apportés par les eaux et l'atmosphère, déversaient leurs produits sur les terres cultivées. Ainsi, l'exportation par la vente étant chaque année de 6 kil. d'acide phosphorique, et de 9 kilog. d'alcali par hectare, et

TABLEAU

DES DIVERSES CULTURES DE M. BOUSSINGAULT.

Les cultures qui faisaient l'objet des études de M. Boussingault sur le domaine de Bechelbronn près de Haguenau se divisent en cinq assolements différents :

I.	II.	III.	IV.	V.
1 pommes de terre	1 betteraves	1 pommes de terre	1 jachère	topinambours,
2 froment	2 froment	2 froment	2-3 froment	clos séparé.
3 trèfle	3 trèfle	3 trèfle		
4 froment et navets	4 froment et navets	4 froment et navets		
5 avoine	5 avoine	5 pois		
		6 seigle		

Les produits principaux et les produits accessoires (paille, tiges), les résidus des récoltes (chaumes, racines), furent pesés à l'état *normal* (à l'état de dessiccation où on les amène au moyen de l'exposition à l'air et au soleil) et à l'état complétement sec. Ils furent incinérés ; on fit l'analyse complète de tous ces produits jusques et y compris les cendres ; puis on soumit les engrais aux mêmes recherches. Pour nous borner aux résultats obtenus du premier assolement, il faut joindre aux 5 hectares sur lesquels il avait lieu, 2 hectares de topinambours qui concouraient avec eux à compléter une fraction de l'exploitation totale de 7 hectares d'étendue. Enfin, l'auteur ne fait pas entrer individuellement dans ses calculs les résidus accessoires des récoltes : nous avons dû les calculer proportionnellement à ces récoltes d'après le tableau de la récolte de 1839 (1).

	carbone	hydrog.	oxyg.	azote	acides phosph.	acides sulfure	acides chlore	chaux	magnés.	potasse et soude	silice et fer
Éléments des produits et des résidus des 5 hect.	8383,1	973,3	7172,9	250,7	82,8	30,1	18,6	126,2	62,0	246,0	340,5 (2)
Tubercules de topinambours.....	4763,0	638,0	4763,0	274,2	71,2	14,6	10,6	15,2	11,8	293,6	85,8
Total.....	13146,1	1611,3	11935,9	524,9	154,0	44,7	29,2	141,4	73,8	539,6	426,3
Éléments des engrais.....	7105,7	821,9	5048,8	391,4	189,0	659,6	68,2	1141,5	225,0	720,3	11794,0
Différence.....	—6040,4	— 789,4	— 6887,1	—133,5	+ 35,0	+614,9	+39,0	+1000,1	+151,2	+181,7	+11367,7

1) *Économie rurale* de M. Boussingault, t. II, p. 318.

(2) Voyez *ibid.*, t. II, p. 336 et 301.

chaque hectare de prairie rendant 4,000 kilogrammes de foin dont les cendres contenaient :

	Kil.
acide carbonique.....	17,8
— phosphorique....	13,2
— sulfurique.....	6,6
chlore.....	6,3
chaux.....	43,7
magnésie.....	17,6
silice.....	76,9
oxyde de fer.....	4,6
potasse et soude.....	57,3,

on voit qu'il fallait l'engrais produit par 1 hectare de prairie pour fournir le supplément de phosphore à 2 hectares de terre en culture, et cet engrais produisait aussi l'alcali nécessaire à 5 hectares de terre.

Dans le tableau ci-dessus, on voit aussi que l'ensemble des récoltes présente un excédant de 135,5 kil. d'azote sur celui des engrais, quantité d'azote sur laquelle les topinambours fournissent 86 kilog. pour 52,880 kilog. de tubercules ou 0,16 kilog. sur 100 kilog. de tubercules récoltés. M. Boussingault admet comme probable que les plantes soutirent à l'atmosphère une quantité de matières organiques supérieure à ce que l'on pouvait imaginer (1), et cette expérience le met hors de doute. Nous avons vu (2) que c'est l'ammoniaque et les nitrates répandus dans l'atmosphère qui sont la source de cette restitution des matières azotées. Cette ammoniaque est absorbée par le sol, principalement quand il est argileux ou chargé d'oxyde de fer ou de terreau, et quand il est ameubli pour les cultures ; elle l'est aussi par les feuilles des plantes vivantes selon leur propre force de succion, qui varie selon les espèces. On ne pouvait compléter la théorie des assolements qu'en cherchant le chiffre exact de ces absorptions. Nous avons déterminé nous-même, pour nos départements du

(1) *Economie rurale*, t. II, p. 259.
(2) Tome I, pages 121 et suivantes, deuxième édition.

midi et par l'observation en grand, ce que les terres gagnent par les travaux de la jachère ; nous avons ensuite cherché dans les expériences des auteurs les plus accrédités les résultats de l'absorption des différentes plantes. L'avenir perfectionnera chaque jour ces données.

Il y avait aussi un élément de calcul indispensable pour arriver à des déterminations suffisamment exactes.

Le sol ne se trouve pas complétement épuisé après une récolte quelconque ; la culture du blé, quand elle réussit, ne s'empare, par exemple, que des 0,29 de l'azote contenu dans nos engrais de ferme ; mais chaque plante a une aptitude particulière à s'emparer d'une aliquote plus ou moins considérable de l'engrais, aptitude qui varie selon les saisons, mais dont il fallait au moins déterminer la moyenne ; c'est ce que nous avons cherché avec soin dans la partie de cet ouvrage qui traite de la *Phytologie*. C'est le résultat de ces trois ordres de recherches que nous avons fait saillir et qui complète pour nous la théorie des assolements. 1° Quelle est l'absorption de substances fécondantes de l'atmosphère faite par le sol cultivé? 2° Quelle est celle opérée par les plantes? 3° Quelle aliquote de fertilité les plantes puisent-elles dans la masse totale d'engrais contenu dans le sol? Les analyses nouvelles, les observations faites en différents temps et en différents lieux et sous l'influence de circonstances variées, serviront à corriger et à rectifier nos chiffres ; mais, dès à présent, nous possédons des appréciations assez satisfaisantes pour qu'on puisse s'en prévaloir et sortir du vague dans lequel la science agricole était plongée.

Est-ce la paresse d'esprit? est-ce le peu d'habitude des calculs? est-ce la défiance des résultats obtenus par des savants aussi éclairés que les Boussingault, les Liebig, les Payen, et avec tous les moyens de la science moderne? est-ce un préjugé fatal contre l'application des procédés scientifiques à l'agriculture, qui retient encore tant d'honorables et habiles cultivateurs dans l'ancienne ornière? Quand nous interro-

geons les élèves, ceux même des écoles célèbres, que nous leur demandons la quantité d'engrais que requiert la culture d'une plante donnée, ce qu'elle laisse en terre, ce qu'elle reproduit, et que nous trouvons leurs réponses toujours basées sur les plus vieilles et les plus incomplètes données, sur des fumures, des demi-fumures, des quarts de fumure, dont ils ignorent la force et la propriété; quand nous les voyons estimer d'une manière si erronée les restitutions produites par les plantes améliorantes et la valeur relative de leurs fourrages, il nous semble encore être aux temps où les disciples d'Aristote poursuivaient ceux de Descartes, et où, plus tard, les Cartésiens persistaient à soutenir le roman de leurs tourbillons contre l'évidence des calculs de Newton.

CHAPITRE II.

SYSTÈMES POUR EXPLIQUER LA THÉORIE DE L'ALTERNANCE.

Antipathie supposée des plantes.

Nous avons signalé dans le chapitre précédent les pas qu'a faits avec tant de lenteur la théorie des assolements. Avant d'en développer les conséquences pratiques, nous devons exposer l'histoire des hypothèses, qui marchent parallèlement avec la théorie, qui obtiennent encore plus de crédit que celle-ci dans l'esprit de beaucoup de cultivateurs; il faut les apprécier, les juger, admettre ce qu'elles ont de vrai, et condamner sans pitié les idées fausses qui encombrent encore le champ de la science.

La première de ces hypothèses consiste dans une cause occulte qui fait dépendre la nécessité de la succession des différentes plantes, de l'antipathie qu'elles ont pour elles-mêmes, ou qu'elles ont pour d'autres plantes. C'est ainsi, dit-on, que plusieurs récoltes de céréales ne peuvent pas se succéder sans s'amoindrir graduellement, même en leur

fournissant les engrais qu'elles nécessitent; c'est ainsi que le blé réussit moins bien après la pomme de terre et la betterave, qu'après les fèves et les pois; que sa farine est moins belle après le trèfle et la luzerne. Mais, tout en admettant la réalité de plusieurs de ces faits, il est bon de voir jusqu'à quel point ils s'étendent, celui où ils s'arrêtent, celui où ils disparaissent, afin de pouvoir substituer des règles physiques à ce mot vague d'antipathie qui n'explique rien que l'impuissance de ceux qui s'en contentent.

La croyance des antipathies était déjà admise dans l'antiquité; Virgile, après avoir décrit la culture ordinaire, celle qui procure à la terre un repos d'un an après une récolte de blé, après avoir montré que, cependant, on pouvait, au moyen des engrais, lui faire porter une récolte intermédiaire d'une autre espèce, et que c'était ainsi que les champs se reposaient par le changement des semences, aussi bien que par la jachère, Virgile exprime l'idée d'antipathie dans ce vers :

Sic quoque mutatis requiescunt fœtibus arva.

Virgile n'admet pas que, même avec les engrais, une seconde récolte de blé eût pu être aussi profitable. Ce fait qui se présente le plus généralement dans la culture n'est pas sans exemple, et il faut en examiner les circonstances avant d'établir en principe l'antipathie du blé pour lui-même.

Nous avons cité un champ près de Nîmes, cultivé pendant quarante ans de suite en céréales. Chancey constate qu'un cultivateur des environs de Lyon avait semé du froment pendant vingt années consécutives dans un champ, et avait recueilli annuellement une bonne moisson (1). Mais sans recourir à ces exemples extraordinaires, nous avons journellement sous les yeux, dans notre midi, ces répétitions de culture sur les défrichements de prairies et dans les assolo-

(1) Yvart, *Assolements*, page 42.

mènts avec luzerne ; dans celui de Nîmes, on répète le blé trois ou quatre ans de suite après ce fourrage et deux ou trois fois après le sainfoin. Il y a donc une cause qui fait réussir dans certains cas et échouer dans d'autres les récoltes successives de blé. Cette cause, c'est que, dans ces contrées, la moisson se fait en juin et que l'on a tout le temps de labourer la terre, de l'ameublir, de détruire les herbes adventives qui poussent après les pluies de septembre et d'octobre, pour confier les nouvelles semences à un sol bien préparé, dans la seconde moitié d'octobre et la première de novembre. Si les cultures préparatoires sont mal faites, les récoltes de blé se souillent de plus en plus de ces herbes sauvages qui mûrissent et se disséminent avant la moisson, et l'on voit évidemment, par le résultat de cultures bien faites, que ce n'est pas l'antipathie du blé pour lui-même, mais l'hostilité de la végétation hétérogène, maîtresse du sol, qui étouffe le blé et diminue ses produits. Moins il reste de temps, par l'effet du climat ou de la nature du sol, entre les moissons et les semailles, plus l'humidité précoce de l'été et la douceur de l'automne favorise la reproduction des plantes adventives, et moins le blé peut immédiatement se substituer à lui-même ; et l'on voit que, pour l'expliquer, on n'est pas obligé de recourir à la cause occulte d'une antipathie prétendue.

C'est évidemment au même phénomène de la concurrence d'espèces rivales, plus ou moins promptes à germer, à grandir, à s'emparer du terrain que l'on doit rapporter ce que l'on a nommé les assolements naturels des forêts, ou plutôt l'alternance des diverses espèces d'arbres ; de sorte que le bouleau et le tremble succèdent au chêne sur le terrain qui a été dépouillé de ce dernier ; que les arbres résineux empiètent sur les terrains des arbres feuillus et réciproquement. Dans ce genre, l'exemple le plus cité est celui de l'envahissement des terrains peuplés de chêne par le hêtre après l'extirpation du chêne et quoiqu'on ait réservé à celui-ci de nombreux porte-graines. Cela s'explique tout natu-

rellement par la disposition des fruits de hêtre à germer à l'abri de la lumière et par la répugnance de ceux de chêne à pousser dans de telles circonstances. Il suffit donc de quelques hêtres pour peupler le terrain de cette essence sous le couvert épais des chênes qui ne peuvent s'y propager, et après la coupe, on voit le chêne remplacé par les jeunes plants de hêtre déjà en possession du terrain. C'est ce qui arrive dans les coupes sombres du système allemand, et ce que l'on ne voyait pas dans les coupes avec baliveaux de l'ancien système, où le chêne se maintenait indéfiniment d'âge en âge, en possession du même sol. L'histoire et la tradition font foi de la perpétuité des essences dans nos anciennes forêts. C'est aussi pour la même raison que le chêne succombe dans son association avec l'épicéa et le sapin, dont les graines ont les mêmes dispositions que celles du hêtre, tandis que le hêtre, le sapin et l'épicéa croissent, prospèrent et se multiplient ensemble sur le même terrain. D'un autre côté, le chêne et le châtaignier repoussent de pied et persistent, quand les arbres verts viennent à disparaître. La légèreté des graines du bouleau et des trembles, transportées par les vents, ensemencent les vieilles futaies, et une génération nombreuse de bois blanc remplace tout à coup les arbres durs.

La diminution progressive des récoltes de blé non interrompues, sur un sol qui ne possède pas un degré indéfini de fertilité, s'explique tout naturellement par l'épuisement, de cette fertilité. Cet épuisement n'est pas subit, il n'est que graduel, parce que le blé n'emprunte que les 0,29 de l'engrais ; il finit ainsi par trouver son terme quand le prélèvement de fertilité fait par la récolte se trouve égal à l'apport qui est fait par l'atmosphère. Nous avons dit que la jachère restituait à la terre 9,27 kil. d'azote par hectare et 18,54 kil. pour 2 ans. Un hectolitre de blé enlève 2,05 kil. d'azote ; ainsi donc quand la récolte sera réduite à $\frac{18,54}{2,05} = 9^{\text{hect.}},04$

dans l'assolement alterne avec jachère, elle se maintiendra à ce niveau.

Mais cette persistance observée dans toutes les terres soumises de temps immémorial à la culture unique du blé, prouve bien que la diminution progressive qui l'a précédée ne provient pas de la prétendue antipathie, mais rentre dans les règles ordinaires de l'épuisement. Nous n'avons fait entrer dans ce raisonnement que l'épuisement de l'azote ; nous aurions obtenu des résultats analogues de l'épuisement des autres éléments, et c'est ainsi, par exemple, que l'exportation prolongée du grain de froment aurait appauvri le sol de magnésie et de phosphates, qui pourraient manquer aux récoltes subséquentes, si l'on n'en faisait pas la restitution ; c'est ainsi que le pâturage des vaches laitières épuise le sol plus rapidement encore de phosphates, exportés avec leur lait.

Ces mêmes faits d'épuisement servent à résoudre une foule de cas que l'on a voulu expliquer par des antipathies ; prenons les plus apparents.

Quand Schübert eut introduit la culture du trèfle en Bavière et imprimé par là un mouvement si remarquable à son agriculture, on crut s'apercevoir que, dans l'assolement qu'il avait indiqué (1 pommes de terre, 2 orge, 3 trèfle, 4 blé), le trèfle s'affaiblissait à chaque retour et qu'un intervalle de quatre ans était insuffisant pour rétablir le sol et lui permettre d'en porter de nouveau. La terre, disait-on, se rassasiait de trèfle. Cette observation a été réitérée dans un grand nombre de lieux. Thaër (§ 370) fut le premier à repousser cette imputation. Il affirma qu'après une expérience de vingt ans, le trèfle semé tous les quatre ans à la même place devenait de plus en plus beau, si on l'établissait sur un terrain bien net, bien travaillé et bien fumé. Mathieu de Dombasle cite l'exemple du fermier Leroy qui semait du trèfle dans une terre suffisamment riche, enterrait la dernière coupe en vert, et par ce moyen voyait prospérer constamment

cette plante (1). La Flandre entière et l'Angleterre voient revenir le trèfle sans interruption dans les assolements quadriennaux.

On ne peut pas dire ici que le fait du prétendu rassasiement vienne d'un épuisement absolu, car il se ferait sentir sur les autres genres de récolte, ce qui n'a pas lieu, et les céréales, par exemple, continuent à donner les produits ordinaires dans ces assolements. Mais si l'on considère la grande consommation que la pomme de terre fait de potasse et combien le trèfle en est avide, on pourra soupçonner, avec M. Boussingault (2), que si l'on se borne à rendre au sol les engrais produits par le fumier dont on emprunte une grande partie de la récolte, un déficit de 2480 kilog. de potasse et de soude résultant de la continuité d'une rotation, ne soit la véritable cause de ce défaut de réussite ; à moins qu'à l'imitation des Flamands on n'ait recours aux engrais extérieurs ou qu'on n'ajoute en nature aux engrais les éléments qui leur font défaut. La preuve en est d'ailleurs, que dans les terrains naturellement riches en alcalis, dans ceux qui sont arrosés par des eaux qui en contiennent, les trèfles garnissent abondamment le fond des prairies, s'y maintiennent et s'y propagent à perpétuité, tandis qu'ils manquent et sont remplacés par des graminées dans les sols où les alcalis et la chaux viennent à faire défaut. Donnez des cendres et du plâtre ou de la chaux à ces prairies et vous y faites reparaître le trèfle comme par enchantement.

La luzerne présente une modification de ce phénomène. On sait que la terre se *rassasie* aussi de cette plante et que ce n'est qu'après un assez grand nombre d'années qu'elle revient avec succès sur le sol qu'elle a occupé une fois, et cependant si le terrain a été bien fumé, le semis sera aussi épais et aussi beau à la dixième qu'à la première fois; mais la plante

(1) *Annales de Roville*, t. VIII, p. 289.
(2) *Économie rurale*, t. 2, p. 342.

paraît évidemment souffrir à mesure qu'elle avance en âge, et sa durée est beaucoup moins longue qu'elle ne l'était auparavant. C'est que la luzerne ayant peu de radicelles latérales se nourrit par l'extrémité de son pivot, qui s'allonge toujours et parvient ainsi dans les couches profondes déjà épuisées par les anciennes luzernes, et que les engrais n'ont pu pénétrer jusqu'à ces profondeurs. Cela est si vrai que si l'on plante de la luzerne en coupant son pivot, et la forçant ainsi à pousser des racines latérales et à se nourrir dans la couche supérieure du sol, elle prospère et produit également dans la terre qui a été *rassasiée* et dans celle qui n'a jamais porté cette plante. Cela est si vrai que le véritable moyen d'établir et de perpétuer un assolement avec des luzernes sur un terrain, c'est de ne pas les laisser vieillir, mais de les défricher encore dans leur jeunesse et dans toute leur vigueur à la fin de la quatrième année au plus tard, et avant qu'elles n'aient pénétré dans les couches du sol que ne peuvent atteindre les extraits solubles des engrais.

Le même effet se représente dans les pépinières des arbres à long pivot. M. Evon cite, pour appuyer l'hypothèse de l'alternance des forêts, un fait qui mérite d'être remarqué (1). Dans ses pépinières de mélèzes, ses arbres étaient enlevés à deux ans, ayant acquis alors la taille d'un mètre; si l'on replantait le même terrain en mélèzes, ils étaient déjà moins forts que les premiers; si l'on en replantait une troisième fois, on en perdait un grand tiers, et ceux qui restaient étaient petits et chétifs après la période de deux ans. Le fumier ne réparait pas le terrain mais si on l'ensemençait en avoine et puis en trèfle, qu'on eût soin d'enfouir celui-ci par un labour, on pouvait y repiquer des mélèzes avec un plein succès; et ici, dit l'auteur, il n'y avait pas épuisement du terrain, puisque l'avoine et le trèfle y donnaient de belles productions. Non, sans doute, il n'y avait pas épuisement de

(1) *Journal d'agriculture pratique*, juillet 1846, p. 359.

de masse du terrain, pas plus par le mélèze que par la luzerne à laquelle succédait de beau blé, mais il y avait épuisement des couches profondes ; quand le pivot du mélèze y était arrivé, il cessait d'y trouver sa nourriture, et il fallait que la filtration et le mélange eussent rétabli leur richesse pour qu'une nouvelle culture de cet arbre y devînt possible.

Les mêmes causes agissent sur le lin pour empêcher son retour immédiat. Il doit être d'autant plus retardé que le terrain est plus profond et que la racine s'enfonce davantage (1). En Belgique, on croit ne pouvoir semer du lin que tous les neuf ans ; dans l'Aisne, où le sol a moins de profondeur, il revient tous les trois ans. Le lin puise principalement dans le sol les phosphates et les silicates alcalins, et la luzerne s'approprie surtout les sels calcaires et ammoniacaux ; il en résulte que ces deux plantes à racines profondes peuvent se succéder l'une à l'autre sans inconvénient. Pour constater encore mieux ces effets, nous avons fait huit récoltes consécutives de lin, dans un terrain bien fumé qui était placé sur un pavé sous-jacent à une profondeur de 20 centimètres, et la dernière s'est comportée comme les précédentes, sans apparence que le terrain fût rassasié de cette plante.

Si l'on en croit quelques auteurs, les pois forment un exemple remarquable. M. Sageret dit que dans la plaine du Point-du-Jour, près de Paris, les cultivateurs craignent de semer cette plante dans des terres qui en ont porté dix ans auparavant, et louent beaucoup plus cher celles qui n'en ont jamais porté (2). Schwerz ne cite pas ses propres expériences que nous croirions volontiers ; mais il rappelle deux passages, l'un d'Arthur Young, qui remarquait que généralement les pois réussissent mal lorsqu'ils reviennent à de trop courts intervalles dans le même terrain, et qui, pour cette raison,

(1) Tome IV, page 548.
(2) Yvart, *Assolements*, page 263.

conseillait un intervalle de neuf à dix ans ; l'autre, de Koppe, qui affirmait que partout où l'on faisait revenir les pois sur un terrain avant un intervalle de six ans, il remarquait qu'ils rendaient en paille, mais bien peu en grains (1). A ces allégations, Thaër a répondu d'avance ainsi qu'il suit : « Quelques personnes sont dans l'opinion que les pois ne réussiraient pas dans un champ qui n'en aurait pas encore rapporté, et, en conséquence, les sèment sur les terres où, depuis longtemps, elles ont l'habitude de les cultiver. Cela est un pur préjugé, si d'ailleurs il n'y a pas d'autres causes qui rendent les autres champs impropres à la culture des pois. D'autres, au contraire, craignent que les pois ne dégénèrent s'ils reviennent souvent à la même place ; mais l'expérience ne confirme pas cette opinion, si, entre deux, on fume et que l'on donne au terrain une culture accomplie (2). »

Voici maintenant le résultat de nos observations. Sur les bords de la Durance, on sème, chaque année et de temps immémorial, les pois sur le même terrain ; nous sommes entourés ici à Orange, et sur des sols sablonneux de qualité inférieure, de cultures non interrompues de pois ; M. Blanc, qui nous aide dans nos observations météorologiques, a cultivé vingt ans de suite des pois sur le même terrain. Il est facile de se rendre compte de ce qui arrive à cette culture, beaucoup plus facile à manquer que tant d'autres, si l'on ne saisit pas bien ce qui fait son caractère principal. Si l'engrais est insuffisant, la récolte reste chétive ; s'il est trop abondant, on produit des tiges, des feuilles et point de fruits ; c'est ce que Koppe signale comme le non-succès qui suit les récoltes réitérées de pois. Pour obtenir 100 kil. de pois, il faut fournir à la terre 2,15 kil. d'azote, et le produit en grains et en paille, dose 11,20 kil. d'azote. C'est donc sur les engrais atmosphériques qu'il faut compter principalement. Or,

(1) *Culture des grains farineux*, page 571.
(2) Thaër, § 1094.

ces engrais dépendent entièrement des saisons, des pluies, des rosées plus ou moins chargées d'ammoniaque. C'est surtout à cet égard que les années se suivent et ne se ressemblent pas. Tous les produits dépendant de ces causes incoërcibles sont des produits chanceux. Ainsi, il est probable que sur une succession d'années, il y en aura un certain nombre dont la récolte sera mauvaise : de là des observations superficielles. On attribue à la récolte qui a précédé le non-succès qui l'a suivi; et si l'on veut s'assurer une bonne récolte par des engrais plus abondants, l'on n'a plus qu'un magnifique fourrage sans graines. Telle nous paraît être l'explication des préjugés répandus sur les cultures des pois, cultures dans lesquelles avec un peu d'attention on voit les causes naturelles remplacer les causes occultes toujours si bien accueillies par l'ignorance et la paresse.

Que la culture réitérée de la garance sans engrais épuise le terrain, et que ses produits baissent à chaque retour, c'est ce qui ne doit étonner personne. Mais que cette diminution de produit ait lieu aussi sur des terrains que l'on fume abondamment, quand on veut réitérer plusieurs fois la culture sans intermédiaire, sur le même terrain, tandis qu'elle réussit bien, avec une somme moins considérable d'engrais, si l'on intercale entre ses cultures une luzerne, un sainfoin, plusieurs récoltes de blé, etc.; voilà ce qui semblerait plus difficile à expliquer, si une observation attentive ne nous avait conduit à trouver la raison de ce phénomène.

On se rappelle que pour assurer les récoltes de racines de patate, nous les avons plantées sur un terrain battu, et que sur une terre ameublie profondément, elles ne nous donnaient que des fibres et de très-petits tubercules ; nous avons aussi éprouvé un effet pareil avec les pommes de terre; un labour profond compromet leur production, les tiges deviennent magnifiques, mais on n'a que des racines fibreuses et peu de tubercules ; tandis que le *lazy-bed* des Irlandais,

c'est-à-dire la plantation sur un gazon non retourné donne des récoltes assurées, si le terrain est suffisamment riche. La garance n'échappe pas à cette loi qui régit toutes les racines dans un terrain profondément ameubli par les travaux qu'exigent l'arrachage de cette plante; un nouveau semis multiplie des radicelles très-minces qui ne peuvent constituer un produit; les tiges deviennent luxuriantes et l'on a travaillé comme si l'on avait pour but d'obtenir du fourrage et non des racines, d'autant plus fortes et plus ramassées qu'elles sont moins nombreuses pour chaque plante.

Ainsi après une récolte de garance, il conviendra de cultiver des fourrages artificiels, comme la luzerne et le sainfoin qui, durant plusieurs années, laissent au terrain le temps de s'asseoir, de se plomber, avant de revenir à une nouvelle culture de garance.

Mais si les prétendues antipathies dont nous venons de parcourir la série ne peuvent se soutenir; si elles dépendent toutes de vices dans les moyens de nutrition fournis à la plante; si elles sont des effets de disette et de surabondance, ou enfin de la facilité qu'elle éprouve à s'étendre dans un terrain ameubli, il y en a quelques-unes qui sont marquées d'un caractère particulier et dont l'examen nous conduit à de nouvelles conclusions. Qui n'a vu des champs de luzerne où il se forme des vides par places circulaires gagnant toujours en étendue, les plantes étant atteintes, du centre à la circonférence, d'une maladie contagieuse qui les fait périr? Si l'on arrache une des plantes malades, on trouve son pivot couvert d'un réseau de filets violets, production d'une plante parasite qui se nourrit sur ses racines; et il faut que les germes de ce cryptogame soient bien persistants: car après plusieurs années d'intervalle, on voit une nouvelle génération de luzerne en être atteinte à son tour, quoique la terre soit restée à l'état de labour pendant l'intervalle qui l'a séparée de la génération précédente. Cet effet désastreux qui exclut

nombre de terrains de la riche production de la luzerne, n'a rien de commun avec les antipathies des plantes entre elles.

Le mûrier présente un phénomène analogue. On le voit quelquefois périr subitement au moment de sa plus grande vigueur. Les feuilles se dessèchent, ainsi que le liber qui noircit; les racines se couvrent d'une pellicule blanchâtre. Les mûriers voisins sont successivement attaqués du même mal, et l'on voit ainsi périr de longues files d'arbres, sans qu'un seul soit épargné, si l'on ne prend pas des mesures promptes pour interrompre les communications entre les racines. Si l'on plante de jeunes mûriers à la place qu'avaient occupée les anciens, ils ne tardent pas à éprouver le même sort. On n'a pas encore bien défini cette maladie. La pellicule blanche dont nous avons parlé est-elle un végétal parasite des racines? ou bien y a-t-il un état de décomposition des tissus semblable à la gangrène, qui altère le suc de l'arbre primitivement malade, et par le contact se propage chez ses voisins? mais comme les mûriers sains succèdent fort bien aux mûriers sains avec la précaution de rendre au terrain la fertilité qu'il peut avoir perdue, et de bien le nettoyer des racines des arbres arrachés, racines qui vivent fort longtemps quoique séparées de l'arbre, on ne peut pas non plus attribuer l'accident dont nous avons parlé à ces prétendues antipathies.

D'autres parasites des tiges et des graines ne seraient pas moins à craindre, si, comme le dit Decandolle (1), la poussière du charbon des graminées tombait à terre pour y être absorbée l'année suivante par la nouvelle génération des plantes de cette famille et y déterminer le retour de l'infertilité, ce qui expliquerait, au reste, le peu de succès que l'on éprouve quelquefois du chaulage des grains.

Le tabac, le chanvre, les fèves sont menacés par la propa-

(1) *Physiologie*, page 1449.

gation des orobanches; les légumineuses par celle de la cuscute.

D'un autre côté, des insectes destructeurs s'attachent à certaines plantes et se multiplient d'autant plus que leur culture est plus étendue. L'altise n'apparaît souvent qu'après plusieurs années de la culture en grand des crucifères dans un pays, mais alors elle devient leur fléau ; les pucerons de la fève, le *Colapsisater* de la luzerne, la pyrale et les autres insectes destructeurs de la vigne apparaissent souvent au milieu des grandes cultures de ces plantes; les rats se multiplient dans les localités où les prairies artificielles occupent de grandes étendues. Tous ces faits peuvent suggérer au cultivateur d'introduire plus de variété dans ses cultures, une répétition moins fréquente des mêmes plantes dans les assolements, sans impliquer l'antipathie des plantes.

En voyant la pomme de terre se succéder indéfiniment dans les parcelles du paysan irlandais ; la betterave se perpétuer autour de nos sucreries indigènes; la patate dans les cultures des nègres de nos colonies ; les raves, les choux, les fèves, le maïs, le chanvre, la vigne dans une foule de lieux ; les herbes dans nos prairies pérennes, ne devrait-on pas être prémuni contre la généralisation de deux ou trois faits équivoques, ceux qui concernent le blé, la luzerne, le lin, dont l'analyse vient de montrer la véritable signification ? Nous ne craignons donc pas d'affirmer maintenant, que les prétendues antipathies des plantes de même espèce sont un véritable préjugé, provenant de traditions mal fondées, d'observations incomplètes, et qui doit se dissiper à la lumière d'une saine appréciation. En sera-t-il de même de l'antipathie de certaines plantes d'espèce différentes les unes pour les autres ? c'est ce que nous allons examiner dans le chapitre suivant.

CHAPITRE III.

Hypothèse de l'antipathie des plantes d'espèces différentes, les unes pour les autres.

L'antipathie la plus absolue citée par les auteurs serait celle qui existerait entre tous les genres de plantes et la famille des euphorbiacées; selon eux, aucune végétation ne peut prospérer, si elle succède à une abondante production de plantes de cette famille. Nous regardons, en effet, les euphorbiacées comme des plantes adventices fort nuisibles, mais pas plus nuisibles que les pavots, par exemple, ou les crucifères dont les générations se succèdent rapidement et qui infestent les champs mal cultivés. Les unes et les autres sont des plantes qui produisent en grande abondance des graines à périsperme charnu, huileux et très-azoté. Aussi infestent-elles et épuisent-elles à la fois les champs; mais l'expérience nous apprend qu'avec des engrais convenables on remédie à cet épuisement. Ainsi le ricin entre dans la culture en grand de plusieurs territoires de nos environs (Roquemaure, par exemple), et leurs habitants sont trop bons cultivateurs pour n'avoir pas apprécié les résultats de sa production sur les récoltes qui doivent suivre. Il y a quelques années, d'après le conseil de M. Decandolle, nous cultivâmes l'*euphorbia lathyris* comme plante huileuse. Elle réussit bien, produisit une grande abondance de graines, mais nous abandonnâmes cet essai à cause de la difficulté de la récolte. Les graines mûrissent successivement pendant l'été, les capsules éclatent et disséminent les semences; il faut recueillir, chaque jour, celles qui approchent de la maturité; mais le blé qui succéda aux euphorbes qui avaient été bien fumés réussit parfaitement.

Les cultivateurs savent que certaines plantes semblent mieux réussir après telle plante qu'après telle autre; ainsi le froment est plus beau après l'avoine de printemps, qu'après l'orge d'hiver (1), quoique la préparation du sol puisse se faire

(1) Thaër, § 366.

infiniment mieux après cette dernière, puisque la moisson est plus précoce que celle de l'avoine. L'aliquote de l'orge d'hiver et de l'avoine sont les mêmes ; mais si l'on suppose une récolte égale de part et d'autre, 100 kil. de grains d'orge emporteraient 2,74 kil., d'azote, et 100 kil., d'avoine seulement 2,206 kil. C'est donc une question d'épuisement, puisque l'orge a puisé dans le sol 23 pour 100, plus d'un quart en plus de l'avoine. C'est par la même raison que l'avoine succède très-bien à l'avoine, tandis qu'on obtient un chétif produit de l'orge semée sur l'orge et un très-beau de l'orge semée sur le froment dont l'aliquote n'est que de 0,29 et a beaucoup moins épuisé le champ.

Thaër cite encore (§ 366) une série de récoltes qui présentent des exemples d'antipathies apparentes. Selon lui, on a remarqué que l'orge réussissait moins bien après la carotte qu'après d'autres racines ; mais qu'en revanche les pois réussissent bien après les carottes, et qu'après les pois l'orge donnait de bonnes récoltes sans fumier. Examinons ce qui se passe dans ces différents cas : supposons un champ dont la fertilité soit représentée par 100 kil. d'azote, les carottes y prennent une aliquote de 0,40 ou 40 kil. de fertilité ; si l'on y sème alors de l'orge d'hiver qui prélève 0,56 de l'azote restant, il n'y prendra que 33,6 kil. d'azote, et l'on aura une récolte de 1,300 kil. d'orge. Semons des pois sur le champ qui vient de porter des carottes : ceux-ci ne prennent rien à la terre et leurs détritus suffisent pour lui restituer au moins les sucs que la récolte y puise ; il est donc naturel que l'orge réussisse bien après eux, pour peu que la terre soit en bon état quand on les a semés. Ainsi se trouve justifiée l'opinion des cultivateurs mecklenbourgeois rapportée par Thaër.

On se plaint que le blé réussit moins bien après la pomme de terre qu'après la jachère, même quand le terrain retient encore une dose suffisante de fertilité, qui devrait procurer une bonne récolte. On fait les mêmes reproches à la betterave ; mais ce fait tient à la récolte tardive de ces racines. Les la-

bours sont alors donnés à la terre dans un état d'humidité qui ne permet pas de l'ameublir, de mettre les semences des mauvaises herbes à découvert pour les forcer à germer avant le labour d'ensemencement ; il en résulte que le blé se trouve obligé de plonger ses racines dans des tranches de terre dure, et qu'au printemps, quand les gelées ont brisé les mottes, le champ est infesté d'une abondante production d'herbes adventices. Cela tient aussi, pour les pommes de terre en particulier, à la consommation considérable de potasse que fait cette plante. Si la récolte de ce tubercule a été bonne et si le terrain ou les engrais ne sont pas riches en alcalis, le blé doit y trouver difficilement ceux qui sont nécessaires à sa nutrition. On assurerait sans doute alors la récolte du blé, par l'incinération des tiges de pommes de terre, sur le champ qui les a portées et qui doit recevoir les céréales.

On a eu raison de dire que le blé venu après la luzerne et le trèfle était moins pesant, que son grain était moins plein, et sa farine moins belle ; mais ce n'est pas parce qu'il a succédé à ces plantes fourragères, mais bien parce qu'il est venu dans un terrain riche ; le même inconvénient se présente dans les terres fortement fumées. Cet état de fertilité favorise la végétation herbacée ; le périsperme des graines se développe aux dépens de son contenu. Qui ne sait que le meilleur grain, le plus recherché des boulangers est celui qui vient dans des terres sèches et pauvres ?

Nous ne faisons ici qu'indiquer la méthode par laquelle on peut analyser les faits qui se présentent dans les assolements divers. Leur étude attentive démontre que, malgré leur apparence anormale, ils rentrent avec facilité dans un de ces cas : ou défaut de bonne culture, ou défaut d'éléments nutritifs ; c'est ainsi que les exemples de prétendues antipathies se rangent dans la série des phénomènes les plus habituels du règne végétal.

CHAPITRE IV.

Théorie des assolements basée sur la variété des aliments des plantes.

Nous avons mentionné dans le livre de l'Alimentation végétale (1), que les plantes avaient une faculté d'élection qui leur faisait absorber, dans des proportions différentes, les éléments solubles contenus dans le sol, et qu'ainsi, pour prendre un exemple simple, dans un engrais qui renferme 40 d'azote et 50 de potasse et de soude,
le blé prendra 12 id. 8 de potasse
la pomme de terre 17 id. 22 id.

Mais ce n'est pas ainsi que l'entendaient la masse des cultivateurs, quand ils attribuaient des aliments différents aux différentes plantes. Ils croyaient qu'en effet un suc d'une nature particulière était affecté à chaque végétal, qui seul était apte à l'absorber par la succion de ses racines ; et que quand ces aliments convenaient à deux espèces de végétaux, le premier privait l'autre de sa nourriture propre, sans nuire aux végétaux qui venant ensuite se nourrissaient d'un suc différent, auquel les précédentes plantes n'avaient pas touché. Cette hypothèse n'est pas soutenable. Nous savons que les plantes absorbent à la fois toutes les substances solubles dans l'eau, même celles qui sont vénéneuses ; mais que les racines sont des filtres qui, soit par la différence de leurs calibres, soit par leurs propriétés vitales, ne les admettent pas toutes dans la même proportion ; qu'il se fait une élection entre tous les éléments, et qu'ainsi le résultat de l'assimilation ne présente plus les mêmes proportions qui existaient dans la solution absorbée : c'est ce que nous avons démontré dans le chapitre indiqué ci-dessus (Alimentation végétale, chap. II) et ce que l'on peut lire en détail dans les Recherches sur la végétation de Th. de Saussure (2). Mais des sucs particuliers

(1) Tome I, chap. *de l'alimentation végetale.*
(2) Page 255.

distincts des principes bien connus, sucs qui fourniraient des composés organiques spéciaux, sucs qu'aucune analyse n'a pu découvrir et qui n'existent en réalité que pour le besoin de l'hypothèse et par l'effet de l'imagination, ne sauraient être admis sérieusement dans la discussion.

Modifiée d'après les principes que nous venons d'admettre, l'opinion d'une faculté absorbante, spéciale à chaque plante, présente un côté de vérité qui doit entrer dans une théorie des assolements. Examinons, en effet, ce qui se passe dans la succession des cultures : supposons que nous voulussions faire plusieurs récoltes successives de pommes de terre, dans un sol qui aurait reçu un fumier normal de ferme dosant 4 kil. d'azote et 5,226 kil. d'alcalis (1); comme on a dans

		Azote.	Potasse et soude.
100	tubercules frais.....	0,36	0,48
23	fanes fraîches.....	0,03	0,09
		0,39	0,57

il est clair que l'engrais sera épuisé d'alcali, quand nous aurons $\frac{522,6}{0,57x} = 1$, ce qui nous donne $x = \frac{522,6}{0,57} = 916,8$ k de tubercules; mais alors nous n'aurons employé d'azote que $\frac{0.39 \times 916,8}{100} = 3,57$ kil. On voit donc qu'avec cette plante la consommation de la potasse va plus vite que celle de l'azote, et qu'elle vivra de plus en plus difficilement, si on n'ajoute pas de l'alcali à la dose que le fumier en possède naturellement.

Voyons maintenant ce qui se passe dans la culture du blé. Nous avons un engrais composé de 4 kil. d'azote, 2 d'acide phosphorique, 2,412 kil. de magnésie et 5,226 kil. d'alcalis minéraux. L'engrais sera épuisé quand l'élément qui est, rela-

(1) Tome I, page 599, deuxième édition.

tivement, en moins forte proportion dans l'engrais que dans la récolte, sera lui-même épuisé ; or, les éléments de l'engrais étant

	Azote.	Acide phosphorique.	Magnésie.	Potasse.
	100	100	100	100
ceux du blé seront	75	79	44	58

C'est l'acide phosphorique qui ferait défaut le premier et l'engrais cité plus haut serait épuisé quand nous aurions $\frac{2,00}{1,58\,x} = 1$; d'où $x = \frac{2,00}{1,58} = 1,27$ q^{l}. mét. de blé. Mais alors on n'aurait employé que $0,75 \times 1,27 \times 4 = 3,80$ kil. d'azote, $0,44 \times 1,27 \times 2,412 = 1,359$ kil. de magnésie, et $0,38 \times 1,27 \times 5,226 = 2,522$ kil. de potasse. Ainsi il faudrait ajouter au fumier de ferme destiné au blé une certaine quantité d'acide phosphorique (1), puis d'azote, ensuite de magnésie, pour que tous les éléments marchassent de pair avec la consommation de la potasse ; ou mieux, il faudrait faire succéder à la culture du blé, celle des pommes de terre qui, consommant plus de potasse et moins des autres éléments, rétabliraient l'équilibre. Sans ces précautions, le blé finirait par ne pas trouver les conditions nécessaires à sa nutrition complète.

Dans le but d'éprouver la vérité de la doctrine qui base

(1) Nous croyons avoir indiqué le premier (t. I, p. 97, 2e édition) que le phosphate se dissolvait dans l'eau chargée d'acide carbonique. On se procure en grand cet acide par différents moyens. Nos cuves vinaires en dégagent en abondance, ainsi que les fours à chaux. En débouchant des bouteilles pleines d'eau dans l'atmosphère de ce gaz, les laissant vides à demi, et agitant ensuite, on a de l'eau propre à la dissolution des os, dont on arrose les engrais.

Nous avons trop peu d'analyses complètes de végétaux pour dresser une table où serait exprimée la prééminence de leurs éléments ; mais le temps n'est pas loin où les nouveaux travaux de la chimie nous permettront de remplir cette lacune de la science. En attendant, on trouve dans ce que nous venons de dire la forme de calcul que l'on pourra suivre pour régler les doses des engrais des différentes plantes.

les assolements sur les éléments de nutrition des plantes, M. Macaire, savant physicien de Genève, à qui nous devons les belles observations qui feront le sujet du chapitre suivant, résolut de la soumettre à une expérience décisive. Voici comment il la décrit(1) : « Nous avons semé un carreau de terrain en froment, et après avoir soigneusement scié la récolte, nous avons pesé séparément la balle et la paille produites. Nous avons ensuite réparti dans le terrain en le labourant à la profondeur ordinaire, tout le produit de la récolte, blé, paille et balle, après avoir haché la paille et prévenu la germination du grain en l'étuvant à la température de l'eau bouillante. Cette opération ayant restitué au terrain tout ce qui en avait été retiré en éléments organiques et inorganiques et tout ce qui avait pu être puisé dans l'atmosphère, il est impossible de supposer que la récolte l'ait en aucune manière appauvri. S'il n'y a réellement rien de délétère dans une culture de blé pour une nouvelle culture de la même céréale, il nous semble que l'on ne voit aucun motif, toutes circonstances météorologiques égales d'ailleurs (ce dont on peut s'assurer en comparant le produit du champ voisin cultivé selon la méthode ordinaire); il n'y a aucun motif, disons-nous, pour que le produit éprouve une diminution. Néanmoins, une diminution assez notable de produit a été constatée, pour que, malgré le peu de temps qu'a duré l'expérience, on puisse conclure qu'il y a, dans la succession des plantes de familles diverses, quelque action favorable, et dans la succession des mêmes espèces ou de la même famille, quelque chose de nuisible à la végétation. »

Il est fâcheux que l'auteur ne nous donne pas le chiffre de la récolte qu'il a obtenue ; mais à son défaut, nous allons le faire et montrer ce qui peut avoir influé sur les résultats.

Les débris de la récolte n'ayant été soumis à aucune désagrégation, à aucune fermentation avant d'être mis en terre,

(1) *Bibliothèque universelle*, oct. 1845, p. 364.

ne ressemblaient en rien à un engrais vert, pourvu de son eau de végétation et fermentant promptement. Ainsi, dès la première année, ils n'ont pu fournir, à la récolte suivante, en aliquote de fertilité tout ce que la précédente y avait puisé ; peut-être n'en a-t-elle pris qu'une partie insensible. Supposons, en effet, que ce terrain possédait d'abord une fertilité représentée par 100 kil. d'azote; la première récolte y a pris 29 kil. d'azote donnant : $\frac{100 \times 29}{2,62} = 1106,9$ kil. de blé et laissant en terre 71 kil. d'azote ; si le quart seulement des éléments de la récolte enterrée a été utilisé (et la durée des fumiers en terre rend cette proportion évidemment exagérée), nous avons pour la deuxième récolte $71 + \frac{29}{4} = 78,25$ kil. d'azote, dont la nouvelle récolte prendra les 0,29 ou 22,69 kil.,et cette récolte sera $\frac{109 \times 22,69}{2,62} =$ 866 kil. : c'est un quart de moins que la récolte précédente. Ce n'est donc pas sur le produit d'une seule récolte qu'il faudrait juger le principe, mais sur celui des récoltes consécutives, en continuant à donner à la terre toute la masse de la production, en maintenant le sol dans un état complet de netteté et en tenant compte des parties des éléments entraînés dans la profondeur du sol ou évaporés dans l'atmosphère. Sans ces conditions on ne réussira pas dans l'expérience.

CHAPITRE V.

Hypothèse de MM. Macaire et Decandolle sur les déjections excrémentielles des plantes.

Brugmann avait observé le premier que si l'on plaçait un pied de violette-pensée (viola tricolor) dans un vase transparent, on voyait, pendant la nuit, suinter des gouttelettes de l'extrémité des racines. Plenck ayant étendu cette observa-

tion aux euphorbiacées, aux chicoracées et aux scabieuses, et ayant remarqué qu'il se formait à l'extrémité des racines des grumeaux de matière, leur donna le nom de matière fécale des plantes. Cet auteur et M. de Humboldt virent dans ces excrétions la cause de l'antipathie que certaines plantes témoignent les unes pour les autres. Selon eux, c'était ce qui rendait incompatibles l'avoine et le chardon; le lin, la scabieuse et l'euphorbe; la carotte et l'aunée; le froment, l'érigeron âcre et l'ivraie. Ces plantes suintaient des matières nuisibles à la végétation les unes des autres (1). Decandolle alla plus loin, et dans sa Physiologie végétale (2) il attribua à ces excrétions la répugnance que les plantes de la même espèce avaient à se succéder sur le même terrain. La séve du végétal, redescendant après lui avoir fourni toute la partie alimentaire, entraînait un résidu de particules impropres à la nutrition; ses excrétions devaient lui nuire autant que feraient les excrétions d'un animal que l'on forcerait à s'en nourrir. Cet effet ne serait pas borné aux individus de même espèce; mais les espèces, analogues par leur organisation, devaient souffrir lorsqu'elles absorbaient une matière rejetée par les êtres qui leur étaient les plus voisins dans l'ordre naturel, tout comme un animal mammifère répugne, en général, à toucher aux excréments des autres mammifères. Si un arbre ne produisait pas sur lui-même un tel résultat, c'était que ses propres racines, s'allongeant sans cesse, rencontraient de nouvelles veines de terre qui n'avaient pas été souillées de ses excréments. Telle était, en abrégé, la théorie sur laquelle ce savant botaniste basait la nécessité des alternances des plantes.

Avant d'aller plus loin, il fallait constater la réalité des excrétions radicellaires des plantes. M. Macaire entreprit des expériences dans ce but (3). En faisant végéter dans l'eau des

(1) Plenck, *Phys. vég.*, p. 64.
(2) Pages 1493 et suiv.
(3) *Annales de chimie*, t. LII, p. 225 et suiv.

plantes vigoureuses de *chondrilla muralis*, de seigle, d'orge, de haricots, de *sonchus oleraceus*, de coquelicot, de pavot blanc, d'*euphorbia cyparissias et peplus*, de pommes de terre, de pin, de fèves et de blé, dont les racines avaient été débarrassées de terre, en faisant ensuite évaporer cette eau, il obtint des extraits de différentes espèces, gommeux, résineux, qui, selon lui, résultaient de l'excrétion des plantes. Cette excrétion était plus abondante la nuit que le jour. Enfin, pour mieux vérifier encore l'existence de cette excrétion, il fit tremper une partie des racines d'une plante de mercuriale dans un flacon qui contenait une légère solution d'acétate de plomb, tandis qu'une autre partie plongeait dans l'eau pure. La plante végéta fort bien pendant quelque temps ; après quoi, l'eau pure traitée par l'hydrosulfate d'ammoniaque abandonna un principe noir abondant, ce qui indiquait qu'elle avait reçu du sel de plomb qui, après avoir passé dans la plante, était descendu dans les racines.

Il constata de la même manière, l'absorption et l'excrétion de l'eau de chaux et de sel marin. Ces expériences semblaient prouver, en effet, que les racines avaient la propriété d'excréter les substances surperflues ou nuisibles entraînées par la séve dans les vaisseaux des plantes.

M. Braconnot répéta et varia ces expériences (1) ; et il obtint des résidus presque en tout semblables à ceux qui avaient été annoncés par M. Macaire, mais il les attribua aux débris de chevelu des racines qui avaient végété dans l'eau et s'y étaient décomposés. Quant à l'expérience qui semble prouver que la plante a excrété par une partie de ses racines les substances vénéneuses absorbées par l'autre, il montra qu'elle cessait de réussir si l'on enveloppait le collet de la plante de papier gris, l'eau pure ne témoignant alors aucune sensibilité aux réactifs. Il était donc évident que l'eau passait d'un vase à l'autre par l'attraction capillaire des écorces sans pas-

(1) *Annales de chimie*, t. LII, p. 27.

ser par les vaisseaux des plantes, comme on aurait pu le faire, au moyen d'une mèche de coton trempée dans l'un et l'autre vase. En effet, M. Macaire n'avait jamais pu trouver de trace de ces excrétions en faisant végéter les plantes dans du sable; et M. Boussingault, répétant cette expérience, ne put non plus trouver trace de matière organique dans du sable qui, pendant plusieurs mois, avait servi à faire végéter du froment et du trèfle: résultats qui, dit-il, peuvent faire douter du fait même de l'excrétion des racines. Ce savant soupçonne que l'excrétion que l'on a constatée en tenant les plantes dans l'eau provenait d'un état morbide des racines (1).

Cependant de nouvelles expériences semblent confirmer l'existence des excrétions radicellaires. M. Chatin ayant fait végéter des plantes dans un sol imprégné d'acide arsénieux, et les ayant transportées ensuite dans un sol naturel, les a vues éliminer le poison qu'il a retrouvé sous forme d'arséniate de soude et de potasse, dans la terre où avait eu lieu la transplantation. L'acide arsénieux n'avait pas agi sur l'albumine des plantes (2). Il est difficile, d'ailleurs, de se refuser au raisonnement qui porte à admettre les excrétions radicellaires des plantes. En considérant l'uniformité des éléments absorbés par les végétaux et puisés dans le sol, et l'énorme différence que présentent leurs analyses, on ne peut s'en rendre compte qu'au moyen de la faculté d'élimination de telle ou telle substance au moment de l'absorption. A défaut d'analyses spéciales, que l'on nous permette de raisonner d'après quelques analogies; la marge qu'elles offriront sera si large que l'on ne pourra craindre de se tromper.

Un chou du poids de 1,2 kil. ayant des feuilles de 1,826 m. d'étendue, évapora en six mois 10,956 kil. d'eau (3). D'après l'analyse du colza par Sprengel, ce chou contiendrait 92,4 gr. de matière sèche; 0,3456 gr. de potasse de

(1) *Mémoires de l'Académie des sciences*, t. XVIII, p. 355.
(2) *Comptes rendus*, t. XX, p. 21 et suiv.
(3) Hales, *Stat. des végét.*, p. 11.

soude ; et 0,8736 gr. de chaux. Selon l'analyse de la séve de l'orme de Vauquelin les 10,956 kil. d'eau évaporée auraient transporté dans le végétal 46 gr. de potasse, plus de dix fois ce qui en est resté dans le chou ; 4,5 g. de chaux, cinq fois plus que n'en contient le chou à l'état sec. Or, quelles que soient les différences qui existent entre les séves, comme elles résultent l'une et l'autre de la dissolution des parties solubles de la terre dans l'eau, elle ne peut être aussi énorme entre les deux plantes que celle qui résulte de ce rapprochement. Il nous paraît donc évident qu'il y a une forte élimination des matières transportées par la séve, et qu'elle ne peut avoir lieu que par le moyen des excrétions. Mais il y a loin de là à comparer ces excrétions aux matières fécales des animaux ; et si on voulait admettre ce rapprochement, resterait l'objection capitale de M. Boussingault : c'est qu'une matière soluble, comme le seraient les excrétions, ne manquerait pas de se putréfier sous l'influence de la chaleur et de l'humidité du sol ; et que l'année suivante, au retour de la culture des plantes congénères, celles-ci ne trouveraient plus que les éléments de l'excrétion désagrégés, et qui ne pourraient avoir les effets nuisibles des excréments des animaux ingérés dans l'état frais (1).

L'effet produit par les excrétions se réduirait donc à celui que nous avons décrit dans le chapitre précédent : l'absorption plus grande de certains principes comparativement à d'autres ; l'appauvrissement du sol relativement aux premiers et la nécessité de les leur rendre et de rétablir leur proportion si l'on veut continuer la culture.

(1) *Mémoires de l'Académie des sciences*, t. XVIII, p. 537.

CHAPITRE VI.

Hypothèse de Rozier, fondant la théorie des assolements sur la forme des racines.

Dans l'article *Alterner* de son Dictionnaire d'agriculture, Rozier indique le premier, l'identité de forme et de dimension des racines, comme la cause qui rend difficile le retour des mêmes plantes sur le même sol. Les plantes, dit-il, ont des racines *pivotantes* qui plongent assez avant dans la terre, ou *fibreuses* qui ne pénètrent qu'à 10 ou 15 centimèt. de profondeur; la luzerne, le trèfle, etc., sont dans le premier cas, et le blé dans le second. Ainsi, quand on alterne une luzerne, un trèfle, une racine avec du blé, on est sûr que la récolte suivante sera copieuse, parce que les racines de ces plantes n'absorbent les sucs de la terre qu'à une profondeur plus considérable que celle où le blé avait puisé la sienne.

« Mais, dit Pictet (1), si l'on enfouit la couche qui était supérieure et dont le blé a consommé les sucs, comment cette couche appauvrie nourrira-t-elle la racine pivotante de la récolte qui suivra? Et comment, en revanche, les racines traçantes et fibreuses du blé iront-elles chercher assez bas la couche qui était supérieure pendant la végétation du trèfle et de la luzerne? Le fait est que les deux couches se confondent, que le blé et la luzerne se nourrissent dans la même masse de terre. » Et ailleurs : « Les graminées des prés-gazons ont des racines fibreuses tout comme le blé; et le chevelu en est si serré qu'au lieu d'améliorer le terrain, elles l'épuiseraient entièrement des sucs nécessaires au blé, et cependant celui-ci réussit admirablement sur les défrichés de gazons (2). »

Nous ne pensons pas cependant qu'il faille écarter absolument l'opinion de Rozier, quoiqu'il ait généralisé une observation qui est toute spéciale. Il est certain que les plantes à racines pivotantes, qui pénètrent plus profondément

(1) *Traité des assolements*, p. 42.
(2) *Ibid.*, p. 50.

que la tranche cultivée, épuisent par elles-mêmes et pour leurs semblables les couches inférieures du sol que la culture et les engrais n'atteignent que difficilement, et qu'on ne peut pas faire succéder, sans précaution, des racines de ce genre ; mais la réciproque est inexacte. On peut toujours restituer les substances enlevées aux couches supérieures, les labours y pénètrent aisément, les engrais s'y distribuent sans peine ; il n'en est pas de même pour les couches profondes. Ainsi les plantes à racines pivotantes ne donnent pas de bons résultats cultivées les unes après les autres : il faudra attendre que, par l'action lente de l'imbibition, les extraits des engrais, les eaux chargées de matières nutritives, aient pénétré les couches profondes ; tandis que les plantes à racines fibreuses peuvent succéder aux plantes à racines pivotantes et se succéder à elles-mêmes avec un succès égal à celui qui avait signalé leur première apparition.

Ainsi, toute fautive que soit la théorie de l'alternance donnée par Rozier, elle ne laisse pas de présenter un point de vue qui n'est pas à négliger dans la pratique des assolements.

CHAPITRE VII.

Hypothèse qui prend pour base de la théorie des assolements l'action des racines sur le sol.

Les racines absorbent par leur extrémité les matières en solution dans l'eau, sans cesse aspirée par les feuilles à la surface desquelles a lieu une évaporation constante. Comme on leur a attribué une action mystérieuse, appelée vitale, qui agirait sur le sol et ses composés, et provoquerait des effets qui ne paraissaient pas pouvoir s'expliquer par les simples actions physiques, il ne sera pas inutile d'examiner les fondements de cette opinion.

Gazzeri ayant pris deux vases remplis de la même terre, y

mêla, dans chacun d'eux, en même dose, des raclures d'ongles de cheval. Dans le premier, il sema des fèves, l'autre ne reçut aucune semence. Les deux pots furent exposés, dans les mêmes circonstances, à l'action des météores. Les fèves se maintinrent en bonne végétation et se chargèrent de fruits. Après la récolte, ayant examiné comparativement la terre des deux vases, il trouva que le vase qui n'avait pas porté de plante, contenait encore 13 grammes de matière animale, des 85 grammes qu'il y avait déposés; cette matière avait complétement disparu dans le vase qui avait nourri des fèves.

Taddei répéta ces expériences. Il se servit d'albumine coagulée par la noix de galle et de tournure d'ivoire. Il prit quatre vases. Le premier et le deuxième reçurent des quantités égales d'albumine mélangée avec la terre; le troisième et le quatrième furent fertilisés avec de la tournure d'ivoire. Dans les uns et les autres, la terre qui servait de base, était composée artificiellement de chaux éteinte exposée longtemps à l'air, de sable siliceux et de brique pilée. Le premier et le troisième vase furent ensemencés de cinq grains de froment; le second et le quatrième ne reçurent aucune semence. Après la récolte, les résidus des matières fécondantes du premier et du deuxième vase furent dans le rapport de 7 à 13; ceux du troisième et du quatrième de 11 à 16 (1).

Nous ne pouvons admettre ces résultats avec confiance, quant aux chiffres relatifs qui sont indiqués. Des essais que nous avons faits nous-mêmes, nous prouvent la difficulté de telles expériences. Comment a-t-on constaté la perte? quels moyens a-t-on pris pour discerner dans la masse de terre les débris restants de la matière animale? Est-ce seulement par la combustion? et alors quels soins particuliers a-t-on pris, soins qu'il fallait nous faire connaître, pour déterminer le degré de dessiccation des terres et des matières, pour qu'il

(1) *Atti della società dei georgotoli*, t. III.

fût le même avant et après l'opération? Nous avons trop peu de temps au moment où nous reprenons cet examen pour renouveler ces tentatives avec tous les moyens de la science et surtout avec l'analyse élémentaire du sol avant et après la récolte. Mais l'on conçoit très-bien que sans avoir besoin de recourir à l'action mystérieuse des racines, il suffit de se rappeler l'aspiration répétée des plantes, provoquée par l'évaporation, pour comprendre qu'une plus grande quantite d'extrait des matières animales a été entraînée des vases où des plantes végétaient; tandis que l'eau de pluie et d'arrosement croupissait ou se desséchait dans les vases sans végétation, et qu'il ne s'élevait de sa surface que de l'eau pure, qui laissait en dépôt toutes les matières solubles. Ainsi, nous admettons parfaitement un plus grand épuisement de sucs de terrain chargé de plantes, et nous ne nions pas que les végétaux divers n'aient une plus grande force d'aspiration des sucs végétaux, force indiquée par l'intensité de leur transpiration et non par aucune qualité occulte de leurs racines.

Mais les racines ne se bornent pas à agir sur les substances réellement nutritives, on remarque aussi leurs effets sur les substances minérales. Dans les défrichements de forêts, on remarque des souches d'arbres et des racines couvertes d'une forte incrustation de chaux et d'oxyde de fer, et on a voulu les attribuer à des acides excrétés. M. Fournet a donné l'explication de ce phénomène, et nous ne pouvons mieux faire que de répéter ses paroles (1). « Ne perdons pas de vue, dit-il, que les expériences de Th. de Saussure ont démontré que les racines possèdent un pouvoir déterminé d'exclure en excès des corps dissous dans le liquide qu'elles absorbent, à moins que ces corps ne soient de véritables poisons capables de les altérer. On peut donc concevoir qu'il doit s'opérer

(1) *Annales de la Société d'agriculture de Lyon*, 1845, t. VIII, p. 412.

autour d'elles, en vertu de cette seule circonstance, une accumulation de ces corps primitivement dissous, sans qu'il soit indispensable de faire intervenir des réactifs obscurs ou incertains.

« Pour mieux faire concevoir la puissance du végétal sous ce rapport, il suffira de l'assimiler pour un moment à un paquet de fibres capillaires plongeant par le bas dans un bain convenable, tandis que les parties supérieures s'épanouissent dans l'air et subissent l'influence évaporante. De là une aspiration continuelle d'où résultera un appel, qui, amenant de proche en proche toutes les matières solubles contenues dans le bain, en amoncellera une partie autour de l'extrémité inférieure de la plante, par suite de la faculté qu'elle a d'interdire le passage à tout excès nuisible. Si donc l'aspiration est forte, ou bien si elle se prolonge un certain nombre d'années comme cela a lieu pour le chêne, et si enfin le sol contient beaucoup de sels calcaires solubles, il pourra se former des croûtes épaisses, de véritables masses pierreusees, dont on trouvera au besoin des exemples dans ces concrétions volumineuses et si bizarrement perforées, dans ces souches incrustées qui sont demeurées implantées dans le sol de quelques plateaux jurassiques des environs de Nancy, après la destruction des forêts dont elles sont le dernier vestige. Ici l'on conçoit bien que le développement de ces énormes pétrifications ait pu contribuer à stériliser le sol par la solidification de ses parties solubles et incohérentes; mais ces sortes de produits ne se rencontrent pas indifféremment dans tous les terrains. Il faut que ceux-ci soient doués d'une composition toute spéciale pour se prêter à ces développements; ils doivent contenir une assez grande proportion de diverses bases telles que la chaux, l'oxyde de fer, capables de se prêter facilement à la dissolution, puis à la précipitation. Enfin, il est nécessaire que le même végétal soit maintenu pendant des années sur le même point, afin d'y accumuler le produit de ses triages, autrement ce phénomène

n'aurait pas lieu. C'est ce qui arriverait, par exemple, pour un champ qui ne porterait que des fibrilles grêles dont le mouvement annuel aurait le pouvoir de déplacer en même temps les dépôts incohérents et d'ailleurs si exigus de la période précédente; ou bien pour celui qui, étant de nature essentiellement siliceuse et sableuse, ne se prêterait pas à des actions chimiques de ce genre. »

Certes on ne peut pas mieux dire. Cependant on conçoit que ce qui se passe en grand pour les arbres doive aussi se passer pour les moindres fibrilles; que ce qui a lieu pour les solutions calcaires et ferrugineuses doive aussi exister pour les silicates solubles. La végétation tend donc sans cesse à changer, à modifier la nature physique du sol. Elle agrége, tandis que la culture désagrége; elle rapproche des substances dispersées et en fait des masses qui par leur composition chimique ne ressemblent plus aux molécules primitives du sol. Mais quand elles se passent sur une petite échelle, ces influences sont combattues par des influences d'un autre ordre. Au premier rang de ces dernières, nous devons mettre la production de l'acide carbonique par les végétaux et par leurs débris et l'énergie avec laquelle l'eau carbonatée attaque les sels calcaires, les phosphates, les silicates eux-mêmes pour les rendre solubles; sans cette influence du terreau, le sol des forêts, celui des prairies permanentes tendraient de plus en plus à un état de séparation des éléments solubles et de leur groupement à part des éléments insolubles, état qui finirait par changer les conditions de la culture. Mais dans l'état où se trouvent nos connaissances à l'égard de ces modifications, il est impossible d'entrevoir l'application que l'on en pourrait faire à la théorie des assolements.

DEUXIÈME DIVISION.

LOIS DES ASSOLEMENTS.

INTRODUCTION.

L'histoire de la pratique des assolements et celle des théories qui nous ont occupé dans la première division de ce traité nous ont déjà mis en contact avec toutes les raisons qui déterminent à alterner les récoltes, avec les circonstances qui influent sur le résultat des cultures qui se succèdent sur un même sol. La critique que nous avons faite des divers systèmes par lesquels on a voulu expliquer les phénomènes naturels que présente la culture nous a conduit à développer, à l'occasion de chacun d'eux, le peu de vérité qu'ils renfermaient et à établir les principes généraux qui régissent la matière. Il nous reste maintenant à rechercher les lois qui ressortent de l'examen de toutes les influences diverses qui agissent sur l'entreprise agricole.

Les plantes exigent pour se développer complétement un sol ameubli, net de végétaux parasites, pourvu de substances nutritives. Nous devrons considérer sous ces trois points de vue les cours de récolte que l'on peut se proposer d'essayer. Les lois que nous serons ainsi conduit à formuler seront les lois *physiologiques* des assolements.

Mais il ne faut pas se borner à considérer les convenances seules des plantes; nous devons penser à leurs rapports avec l'homme qui les élève et les cultive. Comme les plantes exigent l'emploi de forces différentes, distribuées dans différentes saisons, les assolements doivent être déterminés de manière à utiliser le plus complétement possible les forces

dont on dispose. Ces considérations nous conduisent à rechercher les lois *culturales* des assolements, qui ne peuvent pas d'ailleurs être séparées des lois *économiques*, car il s'agit d'obtenir de l'entreprise agricole le plus haut produit net possible.

En dernier lieu, les circonstances météorologiques dans lesquelles on se trouve placé tendent à modifier profondément les cours de culture, car les phénomènes atmosphériques agissent souvent sur les récoltes de manière à déranger complétement les convenances les mieux étudiées. Nous aurons donc aussi à rechercher les lois *météorologiques* des assolements.

CHAPITRE PREMIER.

Lois dérivant de la nécessité d'ameublir le sol.

Après avoir enlevé la récolte d'un champ, on s'occupe des travaux nécessaires pour le disposer à donner une nouvelle production. Les cultivateurs qui conservent l'usage des jachères intermédiaires ont tout le temps nécessaire pour les effectuer; la plupart abusent même de cette latitude et, n'appréciant pas assez les heureux effets de l'hiver sur une terre fortement labourée, en font un pacage dans cette saison et ne commencent qu'au printemps suivant à donner les premiers labours. Mais alors même, ils ont plusieurs mois pour opérer leurs cultures, et quand ils ont saisi les moments favorables et opéré avec de bons instruments, la terre est très-bien préparée; mais la jachère ne peut être admise que dans les pays où la rente de la terre est à bas prix et la main-d'œuvre chère, ou sur des terrains tenaces et difficiles à ameublir; l'accroissement de la population, l'abondance des capitaux, le perfectionnement des moyens mécaniques amèneront nécessairement son abolition.

Quand on intercale une demi-jachère entre une récolte et

un ensemencement, c'cst-à-dire, quand on fait succéder un ensemencement fait au printemps à une récolte faite l'été précédent, on a tout l'automne et une partie de l'hiver pour préparer la terre si le terrain n'est pas humide ; et dans tous les cas, il est bien difficile que l'on ne trouve pas en six mois, le moment opportun pour faire le labour de défoncement et les travaux d'ameublissement.

Il en est tout autrement quand on veut faire succéder immédiatement un semis d'automne à une récolte faite en été ; et pour admettre cette succession de cultures, il faut bien connaître son terrain et son climat, sous peine de se préparer des mécomptes. En particulier, la négligence de cette précaution est ce qui amène tant de non-succès des blés d'hiver après la récolte des racines. S'il reste peu de temps entre la levée de la récolte et l'ensemencement, on risque de labourer les terres dans un état trop humide, de *latter* le terrain, c'est-à-dire d'y lever des tranches de terre qui se solidifient tout d'une pièce et se dessèchent, et que l'on a beaucoup de peine à émietter, ou bien qui restant humides ne peuvent être attaquées par la herse. On devra craindre que dans les années communes, les travaux d'ameublissement ne puissent pas avoir lieu convenablement, partout où, dans les mois qui s'écoulent entre la récolte et les semailles, l'évaporation ne sera pas supérieure à la quantité de pluie tombée ; alors on devra renoncer aux ensemencements de l'automne, après les récoltes qui auront lieu plus tard que le mois même où l'évaporation surpasse encore la quantité de pluie.

Prenons, par exemple, le climat de Paris. A partir du mois d'octobre où se font les récoltes de pommes de terre jusqu'à novembre où se font les semailles du blé d'hiver, nous avons :

	Octobre.	Novembre.
Pluie.....	44mill.	47mill.
Évaporation.....	44	18

On n'aurait donc qu'une faible partie du mois d'octobre

pour faire les travaux après la récolte de pommes de terre.

A Londres nous avons :

	Octobre.	Novembre.
Pluie.....	71,5mill.	64,9mill.
Évaporation.....	46,2	30,0

Ici, la culture des blés d'hiver devient impossible apres les racines, si ce n'est dans les terres sableuses, légères, retenant peu l'humidité, qui sont toujours propres à être cultivées.

A Orange, où la récolte des pommes de terre tardives se fait aussi en octobre, nous avons

	Octobre.	Novembre.
Pluie.....	104,8mill.	87,5mill.
Évaporation.....	125,5	86,6

Il y a deux mois pour la préparation du sol.

Ainsi, à Paris, la culture du blé d'hiver, après les pommes de terre, est excessivement chanceuse; à Londres, elle est impossible, sauf des cas exceptionnels; à Orange, elle est facile. A Paris et à Londres, il faut faire succéder des blés de printemps à la pomme de terre, à la betterave, à la carotte; et les blés d'hiver doivent être précédés d'une récolte qui se fasse en juillet au plus tard. Alors on trouve

	Paris.					Londres.				
	Juillet. mill.	Août. mill.	Sept. mill.	Octob. mill.	Novemb. mill.	Juillet. mill.	Août. mill.	Sept. mill.	Octob. mill.	Novemb. mill.
Pluie.....	59,1	51,4	50,5	37,1	46,9	56,5	48,5	56,4	71,5	64,9
Évaporation....	128,6	98,1	81,2	44,0	36,1	104,4	100,6	78,0	46,2	30,0

On a donc trois mois à Paris et deux à Londres pour préparer convenablement la terre. Ainsi, à Paris, la pomme de terre peut être suivie du blé d'hiver; et à Londres, ce blé succède au turneps qui se récolte au printemps et aux pois que l'on recueille au mois d'août.

Mais, d'un autre côté, la sécheresse oppose aux cultivateurs du midi des obstacles non moins grands que l'humidité à ceux du nord, s'ils ne peuvent, au moyen de l'irrigation,

modifier le degré considérable de ténacité que le terrain peut acquérir en été. Il faut alors qu'ils attendent les premières pluies d'automne pour amollir la terre, et tous leurs travaux se trouvent accumulés sur la même époque de l'année : arrachage des racines, cultures préparatoires, ensemencemcnt, à moins qu'ils n'aient eu l'attention de tenir leurs cultures jachères dans un état d'ameublissement complet, au moyen de binages répétés, ce qui prévient l'endurcissement du sol et permet de faire le premier labour préparatoire des semences, immédiatement après la récolte du printemps ou du commencement de l'été. Cette prolongation de sécheresse est un obstacle assez grand à la bonne réussite du blé après le blé ; la terre moissonnée étant ordinairement plus tassée encore que celle qui a porté des récoltes binées, le labour préparatoire ne se fait que tard et d'une manière défectueuse. L'incendie des chaumes laissés un peu haut modifie la surface du sol desséché, permet de pratiquer des scarifications successives avec l'araire ou le scarificateur, et permet ensuite d'attaquer la terre plus profondément avec la charrue, même avant les pluies. Dans les circonstances que nous venons de décrire c'est la pratique la plus avantageuse que l'on puisse suivre pour continuer la culture du blé après le blé.

On voit donc que pour régler d'avance un plan de culture sous le rapport de la propreté du sol, il faut avoir la connaissance exacte du nombre de jours de travail qu'il nécessitera dans chaque saison de l'année et du nombre de jours où il sera possible de travailler pendant ces saisons. Cette dernière connaissance pourrait résulter de l'examen des tableaux météorologiques ; mais il est rare qu'on les possède, et c'est plutôt par le dépouillement d'une comptabilité bien tenue qu'on y suppléera en indiquant le nombre de jours de travail par année moyenne. Nous nous occuperons plus tard de ces questions ; mais en ce qui concerne les assolements, nous nous bornons à poser cette règle :

Entre la récolte qui précède et la semaille qui la suit, il

doit se trouver un espace de temps propre aux bonnes cultures, suffisant pour qu'on puisse les accomplir.

CHAPITRE II.

Lois dérivant de la nécessité de nettoyer le sol

Nous devons supposer que les plantes vivaces frutescentes ont disparu dans les travaux de défrichement, que celles qui pourraient encore se rencontrer sont arrachées à la pioche avant les labours, et qu'enfin ce genre de plantes n'existe plus dans une terre soumise à la culture régulière. Il y a d'autres plantes vivaces plus difficiles à faire disparaître, telles que le chiendent, l'avoine à chapelet, le tussilage, le roseau, le jonc. Le chiendent et l'avoine à chapelet, dont les racines sont rampantes, cèdent à des cultures légères, mais répétées, faites en été ; ces cultures mettent les racines à découvert, les exposent à l'ardeur du soleil qui les dessèche. Le tussilage, le roseau, les joncs sont plus tenaces, parce qu'elles ont les racines entrées très-profondément dans la terre, qu'elles échappent ainsi à l'action de la charrue ; mais de bonnes cultures répétées ne leur donnent pas le temps de se développer, et elles s'affaiblissent graduellement faute d'avoir une végétation aérienne suffisante ; leur persistance tient d'ailleurs à l'état d'humidité des couches inférieures et indique la convenance de tranchées souterraines qui assainissent et dessèchent le sol. Ce n'est pas de toutes ces plantes qu'il peut être question dans un terrain définitivement assolé. Il s'agit ici des plantes adventices annuelles, dont les germes transportés par les vents, ou enfouis depuis longtemps dans le sol, se reproduisent dans les terres les mieux tenues, et se multiplient même au point de devenir nuisibles si l'on ne tient pas compte de leur multiplication dans les lois des cours de culture.

Les générations successives d'herbes adventices apparaissent chaque fois que le terrain ayant été ameubli, leurs semences amenées près de la surface par les labours, dégagées de la gangue terreuse dans laquelle elles étaient entourées par la pulvérisation des mottes, se trouvent en outre humectées par la pluie, et sous l'influence d'un degré de chaleur qui leur convient et qui est de + 12 de température moyenne, au moins pour le plus grand nombre.

De ces plantes les unes ont une végétation très-courte, fleurissent, se mettent bientôt en graine et ont plusieurs générations par année; ce sont les plus épuisantes et celles qui exigent les cultures les plus répétées pour prévenir la multiplication et la dissémination de leurs graines, et épuiser le dépôt de leurs semences dans la terre. De ce nombre sont les pavots, les crucifères, les renonculacées.

D'autres ne mûrissent qu'une fois l'an, telles sont les ombellifères, les graminées et les composées. De celles-ci les unes sont printanières, d'autres estivales, d'autres seulement automnales.

Les plantes à floraison répétée et pressée cèdent aux binages multipliés, renouvelés chaque fois que leur végétation recommence sur le sol et avant la maturité de leurs graines. C'est assez dire que les cultures des plantes semées en ligne, sont particulièrement propres à les détruire. Les fourrages qui se coupent plusieurs fois dans l'année, comme la luzerne et le trèfle, débarrassent aussi la terre de ces plantes, mais cependant d'une manière moins complète, parce que si l'on détruit celles qui poussent et si l'on prévient leur multiplication, les graines qui sont dans le sol ne sont pas sollicitées à germer par les cultures et ne manquent pas de reparaître plus tard. Cependant les fourrages à coupes multiples détruisent bien les plantes à graines ailées, comme les chardons, à mesure de leur production. Mais aussi ces fourrages permettent l'extension des plantes à tiges radiciformes, traçantes, telles que le chiendent ; et les gra-

minées vivaces se multiplient au milieu d'eux, les changent en gazon et se substituent aux plantes légumineuses fourragères, si l'on ne les arrête par de fréquentes scarifications.

Enfin on nettoie le terrain des plantes adventices annuelles, au moyen des cultures des plantes à feuilles épaisses, fournies, ayant de la disposition à se coucher et à feutrer pour ainsi dire le terrain, plantes que nous appelons *étouffantes*, telles que la vesce, le pois, etc.

Les plantes qui occupent longtemps la terre; comme par exemple les céréales quand elles se sèment à la volée, favorisent la multiplication de toutes les herbes adventices à floraison multiple, et de toutes celles dont la maturité précède la leur. Ainsi, après une récolte de blé, la terre est plus disposée à produire des coquelicots, des moutardes, des sisymbres, des nielles, des ivraies, qu'elle ne l'était auparavant. Il faut donc ou se donner le moyen de les détruire à mesure qu'elles se montrent de nouveau en faisant succéder des cultures en lignes aux cultures à la volée, ou des fourrages à coupes fréquentes aux céréales, ou bien enfin en multipliant les cultures entre deux céréales consécutives de manière à faire périr ces germes qui menaceraient l'avenir des récoltes.

Les fourrages qui ne se fauchent qu'une fois, comme le sainfoin dans le midi, les pois secs à une coupe, voient se multiplier toutes les graminées grossières dont la maturité est la plus tardive et brave les sécheresses de l'été; c'est ainsi que les bromes finissent par les envahir et que la pimprenelle y devient peu à peu l'herbe dominante. Mais dans tous les cas que nous venons de décrire, nous pouvons remarquer, ce que nous retrouverions au reste dans l'examen de toutes les cultures particulières, c'est que chacune d'elles est propre à détruire une certaine classe de plantes adventices et à en favoriser une autre, ce qui résulte évidemment des époques diverses de leur ensemencement, de leur durée en terre, et du traitement qu'elles reçoivent. Il

s'ensuit la conséquence que rien n'est plus propre à faire disparaître les herbes adventices et à procurer un parfait nettoiement du sol que la succession des différentes cultures.

Il y a encore une attention fort importante à avoir pour assurer le complet nettoiement du terrain. Les semences des plantes que l'on veut cultiver ont besoin, pour germer, d'une température plus élevée ou moins élevée que celle de + 12° que nous avons dite être celle à laquelle poussent la plupart des herbes adventices et au-dessous de laquelle elles cessent de germer. Si la plante à cultiver exige une température élevée, il est évident qu'elle ne devra être semée en automne qu'après des labours d'ameublissement qui aient mis les herbes adventices dans la meilleure situation pour germer; qu'après que des pluies auront favorisé leur apparition et qu'on aura pu les détruire par la culture : alors la plante semée au moment de leur destruction pourra prendre l'avance, s'emparer du terrain avant qu'une nouvelle génération n'apparaisse. Ainsi la luzerne, le sainfoin semés en automne, et avant ces travaux indispensables, sont sujets à être envahis par les herbes sauvages, parce que la température suffisant à la germination de celles-ci se maintient longtemps encore, après qu'elle est devenue insuffisante pour procurer un prompt développement à la luzerne et au sainfoin; tandis qu'au printemps la température suffisant pour la germination des herbes sauvages précède celle nécessaire pour les fourrages et permet par conséquent de les détruire avant l'ensemencement de ces derniers. D'ailleurs, quand la luzerne et le sainfoin commencent à pousser, l'augmentation de la température favorise leur prompt développement et les rend bientôt maîtres du terrain.

Si au contraire la plante à cultiver germe avec une basse température, il faut retarder le semis d'automne jusqu'à ce que la température soit descendue au-dessous de + 12° pour qu'elle y croisse seule et sans mélange d'herbes adventices; au printemps il faut semer bien avant que la température

moyenne parvienne à ce degré, pour que la plante cultivée soit maîtresse du terrain avant l'époque de l'apparition des autres plantes. C'est ainsi que l'on ne doit pas semer le blé en automne avant l'abaissement, et au printemps après l'élévation de la température à + 12°.

Quant aux plantes semées en lignes ou en poquets, dès que la température est suffisante pour les faire germer on n'a plus rien à consulter : les binages successifs qui peuvent se pratiquer dans les intervalles suffisent pour assurer le nettoiement du terrain.

De ces observations nous tirons cette loi : *Dans les assolements qui doivent recevoir des plantes semées à la volée, non* ÉTOUFFANTES, *on doit choisir en automne les plantes germant à une basse température pour les ensemencer seulement quand la température moyenne est devenue inférieure à + 12°, et au printemps avant qu'elle n'y soit parvenue ; les plantes ne germant qu'avec une température plus élevée, ne doivent être semées au printemps qu'après que la température a procuré la sortie de la végétation parasite, c'est-à-dire un peu plus tard que l'arrivée de la température moyenne à + 12°.*

Les plantes étouffantes semées de bonne heure et les plantes semées en lignes à l'époque absolue qui leur est le plus favorable, sortent de cette règle.

CHAPITRE III.

Lois dérivant de l'épuisement du sol.

Les végétaux devant trouver dans le sol, à l'état soluble, une partie considérable des éléments de leur nutrition, le cultivateur doit toujours être informé de l'état de son terrain et de l'approvisionnement de ces substances qu'il renferme, pour le comparer aux besoins des plantes qu'il veut cultiver. Cette nécessité suppose qu'il connaît la composition des plantes et celle des engrais qu'il leur applique ; qu'il a déposé les engrais en terre dans un état où ils ne perdent par l'évaporation qu'une partie des principes gazeux essentiels (1); elle suppose enfin qu'il peut se rendre un compte exact de l'état antérieur du terrain, indiqué par le chiffre des récoltes successives. Sans ces précautions on agit en aveugle, et on ne peut expliquer des succès et des revers qui ne doivent pas cependant tous être attribués machinalement aux influences atmosphériques.

Nous possédons déjà quelques analyses complètes des plantes, chaque année voit augmenter leur nombre. Mais si l'on compare la composition des mêmes espèces, nées dans des circonstances et sur des sols différents, on voit que les analyses ne donnent que des indications plutôt que des chiffres exacts. Ainsi M. Boussingault a trouvé 2,30 p. 100 d'azote dans son blé de 1838 à l'état sec, blé qui avait été cultivé dans des terres non fumées, et 3,18 p. 100 dans celles qui avaient été fumées abondamment. MM. Will et Fresenius ont trouvé des doses différentes de substances dans l'analyse des cendres de dix tabacs de Hongrie; les plantes cultivées dans les terrains salifères renferment beaucoup de soude qui se substitue à la potasse, et la masse de tous ces produits influe à son tour sur les engrais composés de leurs résidus.

(1) Voyez tome I, page 596 ; deuxième édition.

Si donc le cultivateur praticien peut prendre ces différentes analyses comme renseignements, le cultivateur éclairé voudra s'assurer par lui-même de la composition de ses plantes et de ses engrais, et en répétera souvent l'analyse.

Si l'on ne prend pas cette précaution et que l'on se borne à accepter les chiffres qui résultent des analyses connues, on trouve ici une première cause d'inexactitude dans les calculs, dont il ne faut pas sans doute exagérer l'importance, qui se corrige par les résultats des récoltes, mais que l'on aurait tort aussi de regarder comme indifférente; puisque nous voyons que dans un même lieu, elle pouvait causer une erreur de 230 à 318 ou 27 p. 100 sur le blé de M. Boussingault.

La seconde cause d'erreur, c'est l'aliquote que la plante puise en terre, qui peut laisser des doutes sur la quantité d'engrais à lui fournir. Cette aliquote varie d'une année à l'autre, selon l'influence des saisons. Nous l'avons déterminée pour le blé à 0,29 p. 100 de l'engrais soluble dans le nord de la France, et à 0,20 seulement dans le midi. Mais ces chiffres ne sont que des moyennes, qui devront être modifiées pour chaque localité par la comparaison exacte du chiffre de l'engrais et de celui de la récolte, continuée pendant plusieurs années.

Enfin, cette aliquote elle-même n'est encore donnée que pour l'azote. Or, il est tout à fait inexact de dire que la consommation des autres éléments soit dans la même proportion, et nous ne la connaissons que pour un petit nombre de plantes. Ainsi, soit le blé : si nous comparons la composition de cette plante à celle du fumier de ferme, nous trouvons qu'une masse de fumier qui dosait 8,79 kil. d'azote renfermait :

4,42.....	d'acide phosphorique
2,82.....	d'acide sulfurique
12,66.....	de chaux
5,30.....	de magnésie
11,48.....	d'alcalis minéraux

et que le blé avait pris sur cette masse :

k.			
2,55	d'azote.....	ou 0,29	de la quantité totale.
1,53	d'acide phosphorique..	0,30	
0,14	d'acide sulfurique.....	0,05	
1,09	de chaux.....	0,09	
1,71	potasse	1,73.....	0,15
0,02	soude		

Ainsi, pour ce qui concerne le blé, on pourrait être certain qu'en employant le fumier tel que celui décrit et analysé par M. Boussingault, et des plantes qui présentassent la même composition que les siennes, il resterait toujours dans le sol une quantité proportionnelle égale d'acide phosphorique et une beaucoup plus grande proportion des autres substances comparativement à l'azote absorbé, et qu'ainsi il suffirait de baser son calcul sur la déperdition de l'azote, bien sûr que les autres substances ne manqueraient pas aux récoltes futures.

Sur ce même engrais la pomme de terre aurait pris :

	k.	
Azote.....	2,63 ou	0,30 de la quantité totale de l'engrais.
Acide phosphorique	0,77	0,18
Acide sulfurique...	0,47	0,17
Chaux.....	0,04	0,003
Potasse.....	3,51	0,31

Ainsi la déperdition de la potasse marcherait du même pas que celle de l'azote pour cette plante.

Mais les engrais employés dans la culture ne sont pas toujours semblables au fumier normal de M. Boussingault que nous avons pris pour exemple. On peut même dire qu'ils diffèrent tous les uns des autres, selon le genre de nourriture que reçoivent les animaux qui les produisent. Cela nous conduit donc à recommander aux agriculteurs instruits, l'analyse réitérée des plantes de leur culture, et celle de leurs engrais. Ce n'est que par ce moyen qu'ils pourront

tenir la balance exacte entre leur production et leur consommation.

Cette analyse qui consiste dans le dosage de l'azote, et l'incinération et l'analyse des cendres, exige, il est vrai, des opérations de laboratoire qui ne sont pas à la portée du plus grand nombre des cultivateurs.

Pour ceux qui ne pourraient pas ou ne voudraient pas se livrer à ce travail, nous allons donner les moyens approximatifs d'y suppléer.

C'est d'abord, pour la composition des plantes, d'admettre les analyses qui ont été faites par d'habiles chimistes et dont nous allons présenter un tableau qui les résume d'une manière suffisamment claire.

Si on compare entre elles les analyses d'une même plante faites par plusieurs mains et en différents lieux, on trouve des différences qui tiennent à l'influence du sol et des engrais ; cependant, elles ne sont jamais assez grandes pour changer l'ordre d'importance des éléments essentiels. Ainsi, dans cinq analyses de la graine de fève de marais, différents expérimentateurs ont trouvé :

Auteurs des analyses.	Acides sulfurique.	Acides phosphorique.	Chlore.	Alcalis.	Chaux.	Silice.
1 De Saussure...	«	18,90	«	25,00	«	«
2 Du même.....	1,34	37,94	1,51	39,88	7,26	2,46
3 Bichon.....	1,66	25,67	0,75	47,14	5,33	0,51
4 Boussingault...	«	39,11	«	45,46	4,72	0,47
5 Buchner.....	2,28	35,47	«	42,78	5,38	1,48

Dans les résultats de chacune de ces analyses, on voit prédominer les alcalis et l'acide phosphorique, sauf les variations de dose provenant, comme nous l'avons dit, de circonstances probablement locales.

Cette observation faite, on comprendra dans quelles limites d'approximation seront renfermés tous les calculs, toutes les spéculations qu'il sera possible d'établir sur les chiffres contenus dans le tableau suivant.

TABLEAU de la composition des plantes par 100 de la plante sèhee

NOMS DES PLANTES.	Alcalis.	Chaux.	ACIDES sulfurique.	ACIDES phosphorique	ACIDES silicique.	Azote.	AUTEURS DES ANALYSES.
Froment, graine.....	0,72	0,07	0,02	1,14	0,03	2,29	Boussingault.
— paille.....	0,66	0,59	0,07	0,22	3,71	0,35	Id.
Seigle, graine.....	0,88	0,07	0,03	1,123	0,02	1,69	Bichon.
— paille.....	0,62	0,30	0,01	0,006	2,35	0,30	Fresenius.
Orge, graine.....	0.84	0,14	0,01	1,667	0,09	2,02	De Saussure.
— paille.....	0,40	0.12	«	0,167	2,39	0,30	Id.
Avoine, graine.....	0,51	0,15	0,04	0,592	0,21	2,24	Boussingault.
— paille.....	0,14	0,37	«	0,029	2,76	0,38	Id.
Maïs, graine.....	0,338	0,141	«	0,551	0,088	2,00	Boussingault.
— paille et tiges...	0,27	«	«	0,208	0,900	0,24	Id.
Millet, graine.....	0,26	0,20	0,07	0,437	0'014	2,00	Potek.
Haricots, graine.....	1,59	0,18	0,07	0,984	0,014	4,30	Levy.
Fèves, graine.....	1,29	0,23	0,04	1,214	0,078	5,50	Bichon.
— paille.....	1,06	0,24	«	0,176	0,956	2,31	Id.
Pois, graine.....	1,43	0,08	0,13	1,395	0,019	4,18	Id.
— paille.....	3,43	2,17	0,74	0,045	0,779	2,31	Erdurum.
Lentilles.....	4,02	0,52	«	3,024	0,111	4,40	Levy.
Pommes de terre sèches.	2,00	0,771	0,270	0,440	0.220	1,50	Boussingault.
Pommes de terre normales avec 0,75 d'eau.	0,58	0,02	0,064	0,105	0,052	0,36	Id.
— fanes sèches....	0,57	4,62	«	0,089	5,306	2,30	Id.
— fanes fraîches...	0.14	1.10	«	0,021	1,273	0,55	Hartwig.
Betteraves sèches.....	2,54	0,20	0,153	0,149	0,320	1,66	Elti.
— fraîches.....	0,31	0,02	0,018	0,018	0,063	0,21	Id.
Topinambour sec.....	2,64	0,13	0,064	0,013	0,772	1,57	Boussingault.
— frais.....	0,55	0,03	0,013	0,003	0,162	0,53	Id.
Navets, racines fraîches.	5,28	1,52	1,520	0,805	0,890	1,68	Id.
— feuilles sèches..	3,16	2,55	«	0 118	0,614	3,70	Id.
Navets, racines fraîches.	0,04	0,001	«	0,006	0,007	0,13	Id.
Colza, graines.....	1,14	0,586	0,241	2,086	0,506	3,685	Rumlsberg.
— paille sèche.....	1,456	1,044	0,396	0,248	0,044	0,550	Id.
Madia, graines.....	0,942	0,351	«	2,496	«	«	Buchner.
Garance d'Alsace, racine.	1,567	1,200	0,128	0,018	0,058	1,33	Kœchlin.
Garance de Zélande.....	1,165	0,650	0,114	0,672	0,655	«	Id.
Chanvre, tiges.....	0,370	1,900	0,050	0,150	0,300	1,74	Kane.
Lin, tiges.....	0,980	0,610	0,130	0,540	1,070	0,56	Id.
Fève de pré de Bechelin.	1,038	1,224	0,144	0,318	2,002	1,34	Boussy.
Luzerne.....	1,733	1,996	0,107	1,702	0,070	2,35	Buchner.
Trèfle.....	2,102	1,909	0,154	0,488	0,411	2,06	Boussy.
Sainfoin.....	2,167	2,482	0,134	2,006	0,088	1,60	Id.

Supposons maintenant que nous ayons à déterminer approximativement les éléments contenus dans le fumier d'une ferme qui a nourri, pendant les trois mois de la confection de ces engrais, douze bœufs, vingt vaches à lait, huit chevaux, lesquels ont reçu la nourriture suivante, dosant comme on le voit dans le tableau suivant :

Douze bœufs ont reçu :

	k.	Alcalis. k.	Chaux. k.	Acides sulfurique.	Acides phosphorique.	Acides silicique.	Azote.
2160 luzerne, donnant à l'état sec.	1814 dosant :	31,527	56,207	1,941	30,874	1,270	42,62
6480 de foin.....	5314.....	55,159	65,043	7,652	16,898	106,386	71,21
10800 pommes de terre.....	2592.....	51,840	19,984	6,998	11,405	5,702	38,88
6480 paille.....	5508.....	36,353	32,497	3,856	12,118	204,347	19,18
	15228	174,879	153,731	20,447	71,295	317,705	171,89

Vingt vaches à lait ont reçu :

13140 foin réduit à l'état sec.....	11169.....	115,934	136,708	16,083	35,517	225,603	149,66
12000 pommes de terre.....	2880.....	57,600	22,205	7,776	12,672	6,336	45,20
12000 topinambour.....	3000.....	79,200	3,900	1,920	3,900	23,160	47,10
12000 betterave.	2760.....	70,104	5,520	4,228	4,022	14,352	45,33
	19809	322,838	168,333	30,007	56,111	267,451	283,29

Huit chevaux ont reçu :

7200 foin réduit à l'état sec.....	6462.....	67,075	79,094	9,303	20,549	129,549	86,59
1800 paille.....	1312.....	11,880	10,620	1,260	3,960	66,780	6,36
2567 avoine.....	2073.....	10,573	3,109	0,829	12,376	4,353	46,43
	9847	89,528	92,823	11,394	36,885	200,682	139,38
TOTAL GÉNÉRAL.....	44884	587,245	414,887	61,850	164,291	785,838	594,56

Une simple addition devrait nous donner maintenant les principaux éléments du fumier, si les animaux restituaient entièrement dans les déjections les éléments des fourrages qu'ils ont consommés; mais l'expérience, d'accord avec la théorie, nous prouve qu'il y a plusieurs déductions à faire avant d'obtenir un résultat définitif.

D'abord, quant au poids des matières consommées réduites à l'état sec, l'animal restant constamment dans l'étable, une grande partie du carbone se change en acide carbonique dans l'acte de la respiration. L'oxygène et l'hydrogène se combinent aussi en partie pour former de l'eau ; et l'expérience a montré que, pour le cheval, on ne retrouve dans les excréments *secs* que les 0,544 du poids des aliments secs. Chez les vaches, les aliments secs se réduisent à 0,417 de fumier sec (1).

Quant aux éléments de l'engrais, il faudra : 1° les réduire aussi dans la même proportion que le précédent; mais, en outre, on retranchera 0,17 de l'azote pour les chevaux et 0,13 pour les vaches (2), perdus par la transpiration et autres déperditions cutanées. Nous supposons, sans en avoir la preuve expérimentale, que la déperdition des éléments fixes est dans le même rapport.

2° Les excrétions ne sont pas entièrement proportionnelles au temps pendant le travail et pendant le repos à l'écurie; cependant, si le travail est long, on peut admettre, sans grande erreur, que les excrétions sont proportionnelles au temps. Il y aura donc à déduire encore du total des fourrages, restant après la première réduction, une quantité en rapport avec le temps de travail, ou avec l'absence de l'étable.

3° Pour chaque 100 kil. d'excédant du poids acquis pour

(1) Boussingault, tome II, page 355.
(2) Boussingault, tome II, pages 355 et 356.

les animaux, on retranchera 1,0 d'acide phosphorique, 5,0 de chaux, 1,3 d'alcalis (1) et 3,64 d'azote (2).

4° 100 kil. de laine lavée des toisons entraînent une réduction de 17,71 kil. d'azote.

5° La production de 100 litres de lait donnera lieu à une soustraction de 0,087 kil. d'alcali; 0,137 d'acide phosphorique et 0,57 d'azote.

6° Celle de 100 kil. d'œufs (2,000 œufs de poule environ) exigera encore une réduction de 9, 91 kil. d'azote.

Ce n'est qu'après avoir opéré ces rectifications que l'on possédera la véritable situation, et que l'on obtiendra un tel degré d'exactitude, qu'après les avoir faites sur les résultats d'une grande exploitation donnés en détail dans les comptes de Grignon (3), nous sommes arrivés exactement aux poids donnés pour ces comptes, et au dosage donné par l'analyse.

Appliquons ces principes à l'exemple ci-dessus : le poids des engrais secs sera réduit, pour les chevaux et les bœufs qui ont travaillé pendant 400 heures, sur les 2160 heures dont se compose le trimestre, qui sera les 0,185 du temps, d'abord aux 0,544, et ensuite aux 0,185 de cette dernière quantité ou aux 0,443 de la quantité totale.

Le poids pour les vaches sera réduit aux 0,417 de leurs aliments.

Nous avons donc, pour le poids de l'engrais réduit :

	k.
Bœufs.....	12,410,82
Chevaux	8,025,30
Vaches.....	8,260,03
Fumier sec.....	28,696,15

Leurs éléments seront réduits pour les bœufs et les chevaux de 0,17 ou resteront les 0,83 de ce qu'ils étaient; si

(1) Boussingault, tome II, page 419.
(2) Boussingault, tome II, page 627.
(3) *Annales de Grignon*, 9e liv., pages 46 et suiv.

on en retranche en outre les 0,185 perdus dans leur travail, ils deviendront les 0,645 des éléments des fourrages. Pour les vaches, nous retranchons 0,13 des éléments de l'engrais, ce qui revient à dire qu'ils seront réduits aux 0,87 ; mais de plus, nous retranchons pour la production de 10,595 litres de lait, 9,218 kil. d'alcali, 14,515 d'acide phosphorique, et 60,39 kil. d'azote. Ces comptes deviendront alors ce qui suit :

				Acides			
Poids du fourrage sec.	Alcalis.	Chaux.	sulfur.	phosph.	silicique.	Azote.
	k.	k.	k.	k.	k.	k.
Bœufs..	12,410,82	112,796	99,136	13,189	45,985	204,919	110,869
Chevaux	8,025,30	57,746	59,870	7,349	23,790	129,439	89,900
Vaches .	8,260,03	271,651	146,499	26,106	34,301	232,682	186,070
	28,696,15	442,193	305,505	46,644	104,076	567,040	386,839

Ainsi le fumier sec dosera $\frac{386,839}{28696,150} = 1,48$ p. 100 d'azote,

ou bien :

Avec 0,80 d'eau comme le fumier normal de M. Boussingault. .	0,27
Avec 0,67 d'eau comme le fumier de Grignon.	0,445
Avec 0,6058 d'eau comme dans le fumier des analyses du Midi. .	0,53

Pour 100 de ces engrais nous avons :

		Acides			
Alcalis.	Chaux.	sulfurique.	phosphorique.	silicique.	Azote.
1,540	1,063	0,163	0,363	1,975	1,348

On voit, par cet exemple, l'énorme perte des éléments de l'engrais occasionnée par l'absence des animaux de l'écurie et par la production du lait. Si, avant d'avoir fait l'analyse de l'engrais ou avant d'avoir effectué le calcul ci-dessus, on avait cru pouvoir prendre le fumier normal de M. Boussingault pour base de calculs agronométriques, l'erreur aurait été grande, puisqu'au lieu d'un dosage de 0,60 p. 100, nous n'en trouvons plus qu'un de 0,27. On aurait accusé ces calculs d'erreurs tandis qu'il n'aurait fallu nous en prendre qu'à notre négligence.

Nous trouvant, maintenant, en possession du fumier

décrit ci-dessus, supposons que nous voulions l'appliquer à la production de 3,000 kil. de blé. Pour obtenir cette récolte il faudrait les éléments suivants :

			Acides					
A l'état normal	à l'état sec	Alcalis.	Chaux.	sulf.	phosph.	silicique	Azote.
	k.	k.	k.	k.	k.	k.	k.
Grain...	3000	2685	19,332	1,879	0,537	30,609	0,805	61,486
Paille...	6810	4511	29,772	22,104	3,158	9,924	167,358	15,788
			49,104	23,983	3,695	40,533	168,163	77,274

Nous supposons le terrain dans un état de fertilité équilibré, tellement qu'il suffira de l'entretenir et de lui rendre pour chaque récolte ce qu'elle lui fait perdre; pour obtenir 77,274 k. d'azote de notre engrais, il faut en employer 5732,5 k. ; ce qui nous donne les éléments suivants :

	Acides					
	Alcalis.	Chaux.	sulf.	phosph.	silicique.	Azote
	88,273	60,931	9,343	20,807	113,207	77,267
Différence avec le dosage de la récolte exigée.	+39,069	+36,948	+5,648	—19,726	— 54,956	— 0,007

Cette fumure présente un excédant pour les alcalis , la chaux, l'acide sulfurique; et un déficit pour les acides phosphorique et silicique. Ce sont de pareils déficits qui, quand ils sont répétés au point que le terrain lui-même est épuisé de certaines substances, causent des insuccès certains qui font condamner comme infertiles des terres qui produiraient abondamment si on leur restituait les éléments qui leur manquent. C'est ainsi que s'expliquent aussi les récoltes opulentes que produisent les terres quand on leur fait ces restitutions; quand, par exemple, au moyen de noir animal, on leur donne, dans un état facilement soluble, les phosphates qui faisaient défaut.

Nous avons déjà indiqué comme un moyen de mettre les phosphates solubles à la disposition des plantes, celui de faire dissoudre les os dans une eau chargée d'acide carboni-

que, et on dispose d'une grande quantité de ce gaz dans les pays vignobles, au moment de la fermentation du vin. On arrose les fumiers avec cette dissolution. On peut aussi se procurer du phosphate de potasse et du biphosphate de chaux en traitant 12 parties d'os calcinés et pulvérisés par neuf parties d'acide sulfurique; on ajoute de l'eau après l'action de l'acide; au bout de deux ou trois jours, on passe au travers d'une toile sur laquelle reste le sulfate de chaux, on sature la liqueur avec du carbonate de potasse jusqu'à ce qu'elle donne une réaction légèrement alcaline. On arrose le fumier avec cette liqueur, ou bien on la fait évaporer, on dessèche et on répand le résidu sec et pulvérisé sur le sol.

Quant à la silice soluble, principe essentiel et qui manque à un grand nombre de terrains, on l'obtient soit en grillant des roches feldspathiques, soit en la fabriquant de toutes pièces. On forme un silicate de potasse à forte proportion d'alcali, et pour cela on fond 15 parties de sable quartzeux, 10 parties de potasse du commerce et 2 de charbon; il faudrait ici 91,7 kil. de ce verre soluble pour obtenir les 55 kil. de silice soluble qui nous manquent. Dès que les bonnes méthodes de manipulation des engrais se répandront, ces substances supplémentaires seront produites facilement et à bon marché par les fabriques de produits chimiques ou par des usines spéciales.

Comme nous l'avons vu, le fumier obtenu dans les fermes d'animaux travailleurs, ou paissant au dehors, ou de femelles produisant du lait, de bestiaux s'accroissant en poids, et donnant de la laine, ne reproduit jamais, ni en poids, ni en substances élémentaires, les aliments qui leur ont été consacrés. Dans l'exemple que nous avons choisi, on a vu combien l'engrais obtenu était loin de valoir même le fumier normal de M. Boussingault. Il est bien important de ne se faire aucune illusion à cet égard, car on la payerait par la perte d'une partie des récoltes sur lesquelles on aurait compté, soit en partant d'un type convenu, comme celui du fumier normal,

soit en se fiant sur la masse et le volume des aliments consommés. L'analyse offre le moyen le plus certain de dissiper tous les doutes; mais à son défaut il ne faut pas manquer au moins de s'éclairer au moyen des calculs dont nous venons d'offrir le modèle. Les opérations agricoles y gagneront un degré de certitude dont sont bien éloignés les cultivateurs routiniers qui calculent par voitures de fumier et leur supposent à toutes une valeur identique. C'est le plus souvent assimiler un sac de billon à un sac d'écus. Nous le répétons encore, pour ceux qui sont dans l'erreur, l'agriculture, comme toutes les industries, est une science de faits exacts qui doivent tous être soumis au calcul. Celui qui le dédaigne commence par douter de la science et finit par renoncer à l'art qui le trompe.

Après avoir calculé la dose et la nature des engrais à employer dans chaque culture que l'on a l'intention de faire, il faut aussi calculer l'assolement entier de manière à ce que l'on puisse toujours fournir aux différentes soles, le maximum de la quantité qu'elles en peuvent consommer. C'est à cette condition que la culture donne tout ce que l'on peut en attendre. Il vaudrait mieux cultiver des végétaux dont les produits seraient moins riches, et les cultiver dans ces conditions, que d'avoir des récoltes chétives de végétaux recherchés, avec des travaux qui sont tout aussi coûteux que si la terre était assez féconde pour porter une entière récolte. On se procure ces engrais ou par l'importation, ou par la consommation des produits qui entrent dans l'assolement. Quand on peut acheter des engrais à des prix convenables, l'assolement est entièrement libre sous le rapport de la nutrition des plantes; mais dans le plus grand nombre des situations, la position topographique, les frais de transport, et la concurrence des acheteurs d'engrais obligent à ne se servir que de ceux que l'on fabrique soi-même.

On remarquera que beaucoup de cultures ne restituent qu'une faible partie de l'engrais qu'elles ont emprunté au

sol, parce que l'on vend leurs produits principaux; que d'ailleurs elles n'empruntent pas toutes des principes fertilisants à l'atmosphère ; et qu'enfin dans la consommation elle-même, une partie de ces principes disparaissent, soit par leur assimilation avec les animaux qui les consomment, soit par la respiration. On en conclut donc que si l'on ne fait pas intervenir dans les assolements une part considérable de plantes améliorantes, de celles qui savent soutirer une large dose de principes atmosphériques suffisante pour compenser les pertes, l'équilibre ne pourrait être conservé entre les principes fertilisants soustraits, et ceux rendus au sol.

Ainsi, pour continuer sans relâche et avec tous ses avantages l'ancien assolement des Romains, conservé dans le Midi : 1° jachère, 2° blé, nous trouvons que si depuis longtemps les récoltes moyennes se soutiennent à 720 k. de blé (9 hectolitres), ce produit en grain avec sa paille dosant 18,36 k. d'azote et le blé ne prenant qu'une aliquote de 0,20, la fertilité du champ est représentée par $\frac{18,36}{0,20} = 91,8$k. d'azote. Pour faire produire au champ 3000 k. de blé dosant 76,5 k., il faut qu'il possède une richesse initiale de $\frac{2,55^{1} \times 30}{0,20} = 381$ k. d'azote ; c'est une première mise nécessaire et qui sera entretenue par l'addition bisannuelle de 76,50 k. d'azote dont 18,86 k. fournis par la jachère. Il reste donc à se procurer, tous les deux ans, des engrais dosant 57,65 k. d'azote. Au prix actuel des engrais dans le Midi, la première avance de 381 k. d'azote s'élève à 617 fr. par hectare. Elle est ordinaire parmi nos paysans opulents du Midi, qui achètent des terrains en mauvais état. Nous avons vu un d'entre eux, possesseur d'une somme de 6,000 fr., acheter un hectare de terre pour 3,000 fr., et refuser d'acheter l'hectare voisin,

(1) Dosage de 100 kil. de blé avec sa paille.

parce que, disait-il, il lui fallait pour 3,000 fr. d'engrais afin de porter celui qu'il achèterait au degré de fertilité convenable pour y établir ses cultures jardinières. Une somme beaucoup moindre aurait été nécessaire s'il n'avait eu dessein que d'y continuer la culture du blé. Voyons maintenant ce qui se passerait à l'égard de l'assolement une fois établi. Il nous faut chaque année 57,65 k. d'azote; les pailles en restituent 20,7 k., et il reste à combler un déficit de 36,95 k. Il ne peut l'être qu'au moyen de clos extérieurs de prairies, qui après avoir pourvu à leur propre entretien en engrais, puissent fournir cet excédant, ou un engrais dosant 18,47 k. d'azote par an. Soit une prairie sèche donnant 6000 k. de foin, laissant disponible après prélèvement fait de son propre engrais 0,90 k. d'azote pour 100 k. de foin; il nous faudra $\frac{18,47 \times 100}{0,90} = 2050$ k. de foin ou environ un tiers d'hectare de prairie par hectare de terrain en culture, si l'on veut pousser le blé à son maximum de produit.

Si nous appliquons le même calcul à l'assolement triennal, nous trouvons que la production devra être :

		Produisant.	Dosant.	Restituant.
1re année.	Jachère.	0	0	18,86
2e année.	Blé.	3000	76,50	20,70
3e année.	Avoine.	2948	70,75	18,57
			147,25	58,13
		Reste à fournir.....		89,12 d'azote.

Ainsi, il faudrait chaque année le tiers de 89,12 ou 29,70 k. d'azote, ou $\frac{2970}{6000} = 0,49$ hectare de prairies produisant 6000 k. de foin pour entretenir cet assolement en supposant que le grain de l'avoine ne fût pas consommé par la ferme.

Si nous n'avons pas recours aux clos séparés et qu'il faille pourvoir à la fertilisation des terres au moyen des terres

arables elles-mêmes, nous sommes obligés d'introduire des plantes améliorantes dans la culture; c'est ce qu'a cherché à faire l'assolement quadriennal anglais :

	Produisant.	Dosant.	Restituant.
1. Navets consommés sur place.	64,000 kil.	153,60	230,40
2. Orge.....	2,525	54,07	17,87
3. Trèfle..	6,000	92,40	158,40
4. Blé...	3,000	76,50	20,70
		376,57	427,37

Si l'on considère les pertes que peuvent éprouver les engrais, on verra que cet assolement a fait le poids de ses engrais.

L'assolement de Nîmes nous donne les résultats suivants, en supposant la luzerne consommée dans la ferme :

	Produisant.	Dosant.	Restituant.
5. Luzerne.....	64,000 kil.	1266 k. d'azote	1996 k. d'azote.
3. Blé.....	9,000	229	53
2. Sainfoin.....	15,000	202	367
2. Blé.....	6,000	153	41
		1850	2457

Il y a ici production d'une quantité excédante d'engrais qui est employée aux vignobles.

L'assolement d'Orange présente les résultats suivants :

	Produisant.	Dosant.	Restituant.
3 hect. Garance...	3,000 kil.	66 k. d'azote	29 k. d'azote
1 hect. Blé.....	3,000	77	17
4 hect. Luzerne..	48,000	950	1497
2 hect. Blé.....	6,000	153	41
2 hect. Avoine...	5,896	141	37
		1387	1621

Cet assolement se suffit donc pleinement et fait faire des progrès notables à la fertilité du terrain.

L'assolement d'Anvers, dans lequel les pommes de terre sont vendues et non consommées dans la ferme, donne :

		Produisant.	Dosant.	Restituant.
1 hect.	Pommes de terre.	29,000 kil.	242 k. d'azote	38 k. d'azote
1 hect.	Seigle.....	2,592	66	15
	Navets.....	30,000	72	108
1 hect.	Avoine.....	2,948	71	19
1 hect.	Trèfle.....	9,142	141	241
1 hect.	Blé.....	3,000	76	20
	Navets.....	30,000	72	108
			740	549

Cet assolement ne pourrait se soutenir sans une importation d'engrais.

Les considérations que nous venons de présenter nous conduisent donc à poser ces principes :

Les terrains devant être toujours pourvus du degré de fertilité nécessaire pour pouvoir obtenir les produits maxima de chaque récolte, si l'on peut importer à des prix avantageux les engrais nécessaires, la culture peut être libre sous le rapport des engrais, et on doit chercher seulement à y intercaler les plantes qui puissent donner les produits nets les plus avantageux.

Quand l'exploitation doit fournir les engrais qui lui sont nécessaires, il faut considérer si en raison des qualités différentes des terres, de la facilité plus grande des uns et des autres à produire des fourrages ou d'autres produits, il y a lieu de séparer la production fourragère de la production des récoltes épuisantes ; l'étendue de la première doit être réglée sur les besoins de la seconde.

Quand les qualités identiques des terres ne portent pas à faire cette séparation, l'assolement doit être combiné de manière à ce que la reproduction des engrais soit égale à leur consommation.

Le tableau suivant servira à établir les calculs provisoires sur la consommation d'engrais et la restitution qu'en font les plantes, ainsi que nous l'avons fait dans tout ce chapitre.

TABLEAU des engrais.

378. Les chiffres du dosage des plantes sont pris aux sources que nous avons indiquées dans le cours de cet ouvrage. Toutes les fois que l'on fera soi-même les analyses des produits et des engrais, on substituera leurs chiffres aux moyennes que nous indiquons. Ceux des restitutions devront être diminués d'un cinquième quand il s'agira des plantes consommées par les bestiaux, l'expérience montrant que les fumiers ne contiennent que 0,80 de l'azote des fourrages, en supposant même qu'ils soient parfaitement recueillis.

NOMS des PLANTES CULTIVÉES. 100 kil. du produit à l'état normal.	DOSAGE des PRODUITS.		Aliquote de l'engrais pris par les plantes.	Engrais à fournir.	Engrais restant.	Restitution des pailles.	Restitution atmosphérique.
				k.	k.		
Blé	1,96	2,55	0,29	8,79	6,24	0,59	
227 kil. paille	0,59						
Epeautre	1,65	1,94	0,40	4,85	2,91	0,29	
111 kil. paille	0,29						
Seigle	1,96	2,54	0,35	7,26	4,72	0,58	
222 kil. paille	0,58						
Orge, pris frais	1,76	2,06	0,35	5,88	3,82	9,30	
122 kil. paille	0,30						
Orge d'hiver	1,76	2,32	0,56	4,14	1,82	0,56	
186 kil. paille	0,56						
Avoine	1,77	2,40	0,53	4,53	2,13	0,63	
162 kil. paille	0,63						
Sarrasin	2,10	2,45	0,36	6,80	4,35	0,36	1,21
72,4 fanes sèches	0,35						
Riz	1,20	1,51	0,29	5,20	3,69	0,31	
130 kil. paille	0,31						
Millet	1,77	3,58	0,61	5,87	2,29	1,81	
235 kil. paille	1,81						
Maïs	1,64	2,03	0,37	5,50	3,47	0,39	
206 kil. tiges	0,39						
Sorgho	1,77	2,55	0,61?	4,18	1,63	0,52	
138 kil. tiges	0,26						
376 kil. de tiges basses	0,52						
Haricots	3,91	5,01	0,67	7,48	2,47	1,10	
100 kil. paille	1,10						
Fèves	5,02	7,05	3,72*	1,89	?	2,03	6, 50
100 kil. paille	2,03						
Pois	3,82	11,20	5,22	2,14	?	7,38	8,50
350 kil. paille	7,38						
Vesces	4,37	7,25	4,50	1,68	?	2,88	6,00
280 kil. paille	2,88						
Lentilles	4,00	5,41	?	?	?	?	
140 kil. paille	1,41						
Pommes de terre	0,36	0,49	0,46	107	0,38	0,13	
25 kil. fanes	0,13						
Patates	0,20	0,96	0,39	2,46	0,50	0,76	
100 kil. de tiges	0,76						
Topinambours	0,35	0,70	1,46	4,70	?	0,37	0,22
96 kil. feuilles et tiges	0,37						

* Les aliquotes des plantes améliorantes dépassent naturellement 1, puisqu'elles puisent une partie de leurs éléments dans l'atmosphère.

TABLEAU des engrais.

NOMS des PLANTES CULTIVÉES. *100 kil. du produit à l'état normal.*	DOSAGE des PRODUITS.		Aliquote de l'engrais pris par les plantes.	Engrais à fournir.	Engrais restant.	Restitution des pailles.	Restitution atmosphérique.
				k.	k.		
Betteraves.....	0,21	0,66	0,33	2,00	1,34	0,45	
100 kil. feuilles.	0,45						
Carottes	0,30	0,59	0,40	1,47	0,88	0,59	
35 kil. fanes vertes.....	0,29						
Navets.....	0,13	0,24	1,20	0,20	0,04	0,24	0,12
40 kil. de feuilles.	0,11						
Rutabaga.....	0,17	0,36	0,67	0,52	0,16	0,36	0,06
68 kil. feuilles.....	0,19						
Chou.....	0,28	0,28	0,54	0,37	0,09	0,28	0,06
Colza.	3,31	4,13	0,36	11,48	7,53	0,82	
165 kil. paille.....	0,82						
Pavot.....	3,05	4,31	0,27	15,96	11,65	1,26	
256 kil. tiges.	1,26						
Madia.....	3,69	5,37	0,44	12,19	6,83	1,68	
318 kil. tiges	1,68						
Ricin.....	2,03	6,03	0,50?	12,06	6,03	4,00	
1512 kil. feuilles et tiges..	4,00						
Courges.....	0,20	6,58	0,38	1,52	0,83	0,38	0,20
50 kil. fanes.....	0,38						
Oignon.	1,18	1,18	0,60	1,97	0,79	?	
Safran (p. de)2736 k. *bul.*	32,83	32,83	0,12?	275,58	240,75	?	
Cardène, 100 k. de.....	6,60	6,60	0,30	19,80	17,20	5,00	
Houblon commun.....	8,82	10,73	0,70?	22,51	11,58	1,91	
737 kil. feuilles et tiges...	1,91						
Carthame.	5,00	5,40	0,61	8,51	3,14	0,40	
100 kil. tiges.....	0,40						
Garance, racines.....	1,23	2,22	0,175	12,08	10,46	0,99	
150 kil. tiges.....	0,99						
Persicaire, 160 kil. feuilles fraîches ou 0,75 k. d'ind.	0,54	0,54	0,29	1,86	1,32	0,54	
Maurelle, 100 kil. chiffons.	6,40	6,40	0,50	12,80	6,49	6,40	
Pastel.....	0,54	0,54	0,80	5,00	3,00	0,00	
Gaude, 100 k. tiges sèches.	2,00	2,00	0,40	14,66	9,38	2,28	
Tabac, 100 kil. feuilles...	3,00	5,28	0,36	97,97	34,59	26,85	»
100 kil. tiges et racines...	2,28					31,00	
Chanvre, 100 k. de filasse.	0,00						
Extrait perdu dans le rouloir.....	32,58	63,58	0,70	8,42	7,30	0,56	
Feuilles.....	31,00						
Lin, 100 kil. tiges.....	0,56	1,12	1,33	8,42	7,30	1,15	1,00
Sourceau 0 kil., 094.....	0,56						
Prairies pérennes mélangées de ligneuses.....	1,15	1,15	1,61	1,29	1,12	1,97	1,14
Luzerne.....	1,97	1,97	1,53	1,29	»	1,54	1,10
Trèfle.	1,54	1,54	1,15	1,20	»	1,10	1,10
Trèfle incarnat.....	1,15	1,15	1,50	0,39	»	1,33	0,54
Sainfoin.....	1,35	1,35	1,67	0,78	»	1,14	0,51
Vesces.....	1,14	1,14	1,45	0 89	»	1,17	
Spergules.....	1,17	1,17	1,32	3,03	2,05	0,36	
Ivraie vivace.....	0,98	0,98	0,29	4,53	3,17	1,98	
Seigle, fourrage.	1,36	1,36	0,50	3,00	1,50	1,50	
Moha	1,50	1,97	0,50	1,54	0,67	0,67	
Maïs, fourrage..... ...	0,67	5,00	0,50	0,67	0,13	5,40	

CHAPITRE IV.

De l'aliquote des plantes fourragères.

Dans le livre de la phytologie agricole, nous avons porté au compte de chaque plante sa consommation en engrais; mais nous n'avons indiqué que d'une manière générale la quantité d'engrais dont le terrain devait être approvisionné, en faisant sentir seulement que le succès dépendait de son abondance.

Dans la culture des plantes fourragères, nous ne sommes pas enchaînés, aussi étroitement que dans celle des plantes qui doivent porter des graines, par la crainte de voir la végétation foliacée faire avorter, par son luxe et sa prolongation, la fructification des plantes.

Cependant, il est aussi un point, où l'herbe étant fournie, les tiges restent molles et le fourrage verse et pourrit quelquefois par le pied, si on ne le coupe pas avant sa maturité. Ce point est subordonné à l'espèce des fourrages et au climat dans lequel on les cultive. Dans le Midi, nous ne craignons pas des coupes de 9,000 kil., par hectare de nos prairies naturelles. A Lille, M. Kuhlmann paraît déjà redouter celles de 6,500 kil. (1).

Quand on sème du trèfle, des vesces, du seigle ou du maïs fourrage, il ne faudrait pas se contenter de leur appliquer un engrais égal à celui que ces plantes consommeraient, et qui suffirait si l'on ne voulait obtenir que des graines; il faut l'excéder beaucoup pour obtenir le maximum de la production fourragère. Mais, ici encore, nous trouvons une limite, c'est celle des besoins des récoltes qui doivent suivre; et si c'étaient des céréales, on risquerait, en effet, de dépasser le terme auquel on doit en attendre un produit considérable et assuré.

(1) *Expériences chimiques*, pag. 59 et 61.

Les plantes fourragères à racines profondes ne présentent pas une très-grande régularité dans leurs rapports avec la fertilité du sol ; leurs produits successifs, pendant les années de leur durée, se ressentent aussi du degré de perméabilité plus ou moins grande du terrain, et de la facilité que l'extrait des engrais trouve à pénétrer dans les couches inférieures. C'est surtout à cette cause que l'on doit attribuer les anomalies que nous observons dans leur rendement ; ainsi :

	Dose de la fumure par hectare. k.	Produit total en foin. k.	Produit pour 1 kil. d'azote.	Dosage du pro. de 1 k. k.
(1) Luzerne de Gilbert (durée de 4 ans).	199	6,619	32,70	0,638
Nos luzernes (durée de 5 ans)....	824	64,000	77,60	1,503
Celles de Crud.....	390	44,000	123,00	2,398
Nos luzernes arrosées.....	824	153,000	185,00	3,607
Arthur Young.....	1050	215,175	203,00	4,000

Dans ce tableau, nous voyons d'abord la tendance des récoltes à augmenter avec la masse de l'engrais qui leur est distribué, mais le produit n'est pas proportionné à l'engrais, puisque Crud obtient 123 kil. de fourrage par kil. d'azote, en n'employant que 390 kil. de fumier, tandis que nous n'en avons eu que 77 kil. 60 avec 824 kil. de fumier. Nous nous rendons parfaitement compte de cette différence, en comparant nos terres compactes avec les terres meubles et profondes de la Romagne. Nous voyons, en second lieu, que le dosage des fourrages ne tarde pas à surpasser de beaucoup celui de l'engrais, qui n'est, pour cette plante, comme pour toutes celles que nous appelons améliorantes, que la nourriture du premier âge des bourgeons, avant que, s'étant développés, ils puissent la soutirer de l'atmosphère. Il n'y a donc véritablement pas d'aliquote pour ces plantes légumineuses fourragères ; et en les cultivant il sera avantageux de pousser la dose des engrais jusqu'à leur dernière limite, qui

(1) Voyez tome III page 432.

serait celle où l'on cesserait d'obtenir un accroissement proportionnel de récoltes.

Il n'en est pas de même pour les plantes fourragères d'une autre classe : le maïs fourrage, le seigle, l'orge, coupé en fleur, les prairies naturelles, principalement composées de graminées, ne dépassent pas l'aliquote dans ces plantes cultivées pour leurs graines.

La culture des céréales qui suit une fumure très-abondante en engrais solubles, est exposée aux dangers du versement, et à une abondance excessive en paille, aux dépens de la production des graines. Mais il n'en est pas de même de celle qui suit une récolte de fourrages abondamment fumés. Le champ reste alors dans un état de fertilité très-élevé; mais les éléments solubles des engrais ont été absorbés par les plantes, et la fertilité qui reste est produite par des débris ligneux et des racines qui ne se décomposent que progressivement, et ne font pas courir les mêmes chances aux récoltes céréales. Ainsi, après une luzerne fumée avec un engrais contenant 796 kil. d'azote, le champ qui a fourni 64,000 kil. de fourrage dosant 1248 kil. d'azote, reste enrichi :

1° des racines représentant.....	294 kil.,40	d'azote
2° des débris de feuilles.....	409 60	
	704 kil., »	

En supposant que tout l'engrais fourni ait disparu, le champ conserve encore la fertilité primitive à 91,4 kil. d'azote près. Certes, le blé qui aurait reçu 704 kil. d'azote en fumier soluble, ne présenterait qu'un fourrage épais, qu'il faudrait faucher de bonne heure, mais après la luzerne; nous pouvons percevoir trois récoltes consécutives de grains, qui ne versent pas, et ces récoltes laissent encore la terre dans un excellent état de fertilité. Ainsi, la vertu des récoltes fourragères serait de substituer, à un engrais trop soluble, un engrais qui l'est moins, dont l'effet se prolonge pendant plusieurs années, sans qu'il éprouve des pertes sensibles.

Elles permettent l'emploi de fumiers considérables qui, agissant d'abord sur la production des fourrages, se reproduisent en restant en réserve pour être distribués, plus tard, sur une production successive de plantes épuisantes. Les fourrages légumineux, en un mot, régularisent l'emploi de la richesse sans la consommer, en remplaçant tout le produit en foin qu'on enlève par l'absorption qu'elles font des substances gazeuses de l'atmosphère.

Ces réflexions étaient nécessaires, pour la recherche des lois qu'il faut suivre dans le choix des plantes qui doivent se succéder les unes aux autres.

CHAPITRE V.

Lois dérivant des forces disponibles pour les cultures.

Le système de culture que nous avons adopté, les arrangements économiques qui ont été faits par l'administration du domaine, mettent à la disposition du cultivateur une certaine masse de forces dans chaque saison de l'année ; quelquefois il peut la dépasser, si le pays offre le moyen d'obtenir des ouvriers extérieurs; d'autres fois, il y est rigoureusement renfermé. Ces forces ne sont pas toujours constantes, et elles varient quelquefois, selon les saisons ; celles de l'intérieur de la ferme quand, par exemple, on se sert de bœufs que l'on engraisse en hiver, et que l'on ne remplace qu'à la fin de l'été suivant ; et celles de l'extérieur, quand les bras des ouvriers sont occupés, pendant certains intervalles de temps, à des travaux d'un autre genre : tels sont ceux de la récolte des vers à soie, ou ceux de la vendange, dans certaines localités. Il est donc bien important, avant d'arrêter un assolement, de savoir avec exactitude le nombre de journées d'hommes et d'animaux disponibles dans chaque saison, pour ne pas éprouver ensuite des embarras inextricables.

Il faut encore déterminer, aussi exactement que possible, le nombre des journées que la culture, que l'on veut adopter,

emploiéra dans ces différentes saisons. Nous avons dressé ce tableau pour les contrées que nous habitons, mais nous ne pouvons le donner comme une règle. Dans le Midi, nous faisons en hiver, certains labours qui ne seraient pas possibles au Nord; l'humidité du sol ou la gelée y feraient obstacle; il faut donc les faire en automne, ou les réserver pour le printemps, et le choix d'une de ces époques tient à une foule de convenances locales. Ici, l'on veut profiter de la dépaissance des terrains pendant l'hiver; là, les travaux de semences se prolongent si avant dans la saison, qu'il ne resterait plus le temps nécessaire pour préparer les terres qui devraient être semées au printemps. La marche de la végétation oblige à répartir les binages entre le printemps et l'été dans le Nord; ils doivent être faits au printemps dans le Midi, etc. Enfin, ici on fait les travaux à bras, et ailleurs au moyen d'instruments tirés par les chevaux. Toutes ces disparates doivent nous servir d'excuse pour ne pas donner ici des tableaux qui ne pourraient, en réalité, convenir qu'à nous-même; mais tous les agriculteurs, qui ne s'abandonnent pas à une indolente routine, sentiront la nécessité de faire pour eux-mêmes le tableau de la répartition des travaux de chaque culture, entre les différentes saisons, pour ne placer dans leur assolement que les plantes que l'on sera sûr de pouvoir cultiver. Nous avons vu de superbes récoltes de colza périr sur pied faute de bras pour les recueillir, dans un pays où la moisson des blés se fait au moyen des bras montagnards, qui ne descendent dans la plaine qu'à une époque fixe, postérieure à la maturité du colza. D'autres fois, les forces auxiliaires sont si coûteuses qu'elles emportent tout le profit des récoltes. Une sérieuse attention sur la répartition des travaux et les forces disponibles est donc une des conditions de succès.

Cette comparaison nous apprendra, non-seulement si un assolement est possible, mais elle nous servira encore à juger de l'équilibre qu'un sage arrangement doit faire régner entre

les saisons. Appliquons, par exemple, les chiffres des travaux à l'assolement biennal du Midi. Les labours pour ouvrir la terre, qui devraient se faire en automne, se font ordinairement à la fin de l'hiver ; nous avons vu que deux hectares, dont un en jachère et l'autre en blé, nécessitaient l'emploi d'un tiers d'hectare en prairie, nous aurons :

	HIVER.			PRINTEMPS.			ÉTÉ.			AUTOMNE.		
	bêt. de tr.	hommes.	femmes.	bêt. de tr.	hommes.	femmes.	bêt. de tr.	hommes.	femmes.	bêt. de tr.	hommes.	femmes.
0,33 prair. nat.	3,0	2	0	0,3	1	1	0,3	1	1	0,3	1	1
1 hect. jachère.	18,0	6	0	8,0	4	0	»	»	»	»	»	»
1 hect. blé.....	»	»	»	»	»	»	10,4	8,3	1	10,2	4	»
	21,0	8	0	8,3	5	1	10,7	9,3	2	10,5	5	1

La masse des travaux tombe ici sur l'automne et l'hiver. Il en résulte qu'il y a beaucoup de jours non employés dans les deux autres saisons, surtout relativement au petit nombre des intempéries du climat ; et l'on conçoit pourquoi, dans le pays où cet assolement est encore suivi, on multiplie les labours légers, au lieu d'ouvrir vigoureusement la terre en automne et de n'avoir plus qu'à la maintenir en bon état par des coups de scarificateur et d'extirpateur au printemps et en été. On y faisait et on y fait encore six à sept labours avec un araire, ce qui distribue les travaux sur toutes les saisons de l'année ; mais avec nos moyens perfectionnés, cet assolement ne peut se soutenir qu'en admettant d'autres occupations pour les attelages au printemps et en été, ou en réduisant leur nombre dans ces deux saisons. C'est ce qui fait l'avantage de l'association des vignes, des vergers d'oliviers, etc., aux terres à blé. Les labours de ces clos extérieurs occupent les attelages pendant toute la belle saison ; et comme les terres en sont en général plus légères et plus sèches pendant la partie de l'hiver où ils seraient oisifs, nos terres sèches du Midi ne facilitent pas autant l'introduction des cultures jachères ; les légumes y sont

généralement relégués sur les terres fraîches ou arrosées.

Appliquons la même méthode à l'examen de l'assolement triennal du nord de la France.

hect.	HIVER.			PRINTEMPS.			ÉTÉ.			AUTOMNE.		
	bêt. de tr.	hommes.	femmes.	bêt. de tr.	hommes.	femmes.	bêt. de tr.	hommes.	femmes.	bêt. de tr.	hommes.	femmes.
0,50 prairies natur.	5,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	1,5	1,5	0,5	1,5	1,5
1 jachère.....	»	»	»	18,0	6,0	0,0	8,0	4,0	0,0	»	»	»
1 blé.....	»	20,0	»	»	»	»	3,0	4,0	2,0	10,5	5,0	»
1 avoine.....	10,2	21,6	»	»	»	»	1,0	2,5	4,0	20,0	6,5	»
	15,2	44,6	»	18,0	6,0	»	12,5	12,0	7,5	31,0	13,0	1,5

C'est sur l'automne que tombent ici les plus grandes masses de travaux et la nécessité d'avoir recours à des ouvriers auxiliaires. Le reste de l'année présentant beaucoup moins d'occupation, ces ouvriers auxiliaires doivent être des étrangers ou avoir d'autres exploitations à leur compte dans lesquelles les cultures maraîchères ou sarclées leur donnent beaucoup d'occupation. C'est ce qui explique les cultures du lin, des pavots, etc., auxquelles se livrent les manouvriers des pays à grandes cultures et qui ne les occupent plus dans la saison où la grande culture réclame leurs bras, c'est-à-dire, pendant l'hiver, pour le battage en grange.

En admettant un assolement quadriennal avec une récolte jachère sarclée, la pomme de terre cultivée à bras, on a :

	HIVER.			PRINTEMPS.			ÉTÉ.			AUTOMNE.		
	bêt. de tr.	hommes.	femmes.	bêt. de tr.	hommes.	femmes.	bêt. de tr.	hommes.	femmes.	bêt. de tr.	hommes.	femmes.
1° Pommes de terre	10,0	5,0	0,0	0,0	44,0	2,0	21,5	13,0	0,0	12,0	4,0	0,0
2° avoine..... ...	10,2	21,6	»	»	»	»	1,0	2,5	5,0	20,0	6,5	»
3° trèfle.....	»	»	»	1,0	3,0	3,0	1,0	2,0	3,0	1,0	2,0	4,0
4° blé.....	»	17,0	»	»	»	»	21,9	4,0	2,0	10,5	5,0	»
	20,2	43,6	0,0	1,0	47,0	5,0	45,4	21,5	9,0	43,5	17,5	4,0

Nous trouvons ici les travaux à bras reportés sur deux saisons principales, l'hiver et le printemps, et les travaux du bétail sur l'été et l'automne. Cet assolement placé à côté du précédent profite des bras de ses ouvriers dans ces deux

saisons ; et si l'on laboure avec des bœufs, on les engraisse pendant l'hiver pour en acheter de nouveaux à l'entrée de l'automne. Mais quoique satisfaisant mieux à l'équilibre de l'ensemble agricole, on voit qu'il ne pourrait pas plus que les précédents, marcher isolé et avec un personnel fixe, par la nécessité d'entretenir toute l'année des forces qui seraient oisives pendant un laps de temps fort long; mais si le battage des grains se fait au moyen de machines, et le binage avec des forces animales, alors l'équilibre est rétabli entre les différentes saisons ; mais les travaux sont moins bien faits et le produit brut des plantes sarclées moins considérable ; nous avons alors :

	HIVER.			PRINTEMPS.			ÉTÉ.			AUTOMNE.		
	bêt. de tr.	hommes.	femmes.	bêt. de tr.	hommes.	femmes.	bêt. de tr.	hommes.	femmes.	bêt. de tr.	hommes.	femmes.
1. pommes de terre.	10,0	5,0	»	2,0	9,0	0	2,0	9,0	0,0	16,0	8,0	8,0
2. avoine.	11,2	9,6	»	»	»	»	1,0	2,5	4,0	20,0	6,5	0,0
3. trèfle.	0,0	»	»	1,0	3,0	3,0	1,0	2,0	3,0	1,0	2,0	4,0
4. blé.	1,0	5,0	»	»	»	»	3,0	4,0	2,0	10,5	5,0	»
	22,2	19,6	»	3,0	12,0	3,0	7,0	17,5	9,0	47,5	21,5	12,0

Les travaux des hommes sont beaucoup mieux répartis, mais il est évident que pendant certaines saisons il faut un renfort de forces animales, ce qui s'accorde parfaitement avec les besoins en viande de la société.

Il n'est pas douteux que les considérations résultant de l'équilibre des forces entre les saisons n'entrent pour une grande part dans l'adoption des assolements, et que la facilité et la difficulté d'accroître et de réduire à volonté les forces qui sont nécessaires aux travaux, ne soit une grande entrave pour les faiseurs de projets, qui croient pouvoir faire lutter leurs formules contre la force des choses. Nous ne saurions donc trop réitérer la recommandation de se faire un tableau exact des travaux des différents genres nécessaires pour chacune des cultures que l'on veut entreprendre, et de s'assurer d'avance des moyens d'y satisfaire. On pourrait payer

bien cher l'inobservation de ce conseil. Nous venons déjà d'en citer un exemple relatif à la perte de belles récoltes de colza dans un pays où les montagnards ne descendent dans la plaine qu'à l'époque de la maturité du blé, que précède celle du colza, et où le reste de l'année il est difficile de se procurer sur-le-champ un grand nombre d'ouvriers. Le sarclage des rizières sur nos côtes méridionales rencontrera, je le crains bien, des difficultés du même genre.

La proximité de deux contrées qui ont dans les mêmes saisons des cultures et des sols différents, facilitent beaucoup ces arrangements; ainsi les pays vignobles offrent une grande abondance de bras aux terres en culture; les récoltes des montagnes et leurs travaux ne se font pas dans le même temps que celles des plaines ; c'est ainsi que les habitants des Alpes et des Cévennes aident ceux du littoral, et que ceux des Ardennes et des Flandres se répandent à diverses époques dans nos plaines du Nord.

De ce qui précède, nous tirerons la conclusion *que partout où l'on ne peut se procurer à volonté, en toute saison et à des prix convenables, les forces nécessaires à l'exploitation, l'assolement doit être combiné de manière à égaliser le plus possible les travaux entre les différentes saisons de l'année; que quand les forces animales ne sont utiles que pendant une saison, il faut faire la culture au moyen d'animaux que l'on puisse facilement vendre et racheter en temps convenable; et que quand on ne peut pas se procurer aisément les forces humaines auxiliaires, on doit éviter les cultures qui en exigent impérieusement l'emploi, et leur substituer, quand cela est possible, l'action des attelages.*

CHAPITRE VI.

Lois dérivant du produit des cultures.

L'industrie agricole, comme toutes les industries, se propose d'obtenir, d'un capital donné, le plus grand profit,

c'est-à-dire le plus grand produit, dégagé des frais de production, et qui prend le nom de *produit net*. Ainsi, après avoir mis d'un côté la rente de la terre, qui représente les capitaux engagés de longue main sur le sol, les intérêts du cheptel, ou capital engagé en achats des animaux et du mobilier employés aux cultures, le fonds de roulement, ou les dépenses faites dans l'année, en payement d'ouvriers, de semences, d'engrais et de frais d'administration ; et, de l'autre côté, la valeur *d'échange* ou *en usage* des produits, suivant leur mode de réalisation et en soustrayant la première somme de la seconde, il faut que ce qui reste de ces produits, soit le plus élevé possible. Le produit brut est ici très-indifférent : récolter 100 hectolitres de blé, dont il reste 10 hectolitres seulement entre les mains de l'industriel, ou récolter 50 hectolitres avec le même reste, sont pour lui exactement la même chose, si ce n'est que le plus grand produit lui a donné un peu plus d'embarras.

Le produit net le plus élevé n'est pas toujours le produit brut le plus élevé possible, pour une étendue de terre déterminée. Les circonstances locales peuvent faire varier infiniment les profits que l'on peut recueillir sur un espace de terrain, sans altérer le profit que l'on peut faire sur le capital employé. Le haut prix de la rente et des travaux, comparativement à celui des engrais, peut conduire à une culture très-intensive, dans laquelle on fera produire à un seul hectare autant qu'à deux placés dans d'autres circonstances ; le haut prix des engrais, le bas prix de la rente et des travaux nous amènera, au contraire, à économiser les engrais et à cultiver de plus vastes surfaces. Nous étudierons bientôt ces variations de système ; mais, en ce moment, nous allons nous mettre dans le point de vue actuel de l'agriculture européenne; et, pour faciliter l'application du calcul aux différentes formes d'assolement, nous avons dressé des tables dont on ne se servira qu'avec les réserves que nous allons indiquer :

La deuxième colonne indique les produits d'une nature de culture des divers genres énoncés dans la première. Ces produits sont les produits *maxima* que l'on obtient assez fréquemment pour en faire comme le but auquel doit tendre une bonne culture. Il n'y a pas d'inconvénient à les faire entrer dans des calculs de comparaison, mais il y en aurait à les employer pour déterminer le produit réel que l'on peut attendre d'une exploitation donnée. Dans ce cas, il faut réduire les chiffres de cette colonne aux *maxima* habituels des pays que l'on habite, donnés par l'expérience.

La troisième colonne contient la valeur commerciale *moyenne* de ces produits, exprimée en kilogrammes de blé; la quatrième colonne est la somme des valeurs des produits principaux et accessoires de chaque culture.

La cinquième colonne contient la valeur de ces mêmes produits consommés dans la ferme et réduits en kilogrammes de blé; la sixième colonne renferme la somme des valeurs des produits principaux et accessoires de chaque culture également consommés dans la ferme.

La septième colonne nous indique la valeur des travaux opérés pour obtenir les récoltes, d'après les bases établies dans nos chapitres précédents; la huitième, celle des semences ou plants; la neuvième, celle des engrais : ici nous avons deux observations principales à faire : 1° le prix des engrais varie dans les différents pays, selon l'abondance de la production et la fréquence de l'emploi que l'on en fait; nous les avons estimés sur le pied de 7,5 kil. de froment par kilogramme d'azote de l'engrais. Si, dans le pays où l'on cultive, ce prix est plus élevé ou moindre, il sera facile de réduire la somme totale au moyen d'une simple règle de proportion; —2° Cette valeur de l'engrais est formée de deux parties, la valeur de l'engrais consommé par la récolte, et le dixième de la valeur de l'engrais total consacré à la récolte et sur lequel elle n'a puisé qu'une certaine aliquote. Ainsi, pour la culture du blé, nous avons un produit total de 3000 kil. de

blé et de 6810 kil. de paille, dosant d'après le tableau donné, page 83.

2,55 × 30 = 76,50 kil. d'azote.

Nous avons fourni en totalité
8 kil., 79 d'azote × 30 ou 263 k., 7 dont le dixième 26,37

Total de l'engrais. 102,87

dont la valeur est 102,87 × 75 = 771,49 kil. de blé.

3° La totalité de l'engrais ne profite pas dans toutes les terres et dans toutes les circonstances. Il faut une terre suffisamment argileuse, saturée d'engrais, et des saisons exceptionnelles pour retrouver dans les récoltes tous les éléments azotés de l'engrais. Il importe beaucoup, dans les exploitations, de connaître positivement le rendement de l'engrais. Nous aurons l'occasion de revenir sur ce point important dans le livre de l'administration; mais, pour ce moment, nous nous bornons à rappeler que dans nos expériences (1) nous avons obtenu de 115 kil. d'azote, un excédant de 800 kil. de blé sur le produit des terres non fumées; 800 kil. de blé absorbant 20,40 kil. d'azote, le reste paraît être absorbé par l'argile non saturée ou perdu dans l'atmosphère. Ainsi, le fumier ne vaut dans ce cas que les $\frac{20}{115} = 0{,}174$ de ce qu'il vaudrait s'il était profitablement consommé. Dans une autre expérience, où la déperdition était bien moindre, 0,80 k. d'azote nous avait produit 10 kil. de froment dosant 0,225 kil. d'azote : ici la valeur relative était de $\frac{225}{800} = 0{,}281$ du prix total; c'est sur ce pied que nous avons trouvé la valeur de l'engrais à 7,50 kil. de blé par kilogramme d'azote qu'il renferme. Ainsi, l'expérience indiquant la valeur relative de l'engrais, pris sur l'ensemble des récoltes qui en ont profité, on pourra opérer la réduction du prix porté

(1) Tome Ier, page 669.

dans nos tables. Ainsi, nous avons pour la valeur de l'engrais, dans le premier cas cité,

$$281 : 6{,}7 :: 174 : x = 4{,}11 \text{ kil. de blé;}$$

ou si l'on voulait opérer sur le chiffre de la table elle-même

$$174 : 621{,}42 :: 281 : x = 1003{,}55 \text{ kil.,}$$

nombre qu'il faudrait substituer à 621,42 kil. dans le tableau.

La dixième colonne totalise les dépenses dans lesquelles ne sont pas compris la rente de la terre et les frais généraux, et la dixième donne le produit net au marché; il faudrait donc en retrancher la rente et les frais généraux, pour qu'il fût ramené à la vérité. Dans ce tableau, le kilogramme d'azote renfermé dans les substances destinées aux engrais est compté pour 7,5 de fumure, ce qui résulte du prix du fumier dosant 0,80 d'azote pour 100, et valant 1,625 kil. de blé, les 100 kil., dans ce pays où le blé vaut 27 fr. les 100 k.; nous avons, en effet, $\frac{1{,}625}{0{,}27 \times 0{,}80} = 7{,}5$.

Les 100 kil. de foin dosant 1,15 p. 100 d'azote, valant 14,54 kil. de blé, le kil. d'azote des fourrages vaudra $\frac{14{,}54}{1{,}15} = 12{,}64$ de blé.

Le blé dosant 1,96 kil. d'azote, le kilogramme d'azote, dans les matières alimentaires, vaudra $\frac{100}{1{,}96} = 51$ k. de blé.

Si toutes ces modifications à nos tables sont nécessaires pour les appliquer à des situations agricoles réelles, il n'en est plus de même quand on veut seulement comparer des assolements entre eux, et alors on peut les supposer mis en action dans une position normale égale pour tous. On pourra donc se servir des chiffres des tables elles-mêmes. C'est ce que nous allons faire dans l'examen des différents assolements.

TABLEAU des produits d'un hectare de terrain, soumis à différentes cultures.

NATURE DES CULTURES. 1	Produit maximum en kilog. 2	Valeur en kil. de blé. 3	Somme des valeurs. 4	Valeur en consommant les produits. 5	Sommes des valeurs. 6	Valeur des travaux. 7	Valeur des semences ou plantes. 8	Valeur des engrais. 9	Totalité des dépenses. 10	Produit net au marché. 11	Produit net de consom. 12
	k.	k.	k.	k.	k.	k.	k.	k.	k.	k.	
Blé, grain.	3000	3000	3223	3000	5106	460	160	771	1331	1892	1775
— paille.	6810	223		106							
Épeautre, grain.....	3548	3004	3206	3000	3096	460	152	644	1256	1930	1840
— paille.	6192	202		96							
Seigle, grain.....	2592	1788	1962	2596	2679	460	90	635	1185	777	1494
— paille.	5754	174		83							
Orge, grain.....	2625	1365	1528	1224	1311	460	131	522	1113	415	198
— paille.....	5149	163		87							
Avoine, grain.....	2948	2318	2557	2667	2781	460	138	631	1229	1328	1552
— paille.....	4893	239		114							
Sarrasin, grain.....	2925	1530	1457	3151	3207	95	22	421	538	919	2669
— paille.....	2106	127		76							
Riz, grain.....	7500	3750	4045	4590	4730	741	105	1141	1987	2058	2745
— paille.	9750	295		140							
Millet, grain (récolte).	4200	2226	3196	3855	4317	607	3	1439	2049	1147	2268
Jachère, paille.....	9870	971		462							
Millet, g. (réc. dérob.).	2380	1260	1805	2122	2666	300	3	744	1047	758	1619
— paille.....	5593	544		544							
* Maïs, grain.....	5250	3832	4141	4391	4692	1017	1017	1015	2032	2109	2585
— paille.	10815	120		137							
— spathe.....	1571	189		164							
Sorgho, grain.....	2244	1743	8421		»	547	547	500	1950	7374	»
— balais.....	3095	6678									
Haricots ramés, grain.	3850	3850	4135	**7650	7935	616	115	814	1545	2590	6390
— fanes.	3850	285		285							
Fèves, graines.....	2640	1227	1902	***1664	2339	588	78	540	906	996	1435
— fanes.....	2640	675		675							6826
Pois. grains.....	2750	5234	5768	5555	7889	198	488	475	861	4907	7028
— fanes.....	9625	2554		2334							
Vesces, graines.	2550	1633	2348	1400	2115	254	119	243	616	1732	1498
— fanes.	5400	715		715							
Lentilles, graines.....	1275	4067	4294	2601	2328	153	405	?	558	3736	2270
— fanes.....	1785	227		227							
Pommes de t., tuberc.	29000	5059	5334	5504	5579	445	405	1159	1844	1490	3735
— fanes...	6670	275		275							556
Topinambour, tuberc..	60000	»		2496	4048	268	»	2117	2385	1825	1663
— tiges. ..	57600	»		1552							
Betteraves, racines. ..	100000	8300	8867	2648	3215	1166	114	5762	7042		3827
— feuilles. ..	100000	1567		1567							
Carottes, racines.	49000	»		1853	4753	622	?	2418	3040		1713
— feuilles.	17294	»		2900							
Navets, racine.....	100000	»		1639	5051	529	?	938	1467		1584
Jachère, récolte faite.	40000	»		1412							
Navets, racine.....	50000	»		492	914	329	?	315	6441		270
Récolte dérobée, faite.	12000	»		423							
Rutabaga, racines....	80000	»		1715	3632	666	182	2100	2948		684
— feuilles....	54400	»		1917							

* Pour le maïs qui croîtrait en récolte dérobée, la moitié des nombres du grand maïs.

** Consommation humaine. — *** Consommation du bétail.

TABLEAU des produits d'un hectare de terrain, soumis à différentes cultures.

NATURE DES CULTURES. 1	Produit maximum en kilog, 2	Valeur en kil. de blé. 3	Somme des valeurs. 4	Valeur en consommant les produits. 5	Sommes des valeurs. 6	Valeur des travaux. 7	Valeur des semences ou plantes. 8	Valeur des engrais. 9	Totalité des dépenses. 10	Produit net au marché. 11	Produit net de consom. 12
	k	k.	k.	k.	k.	k	k.	k	k.	k.	
Chou.....	135000	10000		4767	4767	666	182	2652	3380	6620	1587
Colza, graines.....	2856	4200	4377	»		681	358	1125	2163	2234	
— paille.....	4712	177		»							
Pavot, graines.....	1725	3588	3553	»		651	4	765	1420	2133	
— tiges.....	4416	165		»							
Madia, graines.....	2733			3716	4061	651	12	1350	2013	2048	
— tiges.....	8690			345							
Ricin, graines.....	625	1137	1324	»		651	?	537	988	336	
— tiges et feuilles.	9450	187		»							
Courges, feuilles.....	100000			2522	5334	459	?	3975			1359
— tiges.....	50000			2812							
Oignons, bulbes.....	9000	5418	5418	5406	5406	344	416	930	1690	3728	3716
Safran, pistils.....	34	10506	10506	»		3983	105	150	4238	6228	
Cardite, capit.....	1000	3700	3700	»		567	?	643	1210	2490	
Houblon, capit.....	3390	19255	19255	»		4172	»	3295	7467	11788	
Garance, racine.....	6096	16761	17517	»		3039	305	1590	4932	12585	
cult. à bin. en 3 ans, f.	9144	756		»							
Garance, racine.....	5000	8250	8749	»		1547	305	785	2655	6114	
c. à la ch. en 3 ans, f..	6000	499		»			342	5532	8262	610	
Persicaire, indigo....	97,5	6872	8872	»		2588					
Pastel, feuilles sèches.	5225	4754	1754	»		1195	?	2392	3587	1167	
Gaude, tiges sèches...	3800	3458	3458	»		196	?	712	908	2550	
Tabac, feuilles sèches..	3850	11011	11011	»		1892	454	1942	4288	6723	
Chanvre, filasse.....	1300	5434	5434	»		1872	71	7147	9090	3656	
Lin, tiges sèches.....	3550	1952	2626	»		871	336	538	1745	881	
— graines.....	280	674		»							
* Prairies pesantes....	7500			1082		140	»	292	432		650
Luzerne, 5 ans.....	64000			15876		1848	218	4605	6671		9206
Trèfle.....	9142			1777		87	200	392	679		1095
Trèfle incont.....	5800			844		105	91	315	511		333
Sainfoin, 2 ans.....	15000			2547		470	300	273	1043		1504
Vesce, fourrage.....	10000			1437		350	164	510	1031		406
Spergule.....	4000			593		157	50	255	455		138
Ivraie vivace.....	9000			1109		151	80	862	1093		16
Seigle, fourrage.....	13500			2306		219	160	1830	2209		97
Moha.....	10000			1911		524	45	1550	1719		192
Maïs, fourrage.....	2433			1050		397	199	1140	1736		680

* La rente du sol irrigué augmenté de la valeur de l'eau vaut 4 fois la rente du terrain sec.

A leur point de départ les pâturages produisent dans un rapport composé de la fertilité du sol et de la facilité du terrain à fournir de l'herbe. D'après Thaër (§ 288), les terres du Holstein qui ont une fertilité de 85 kil. d'azote pouvant produire 12 hect. de blé par hectare donnent de l'herbe évaluée en foin dans la proportion suivante :

	Les plus sèches.	Les plus fraîches.
Première année.....	3664	4252
Deuxième année.....	6184	4531
Troisième année.....	6184	4531
Quatrième année.....	3664	4252
Cinquième année.....	4858	3776

Les terres qui étaient fumées de manière à produire 2000 kil. de blé et qui par conséquent auraient encore une fertilité de 183,5 k. d'azote devraient produire :

Première année.....	9154	12182
Deuxième année.....	9755	13314
Troisième année.....	9755	13314
Quatrième année.....	9154	12182
Cinquième année.....	8130	10458

Mais les faits montrent que le pâturage ne peut pas s'élever à une pareille production. Si nous les consultons comme nous l'avons fait pour déterminer le *maximum* des produits des autres cultures, nous trouverons que Thaër ne croit pas devoir admettre un produit annuel plus fort que celui de 6,184 kilog. de foin et que les bons herbages de Normandie donnent une herbe équivalente à 5,400 kilog. de foin (1). Dans le Midi, l'ivraie vivace, venue spontanément sur une jachère après plusieurs récoltes de blé, a donné jusqu'à 9,000 kilog. dans de bonnes terres ; mais ce fourrage peu riche n'est que l'équivalent de 7,000 kilog. de foin normal (2) ; ce nombre serait réellement le maximum obtenu avec une haute fertilité.

Plus la terre est nette, plus il est difficile que le pâturage soit abondant dès la première année, il lui manque les germes nécessaires pour qu'il se peuple ; aussi le pâturage des terres avec jachère alterne a-t-il peu de valeur. La première condition des assolements avec soles de pâturages est donc une succession de récoltes salissantes, ils s'accordent mal

(1) Tome IV, page 365.
(2) Tome IV, page 497.

avec la perfection des autres cultures. Quoi qu'il en soit, on voit par le tableau de Thaër que l'on pourra compter sur une quantité de fourrage égale au nombre de kilogrammes d'azote représentant la fertilité multipliée par 73 dans les terrains fumés, et par 53 dans les terrains secs; pour la moyenne de plusieurs années successives de pâturages, jusqu'au point où le produit dépasserait 7,000 kilog.; maximum obtenu. On ne gagnerait donc plus rien à avoir une fertilité plus grande que 96 kilog. d'azote, fertilité qui produirait 17 hectolitres de blé; au-dessous de ce terme, nous aurions, par exemple, pour les terrains traités par la jachère, produisant 9 hectares et demi de blé et possédant après la récolte, un reste de 46 kilog. d'azote, une récolte moyenne de fourrage de 2,438 kilog.

Quant à la valeur de ce fourrage recueilli sur les pâturages, elle est en raison inverse de la quantité de foin qui se trouve sur une étendue donnée de terrain. Ainsi, l'herbe des pâturages qui présentent 5 à 6,000 kilog. de foin par hectare, se vend à 11,36 kilog. de blé (2 fr. 70 c.) les 100 kilog.; tandis que, s'il n'y a que 3,100 kilog. de foin, elle ne vaut plus que 6,8 kilog. de blé (1 fr. 50 c.), c'est une augmentation de valeur de 0,15 kilog. de blé pour chaque 100 kilog. de foin qui se trouvent sur l'hectare en sus de 3,100 kilog.; et si le pâturage ne contient plus qu'en minimum 2,448 kilog. de foin pendant la moitié de l'année (pâturages de la Crau d'Arles); le prix du foin n'est plus que de 4,5 k. (1 fr.) les 100 kilog., la décroissance n'est plus que de 0,0S kilogramme de blé pour 100 kilogrammes de foin au-dessous de 3,100 kilogrammes.

Ces règles pourront servir à apprécier la valeur d'un pâturage. Mais le moyen le plus sûr d'y parvenir, moyen qui est indépendant de la connaissance du plus ou du moins de fraîcheur du sol, c'est de connaître ou d'apprécier le poids du bétail que l'on peut entretenir sur un espace donné. — 100 kil. de poids d'herbivores consomment par jour 4,5 kil.

BIBLIOTHÈQUE PUBLIQUE

de fourrage : ainsi, l'espace qui sera pâturé *complétement* et *régulièrement* dans un jour, indiquera le fourrage contenu sur cette surface, et donnera la valeur du pâturage, en se réglant sur les prix que nous avons établis après avoir triplé la quantité de fourrage obtenu pour une seule pâture dans les terrains frais, doublé cette quantité dans ceux qui sont d'une sécheresse moyenne, et en s'abstenant de la multiplier dans les terres les plus sèches; car, dans les meilleures pâtures, ce n'est pas en une seule fois qu'on obtient 6,000 kilog., mais en faisant revenir trois fois le bétail sur le même terrain pendant l'année. Ainsi, soit un terrain tel, que dans une épreuve bien faite, deux vaches pesant ensemble 600 kilog. mangent en un jour, à la corde, 150 mètres carrés de terrain, nous saurons qu'ayant consommé 27 kilog. de foin, l'hectare en contient 1,800 kilog. et en trois pâtures 5,400 kilog. ; le pâturage vaut donc $\frac{5,400 \times 11,36}{100} = 613,64$ kilog. de blé par hectare ou 135 fr. l'hectare.

Nous porterons le maximum de la pâture à 6,000 kilog. d'une valeur de 681,6 kilog. de blé.

Le tableau que nous venons de présenter pourrait déjà donner lieu à des observations importantes sur le choix à faire entre les cultures, nous les réservons pour le chapitre suivant où nous pourrons les combiner avec celles qui résultent du capital qu'elles exigent. En adoptant les chiffres qu'il renferme comme un moyen de comparaison, nous avons pour *l'assolement biennal* porté à son maximum :

	Produit.
1 hectare en jachère.....	0 kil. de blé.
1 hectare de blé.....	1892
0,33 hectare en prairie.....	581
2,33	2473

ce qui, en divisant par 2,33, pour avoir le produit d'un hectare, donne 1,061 kilog. ou 233 fr. 08 dont il faut retrancher la rente de la terre et les frais généraux.

Pour l'assolement triennal.

1 hectare en jachère.....	0 k. de blé.
1 hectare en blé.....	1892
1 hectare en avoine.....	1328
0,50 hectare en prairie.....	871
3,50	4091

à diviser par 3,50 = 1,169[k] ou 264 fr. 88, moins la rente et les frais généraux.

Pour l'assolement quadriennal.

1 hectare pommes de terre.....	1490
1 hectare avoine.....	1328
1 hectare trèfle.....	779
1 hectare blé.....	1892
4	5489

à diviser par 4 = 1,372 kilog. ou 301 fr. 84 c., moins la rente et les frais généraux.

Pour l'assolement de Nismes.

5 hectares luzerne.....	9206 kil. de blé.
3 hectares blé.	5676
2 hectares sainfoin.....	1504
2 hectares blé.....	3784
12	20170

à diviser par 12 = 1,681 kil. ou 369 fr. 82, moins la rente et les frais généraux.

Pour l'assolement de M. Favier à Orange.

4 hectares luzerne.....	9206 kil. de blé.
2 hectares blé.....	3784
2 hectares avoine.	2656
3 hectares garance à la charrue...	6114
1 hectare blé.....	1892
12	23652

à diviser par 12 = 1,988 kil. ou 437 fr. 36, moins la rente et les frais généraux.

. . . . . .

Pour l'assolement des environs d'Anvers.

1	hectare pommes de terre.....	1490
1	hectare seigle.....	777
	navets.....	270
1	hectare avoine.....	1328
1	hectare trèfle.....	779
1	hectare blé.....	1892
	navets.....	270
5		6806

à diviser par 5 = 1,361 kil. ou 299 fr. 42, moins la rente et les frais généraux.

La conclusion à tirer de ceci, c'est que, quand l'assolement pourra d'ailleurs se soutenir par ses propres engrais ou par des engrais achetés, et que l'on aura les forces nécessaires pour exécuter les cultures, il faudra toujours préférer les plantes qui présentent le plus haut produit net.

Mais comme le produit net n'est pas le même pour toutes les plantes, si l'on en porte le produit au marché ou si on le fait consommer, il faudra aussi bien distinguer dans le calcul le cas dans lequel on veut se placer : ainsi soit l'assolement suivant :

		Prix de vente.	Consommation.
1	Fèves.....	996	1431
1	Blé.....	1892	1775
1	Pommes de terre.....	1490	556
1	Blé.....	1892	1775
4		6266	4427
	par hectare	1565	par h. 1106

La notable différence qui se trouve entre ces chiffres, devra fixer l'attention des cultivateurs. Il y a des denrées qui se vendent plus cher que leur valeur réelle en consommation ; telle est la paille de blé, à cause de son aptitude

particulière à former des litières propres et absorbantes ; les pommes de terre se vendent moins qu'elles ne valent comme nourriture humaine; mais beaucoup plus, si on ne les considère que comme nourriture du bétail.

Ainsi nous poserons encore ce principe : *considérer dans l'évaluation du produit net, la destination que l'on donnera à une récolte, et l'avantage qu'il y a à refuser de porter au marché toutes les récoltes dont le prix vénal est inférieur au prix qu'elles acquièrent par la consommation.*

CHAPITRE VII.

Lois résultant des avances à faire pour les cultures diverses

Dans l'agriculture comme dans le monde, il ne suffit pas d'aspirer à un but élevé pour l'atteindre, s'il est plus haut que nos bras, il nous faut monter sur une échelle; et si celle-ci fait défaut, on s'adresse à un objet plus à portée si l'on est sage, ou bien l'on perd son temps à faire des efforts inutiles si on ne l'est pas. Cette échelle, c'est le capital qui, pour l'agronome, se résout en travaux, en semences, en engrais. C'est à nous à juger si nous avons le capital nécessaire pour une culture, et, dans le cas contraire, nous devons nous rabattre sur une autre qui donne moins de profit, mais qui n'exige pas d'aussi fortes avances. C'est pour faciliter cet examen, que nous avons dressé le tableau placé à la fin de ce chapitre, et disposé par ordre de l'importance du capital nécessaire pour faire une entreprise dans les conditions les plus favorables.

Les trois premières colonnes de chiffres de ce tableau indiquent les avances faites pour les travaux, les semences et les plantes, et les engrais; cette dernière colonne contient, non pas seulement les engrais consommés pour la récolte et qui seuls étaient compris dans le tableau du revenu net,

mais la totalité de l'engrais que doit renfermer le champ et sur lequel la récolte ne prélève qu'une aliquote plus ou moins forte. La quatrième colonne totalise les trois précédentes; la cinquième et la septième mettent en regard des avances le revenu net déjà trouvé, et la sixième et la huitième, la partie des avances qui représente le revenu net.

Ce tableau nous montre d'abord que l'importance des avances n'est pas en rapport direct avec celle du revenu net. Ainsi, la betterave, qui est à la tête du tableau, a un produit qui n'est que les 0,11 des avances; et les pois, qui sont presque à la fin du tableau, en ont un qui s'élève à 5,9 fois la somme des avances.

Le chiffre élevé des avances dépend surtout de la grande quantité d'engrais qu'exigent certaines cultures et sur laquelle elles ne prennent qu'une faible aliquote. C'est ainsi, par exemple, que la betterave, qui exige une quantité d'engrais ayant une valeur de 15,000 kil. de blé, n'en consomme cependant que pour une valeur de 5,762 kil. Nous n'avons pas besoin de rappeler que l'on cultive souvent, avec des avances bien inférieures à celles indiquées dans ce tableau; mais aussi avec quels misérables résultats! Ainsi, dans la culture négligée de nos métayers, on cultive le blé avec le seul secours de l'engrais atmosphérique qui produit tous les deux ans 720 kil. de blé, résultant de la présence dans le sol de 91,8 kil. d'azote. Cette avance, que le propriétaire fournit au cultivateur, représente une valeur permanente de 678,50 k. de froment, au prix actuel des engrais. Comparons maintenant les résultats des avances complètes et de ces avances minimes, nous avons :

	Travaux.	Semen.	Engrais.	Total des avances.	Produit net.	Rapport du prod. aux avanc.
Froment fumé au maxim.	460	160	1980	2600	1892	0,73
From. n'ayant que l'engr. atmosphérique.	242	160	678	1080	224	0,21

Ainsi, avec une avance de 2600 kil. de blé, nous avons un

produit net de 1892 kil.; ce qui constitue une rente de 416 fr., le blé étant à 22 fr. les 100 kil.; avec une avance de 1080 kil. seulement un produit net de 224 kil. de blé ou 49 fr. 28 c.

On possède quelquefois certains genres d'avances et on manque des autres. Ainsi, l'on peut avoir des bras en abondance et peu d'engrais; une culture comme celle du safran, qui emploie pour 3,983 kil. de travaux et seulement pour 704 kil. d'engrais, tout en donnant le produit net de 6,228 kil. ou 1,30 fois la somme des avances, est ainsi naturellement indiquée aux familles nombreuses et pauvres, surtout si l'on considère que la plupart des travaux peuvent être faits par des femmes ou des enfants.

D'autres fois, on a presque pour rien des engrais abondants. C'est ce qui fait, par exemple, la richesse de l'Égypte où les cultures légumineuses et oléagineuses sont à la portée du dernier paysan. Donnons-en un exemple moins frappant, mais que nous pouvons réduire en chiffres; notre si regretté collègue Oscar Leclerc nous décrit la culture du chanvre dans les îles de la Loire; on y obtient, au prix de 825 kil. de blé (182 fr.), la jouissance d'un hectare de terre qui contient une avance de 732 kil. d'azote, susceptible de produire 780 kil. de filasse de chanvre (1). Or, le prix moyen de cet engrais serait de 5,490 kil. de blé. On conçoit qu'en une telle situation la culture du chanvre puisse être profitable, tandis qu'au prix moyen de l'engrais, et avec la déperdition que l'on fait dans le rouissage des principes des tiges, cette culture met indubitablement en perte.

C'est en comparant ainsi les ressources dont on dispose avec les avances nécessitées par les cultures que l'on pourra se décider sur les plantes à faire entrer dans l'assolement et qui devront être celles dont les avances seront proportionnées aux moyens de l'exploitant.

(1) *Agriculture de l'Ouest*, pages 301 et 197.

TABLEAU des avances à faire pour les diverses cultures portées au maximum.

NATURE DES CULTURES.	Par ordre de l'importance des avances.			Le prix des avances est indiqué en kilogrammes de blé.				
	Valeur des travaux.	Semences des plantes.	Totalité de l'engrais à fournir.	Total des avances.	Produit net au marché.	Quotient des produits par les avances.	Produit net en consommation.	Quantité des produits par avances.
	k.	k.	k.		k.			
Betteraves.....	1166*	114	15000	16280	1825	0,11	3827	
Courges.....	459	»	11403	11859			1359	
Tabac.....	1892	454	9232	11579	6723	0,58		
Chanvre.	1872	71	9551	11495	3656	3,13		
Houblon.	4172	»	5669	9833	11788	1,29		
Garance à bras.....	3039	303	5809	9151	12585	1,37		
Luzerne.....	1848	218	6192	8258			9206	
Carottes.....	622	?	5390	6012			1713	
Seigle, fourrage....	219	160	4590	4969			16	
Safran.....	3983	105	704	4792	6228	1,30		
Persicaire.....	2588	342	1823	4753	610	0,13		
Choux.....	666	182	5739	4587	15413		1387	
Garance à la charrue.	1547	303	2859	4409	6114	1,39		
Rutabaga.....	666	182	3120	3968			684	
Riz.....	741	105	2925	3771	2058	0,55	2743	
Colza.....	681	358	2456	3495	2234	0,64		
Lin.....	871	336	2236	3443	881	0,25		
Maïs.....	1017	10	2152	3179	2109	0,66	2583	
Pommes de terre...	445	240	2320	3005	1490	0,49	5735	
Haricots.....	616	115	2137	2888	2590	0,86	6390	
Pavot.....	681	4	2064	2749	2133	0,77		
Moha.....	324	45	2250	2619			192	
Froment.....	460	160	1980	2600	1892	0,73	1775	
Millet (jachère).....	607	3	1848	2458	1147	0,47	2268	0,92
Ivraie vivace.....	151	80	2070	2301			97	0,04
Madia.....	651	12	1598	2261	2048	0,91		
Oignon.....	344	416	1830	2080	5728	1,79	3716	1,78
Cardère.....	567	?	1484	2051	2490	1,21		
Navets (jachère)....	529	?	1500	2029			1584	0,78
Seigle.....	460	60	1400	1950	777	0,40	1494	0,76
Epeautre.....	460	152	1291	1903	1950	1,02	1810	0,96
Maïs, fourrage.....	397	199	1245	1839			620	2,97
Orge.....	460	131	1153	1746	415	0,24	198	0,11
Sainfoin.....	470	300	900	1670			1504	0,90
Gaude.....	196	?	1463	1659	2550	1,35		
Sarrasin.....	95	22	1492	1609	919	0,57	2669	1,66
Avoine.....	460	138	1002	1600	1328	0,83	1552	0,97
Trèfle.....	414	200	823	1437			779	0,54
Pastel.....	1195	?	262	1457	1167	0,80		
Millet (récolte dér.).	300	3	1000	1303	758	0,58	1619	1,24
Sorgho.....	547	3	703	1253	7576	5,88		
Ricin.....	651	»	595	1216	336	0,27		
Vesces, fourrage....	357	154	585	1096			406	0,38
Topinambour.....	268	»	704	972			1663	1,71
Lentilles.....	153	405	300	836	5736	4,35	2270	2,64
Fèves.....	388	78	570	836	996	1,19	6826	8,16
Pois.....	198	188	440	826	4907	5,94	**7028	8,51
Navets (réc. dérob.).	329	?	450	779			270	0,35
Vesces.....	254	119	321	694	1732	2,49	*1498	2,16
Trèfle incarnat.....	116	91	331	538			360	0,67
Spergule.....	150	50	267	467			138	0,30

* Consommation du bétail. — ** Consommation humaine.

CHAPITRE VIII.

Lois dépendant des moyens de réalisation des récoltes.

Dans le tableau précédent, nous avons distingué la valeur des produits consommés et celle des produits vendus sur le marché. C'est, qu'en effet, une foule de produits ne trouvent pas un débit assuré au marché sous la forme dans laquelle ils sont récoltés. Les racines, par exemple, et les plantes qui doivent être consommées en vert, les choux, les rutabagas, les navets, ne trouvent d'acheteurs qu'aux portes des grandes villes, où il existe des établissements de nourrisseurs; les fourrages eux-mêmes ne peuvent être transportés au loin, sans occasionner des frais considérables; or, l'organisation d'une bonne agriculture, fabriquant elle-même ses engrais, exige que l'on fasse entrer ces plantes pour une forte part dans l'assolement des terres. Il faudra donc les faire consommer; il faudra joindre l'industrie de l'éleveur à celle de l'agriculteur, et alors il faudra se rendre compte des avances nécessaires à cette consommation, avances qui devront se joindre à celles que nous avons déjà indiquées.

On peut compter sur 1,416 kil. de foin normal ou son équivalent, par l'entretien en état d'engraissement ou de travail de 100 kil. de chair vivante.

La consommation de 1,416 kil. de foin exigera les avances suivantes :

1° Prix d'achat moyen de 100 kil. d'animal vivant....	76 fr.	»
2° Emplacement pour loger les animaux; prix moyen entre les différentes espèces.....	66	»
ou 645 kil de blé; et une dépense annuelle de.....	142 fr.	»
1° Assurance du prix de l'animal à 8 p. 100, dans les conditions d'un pays sain et sans mortalité extraordinaire.....	6 fr.	08
2° Intérêt et entretien des bestiaux.....	6	60
3° Soins et garde.....	10	00
	22 fr.	68

C'est donc 645 kil. de blé qu'il faudra ajouter aux avances générales du cheptel, et 103 kil. de blé aux avances annuelles des cultures pour chaque 1,416 kil. de foin récolté; et pour 100 kil. de foin 45,6 d'avances primitives et 7,2 kil. d'avances annuelles.

Ainsi, chaque hectare de terre cultivé en luzerne, produisant en moyenne 64,000 kil. de fourrage en 5 ans ou 12,500 kil. par an, exigerait une première mise de 5,700 kil. de blé (1254 fr.), et une avance annuelle de 900 kil. de blé (198 fr.). On se rappellera de plus, que si certaines denrées ont un prix de consommation supérieur à celui du marché (les graines légumineuses, par exemple), d'autres, et en particulier les pailles et les fourrages, ont surtout près des villes un prix de beaucoup supérieur.

Mais la consommation des produits n'entraîne pas seulement un accroissement d'avances, elle conduit aussi nécessairement à une limitation de certaines cultures; nécessité qu'il ne faudra pas perdre de vue dans l'organisation de l'assolement. L'observation a appris que le cheval en bonne santé consomme 2 kil. d'eau pour 1 de fourrage à l'état complétement sec, et qu'il boit tout ce qui manque à cette proportion dans les fourrages à l'état où ils lui sont distribués; la vache laitière consomme 7,2 d'eau pour 1 de fourrage à l'état complétement sec (1). Ainsi, quand nous nourrissons nos chevaux avec du maïs vert, qui contient 19,72 pour 100 d'eau, l'animal ne boit plus et après quelques jours, il se dégoûte d'une nourriture qui l'affaiblit, ce qui n'arrive pas si on lui donne en même temps une certaine proportion de fourrage sec; la vache laitière elle-même, qui soutient mieux et plus longtemps cette nourriture, cesse de boire et donne un lait très-aqueux; le chou, qui contient 92 pour 100 d'eau, est une exagération encore plus grande de la nourriture aqueuse. Le cheval du poids de 450 kil. qui con-

(1) Boussingault, tome II, pages 355 et 356.

somme 17 kil. d'eau en 24 heures, devrait donc ne recevoir que 18 kil. de choux pour ne pas dépasser sa ration nécessaire d'eau. Or, cette ration ne doserait que 50 grammes d'azote, et le cheval en consomme au moins 200; il faudra donc ajouter à sa ration 13 kil. de foin sec, dosant 150 grammes d'azote pour compléter sa nourriture. Ainsi, le chou ne pouvant servir que 6 mois de l'année, nous aurons besoin seulement de 3,276 kil. de choux pour un cheval de 450 kil. de poids, ou de 728 kil. par 100 kil. de poids vivant d'animal, produit de $\frac{5}{1000}$ d'hectare. Un hectare de choux bien venant, produisant 1,350 quintaux de choux, suffirait donc pour rationner 5,870 jours un cheval, ou pendant six mois 32 chevaux tels que celui que nous avons décrit. La vache du même poids, consommant 3,6 fois plus d'eau que le cheval, pourra recevoir 64,8 kil. de choux dosant 181 d'azote, sa ration sera complétée par 10,5 kil. de foin sec. Un hectare de choux donnera 2,315 journées de nourriture d'une telle vache et en nourrira 13 pendant six mois. On voit donc combien l'étendue des nourritures vertes destinées aux bestiaux sera réduite pour les soins d'une bonne hygiène.

Quelque avantageux que soient les produits des graines légumineuses destinées à la consommation humaine, leur culture trouvera aussi des limites étroites dans les besoins de la famille et des agents de l'exploitation elle-même. On emploie la farine de fèves mélangées au pain ou en pollente, ou la fève en entier, dépouillée de la première écorce (1) et assaisonnée au beurre ou à l'huile. Dans les ménages du Midi qui font habituellement usage de légumes secs, la fève et le haricot entrent pour 88 kil. par année dans la ration d'un homme. Un hectare peut donner 2640 kil. de fèves et.

(1) Nos ouvriers dépouillent leurs fèves de leur première peau quand elles sont encore à l'état frais ; ils font sécher les cotylédons qui offrent ainsi une bonne nourriture, facile à réduire en purée.

3,500 kil. de haricots ; c'est-à-dire fournir à 30 ou 40 hommes. La fève, le pois, la vesce ne peuvent entrer que pour une part dans le régime des animaux, parce que ces graines, offrant beaucoup de nourriture sous un petit volume, ne lesteraient pas assez leur estomac. Les meilleurs nourrisseurs ne donnent pas plus de la moitié de la nourriture en graine; si l'animal reçoit 48 gr. d'azote par 100 kil. de pois, on en donnera 24 en fèves, c'est-à-dire 0,48 de fèves dosant 24 gr. d'azote et 22 kil. de foin dosant aussi 24 gr. d'azote. Un hectare de fèves fournira donc 5,500 journées de 100 kil. de chair vivante, ou 1,222 journées d'un animal pesant 450 k. L'hectare de fèves consacrées à la consommation humaine, donne un produit net de 6,826 k. de blé. Celui que l'on destine à la nourriture des animaux, 1,433 k. ; mais celui dont on vend le produit au marché ne donne que 996 kil. de blé de produit net. Ceci posé, si nous cultivons un domaine de 20 hect., sur lequel nous avons à nourrir deux hommes et quatre bêtes de travail seulement, et que nous voulions soumettre le quart du domaine à la culture des fèves, nous ne pouvons pas nous en promettre le revenu maximum; mais voici ce qu'il sera réellement. Deux hommes ne consomment que les fèves de 1 quinzième d'hectare, 4 chevaux à peu près celles de 1 hect. 20, nous avons donc pour le revenu net:

0 hect., 07	consommation humaine.....	457 kil. de blé.
1 hect., 20	consommation des animaux.....	3147
3 hect., 73	vente au marché.....	8191
5 hect., 00		11765
	Par hectare moyen.....	2353 kil.

Il faudrait examiner s'il n'y aurait pas lieu d'augmenter la consommation animale, en prenant du bétail à l'engrais ; car il est évident que plus la quantité proportionnelle de fèves vendues au marché augmente, plus le produit net diminue, *et vice versa*. Quant aux fèves consommées par les hommes, leur étendue est nécessairement limitée ; chacun

de nos ouvriers n'en cultive que ce qui est nécessaire à son ménage.

Les cultures des produits qui servent à différentes industries et sont en grande partie exportés hors du domaine, nécessitent un grand développement de cultures fourragères, soit pour réparer les pertes d'engrais qu'elles occasionnent, soit pour leur fournir les quantités initiales de ces engrais dont elles ont besoin pour donner de pleins produits. Cette fourniture d'engrais est un obstacle à l'extension indéfinie de leur culture quand on n'est pas à portée d'un marché où l'on puisse en acheter. Ainsi, mettant de côté une première mise qui se retrouve dans les cultures subséquentes, la consommation annuelle de 953 kil. d'azote pour un hect. de chanvre, qui, si l'on n'avait pas les engrais d'une ville et les engrais naturels des alluvions, supposerait la consommation de 828 quintaux de fourrages résultant de 9 hect. de beau trèfle, indiquerait assez qu'alors cette plante ne pourrait entrer que pour une faible proportion dans les assolements.

D'autres difficultés attendent ceux qui veulent entreprendre les cultures industrielles dans des lieux où elles ne sont pas usitées, où leur commerce n'est pas organisé. Ils sont alors obligés d'expédier au loin, pour leur compte, les produits qu'ils ont recueillis. Ils tombent entre les mains de commissionnaires, qui les ménagent d'autant moins qu'ils n'agissent pas pour des négociants de profession. Dans nos Mémoires d'agriculture (1) nous avons donné le compte de revient d'une partie de garance ainsi expédiée. On y voit que quand cet article était à un haut prix à Rouen (200 fr. les 100 kil.), il n'en est revenu que 153 fr. à l'expéditeur. Les frais emportent le quart du produit ; à plus forte raison en est-il ainsi quand les prix sont bas, car la plupart des frais restent les mêmes. Les frais fixes étaient, d'Orange à

(1) Tome II, page 306.

Rouen, de 36 fr. par 100 kil., c'est-à-dire plus de la moitié du prix moyen de la racine dans le pays, et les frais proportionnels de 7 0/0 du prix de vente.

On éprouve aussi des obstacles sérieux pour les produits qui ont besoin de certaines préparations avant d'être mis en vente. Ainsi celui qui produit des cocons dans un pays où l'industrie de la soie n'est pas connue, sera dans l'obligation de les filer; la culture de la betterave en grand devra être accompagnée de la fabrication du sucre; le chanvre doit être préparé; la matière colorante de la morelle doit être déposée sur des chiffons ou drapeaux; celle de l'indigo, du persicaire doit être extraite avant de paraître sur le marché. Il faut bien se rendre compte de toutes ces circonstances avant de se livrer à des cultures qu'on ne pourrait pas utiliser.

De tous ces faits nous tirons les conclusions suivantes :

1° Quand on n'est pas à portée d'un marché sur lequel on puisse vendre les produits des cultures dans l'état où ils ont été récoltés, il faut d'abord se rendre compte des avances que nécessitera leur transformation, et les ajouter aux avances des cultures pour s'assurer que le total ne dépasse pas les moyens dont on dispose;

2° Les assolements avec nourriture verte d'hiver doivent être combinés de manière que cette nourriture verte soit en proportion avec la nourriture sèche à laquelle elle doit être associée;

3° Les cultures dont on exporte les produits ne peuvent être entreprises que dans les lieux où l'on peut acheter à un prix favorable les engrais qui remplacent les principes exportés, ou bien si l'on fait entrer dans l'assolement, des prairies de nature améliorante, et d'une étendue suffisante pour ce remplacement;

4° Les cultures des plantes industrielles ne peuvent être établies avec sécurité, qu'après qu'on s'est assuré des débouchés, qu'on a calculé les frais de transport et de né-

gociation. Il faut aussi se préoccuper des préparations que plusieurs de ces plantes exigent, et de la possibilité de les exécuter.

CHAPITRE IX.

De l'ordre dans lequel les plantes doivent se succéder dans les assolements.

Pour déterminer l'ordre dans lequel les plantes doivent se suivre dans les assolements, il faut avoir égard à deux natures de considérations : l'état d'ameublissement du sol, après la récolte de la plante qui précède, relativement aux convenances de celle qui doit suivre, et l'aménagement des engrais destinés aux plantes.

Après une récolte donnée, le sol se trouve dans un des états suivants : 1° Profondément remué, présentant des vides nombreux résultant de la superposition de mottes encore entières, n'ayant pas eu le temps de se pulvériser : c'est ainsi que se trouve la terre quand on vient d'arracher une garance, une vigne, des carottes, des betteraves à sucre, des pommes de terre, etc., etc. 2° Tassé dans les couches inférieures, mais très-ameubli à sa surface : le sol se trouve ainsi disposé après la récolte des plantes sarclées, les légumes, le maïs, le pavot, etc.; 3° Tassé à sa surface et dans ses profondeurs, comme après les récoltes qui n'ont pas exigé de cultures pendant leur croissance, telles que les céréales, les prairies temporaires et les autres plantes semées à la volée, sans intervalles.

1° Les plantes qui se trouveront le mieux dans les terrains profondément défoncés seront celles qui auront aussi de longues racines : c'est ce qui indique si bien les prairies artificielles et surtout la luzerne et le sainfoin après les fortes cultures; c'est ce qui engage les cultivateurs à faire succéder la betterave à la betterave, etc. Dans nos bons assolements du Midi, nous semons la luzerne après la garance,

dans une avoine de printemps. Quand le sol se trouve ainsi soulevé, et dans les terres qui se pulvérisent mal, dont les mottes laissent des vides dans lesquels les semences tombent et se perdent, qui ensuite ont des tassements qui déplacent les racines, on a remarqué que les céréales d'hiver les plus délicates, comme le froment, le seigle, l'orge, sortent clair-semées, à moins que par de nombreux labours on n'ait ameubli la terre, et qu'on l'ait tassée par un fort roulage.

2° Quand le sol est ameubli à sa surface, mais non dans sa profondeur, on cultive avec succès toutes les plantes à racines subhorizontales, et la liste en est nombreuse. Les céréales réussissent particulièrement bien après les récoltes sarclées.

3° Si la surface du sol est tassée, on ne peut rien entreprendre avant d'avoir donné plusieurs façons à la terre, d'autant plus qu'un sol pareil une fois labouré ne tarde pas à se couvrir d'herbes adventices, dont il faut détruire la génération avant de procéder à un nouveau semis. Dans les pays où les saisons ne laissent pas un intervalle suffisant entre l'époque de la récolte et celle de l'ensemencement, on est donc réduit à renvoyer celui-ci au printemps suivant. Alors les céréales de printemps succèdent au froment comme dans l'assolement triennal, ou bien les récoltes sarclées succèdent aussi au froment, comme dans l'assolement quatriennal anglais. Les prairies temporaires défrichées de bonne heure, après leur première coupe, laissent la possibilité de préparer la terre pour des ensemencements d'automne.

Sous le rapport de l'aménagement de la partie azotée des engrais, nous devons rappeler que les plantes laissent après elles dans le sol une plus ou moins forte partie de l'engrais qu'elles y ont trouvé, selon qu'elles y puisent toute leur nourriture avec une plus ou moins grande avidité et selon qu'elles en prélèvent une partie dans l'atmosphère. Il en résulte que tantôt une fumure sera peu épuisée et pourra servir pour les cultures suivantes; que tantôt, au contraire, il

faudra ajouter un supplément à ce qui restera en terre pour obtenir au *maximum* la récolte qui suivra. La table suivante facilitera l'intelligence des explications que nous avons à donner. Elle porte dans la première colonne le nom des cultures ; dans la deuxième la quantité d'engrais à fournir pour obtenir le maximum des produits (cet engrais exprimé, comme dans les autres colonnes, en kil. d'azote) ; la troisième colonne indique l'engrais restant après la récolte ; la quatrième, l'engrais absorbé par la récolte ; et la cinquième rappelle l'indice de l'aliquote de l'engrais absorbé relativement à la quantité fournie.

TABLEAU des quantités d'engrais.

NATURE DES CULTURES.	Engrais à fournir.	Engrais restant.	Engrais consommé.	Aliquote.	NATURE DES CULTURES.	Engrais à fournir.	Engrais restant.	Engrais consommé.	Aliquote.
	Az. k.	Az. k.	Az, k,			Az k.	Az. k.	Az. k.	
Froment.	264	187	77	0,29	Madia.	333	186	147	0,44
Epeautre.	172	103	69	0.40	Ricin..	78	39	39	0,50?
Seigle.....	188	122	30	0,35	Courges.....	1520	1030	490	0,38
Orge de print...	154	124	30	0,35	Oignons.....	177	71	106	0,60
Orge d'hiver....	109	48	61	0.56	Safran.	103	82	21	0.12?
Avoine.....	133	63	70	0,53	Cardère.	198	172	26	0,50
Sarrasin.....	199	163	36	0,36	Houblon.	756	592	364	0.70?
Riz.	510	278	232	0,29	Garance à la main	773	637	136	0,175
Millet (jachère)..	246	96	150	0,61	Garance à la char	380	314	66	0,175
Millet dérobé...	140	54	86	0.61	Persicaire.	181	128	53	0,29
Maïs.....	289	180	109	0,37	Pastel.....	3c0	68	282	0,80
Sargho.....	91	37	57	0,61?	Gaude.....	190	114	76	0,40
Haricots.....	161	95	66	0,67	Tabac.....	564	361	203	0,36
Fèves.....	50	119	— 69	3,72	Chanvre.....	1273	447	826	0,70
Pois.	59	233	—174	5,22	Lin.....	615	259	356	0,135
Vesces.....	43	153	—110	4,50	Prairies perm...	168	150	18	1,61
Lentilles.	?	?	?	?	Luzerne.....	885	729	156	1,53
Pommes de terre	310	168	142	0,46	Trèfle.	110	101	9	1,15
Topinambours. .	282	132	150	1,46	Trèfle incarnat..	44	52	— 8	1,50
Betteraves.....	2000	1340	660	0,33	Sainfoin.....	121	163	—44	1,67
Carottes.	720	431	289	0,40	Vesces, fourrage	78	54	+24	1,45
Navets (jachère)	200	160	40	1,20	Spergule.....	36	16	20	1.32
Navets derobés..	60	48	12	1,20	Ivraie vivace...	272	186	88	0,291
Rutabaga.....	416	170	246	0.67	Seigle, fourrage.	611	428	182	0.50
Chou.....	499	202	297	0,54	Moha..	300	156	150	0.50
Colza.....	328	209	119	0,36	Madia.....	166	83	83	0,50
Pavot.....	275	207	68	0,27					

Supposons que l'on voulût cultiver de l'avoine et du blé, et qu'on se demandât laquelle de ces plantes devrait précéder l'autre dans l'assolement, nous aurions :

	Engrais à fournir.	Engrais restant après la récolte.
Froment.....	264	187
Avoine.....	»	117
Dépense en engrais...	264	
A retrancher.....	117	
Consommation.....	147	

L'avoine ne demande que 133 kilog. d'azote dans la fumure ; la quantité laissée après la récolte de froment est surabondante : aussi la récolte d'avoine a lieu sans nouvelle addition d'engrais.

Si nous commencions par l'avoine, nous aurions :

	Engrais à fournir.	Engrais restant.
Avoine.....	133	63
Froment.....	201	187
	334	
A retrancher.....	187	
Consommation.....	147	

Le froment exigeant 264 kilog. d'azote, il faudra ajouter à l'engrais restant après la récolte d'avoine, un supplément de 201 kilog.

Ainsi, dans le premier cas, il faudra fournir, dès la première année, 264 kilog. d'azote, et à la fin de l'assolement la terre en conserve 117 kilog. ; dans le second cas, il faudra fournir, la première année 133 kilog. et la seconde 201 kil. d'azote, et la terre en conservera 187 kil. à la fin de l'assolement. Le second assolement répartit mieux les engrais, les distribue plus convenablement sur chaque année ; il les expose moins aux déperditions provenant de l'évaporation et de l'infiltration souterraine.

Examinons, d'après ces données, les divers assolements que nous avons déjà considérés sous d'autres rapports. Nous ne parlerons pas de l'assolement biennal, qui demande une mise uniforme d'engrais tous les deux ans; ni de l'assolement triennal, dont l'exemple ci-dessus donne la formule.

Assolement quatriennal.

	Engrais à fournir.	Engrais restant.
1 Pommes de terre.....	310	168
2 Avoine.....	»	35
3 Trèfle.....	75	101
4 Blé.....	163	187
	548	
A déduire.....	187	
	361 kilog.	

Cet assolement, fait sur une seule sole, mettrait une grande irrégularité dans la distribution des engrais; mais fait sur quatre soles, la distribution devient uniforme et se réduit à 70 kilog. d'azote par an.

Assolement d'Anvers.

			Engrais à fournir.	Engrais restant.
1 hectare		pommes de terre..	310	168
1	—	seigle.....	20	122
	—	navets.....	»	74
1	—	avoine.....	59	63
1	—	trèfle.....	47	101
1	—	blé.....	163	187
1	—	navets.....	»	139
			599	
		A déduire.....	139	
			460	

Cet assolement répartit mieux l'engrais que le précédent.

Assolement de Nismes.

			Engrais à fournir.	Engrais restant.
1	hectare	luzerne (5 ans).....	885	729
1	—	blé.....	»	652
1	—	blé.....	»	575
1	—	blé.....	»	498
1	—	sainfoin (2 ans).....	»	542
1	—	blé.....	»	465
1	—	blé.....	»	388
			885	
		à déduire....	388	
		Consommation	497	

Cet assolement se conduit avec une seule fumure faite la première année ; on voit que sans les usages locaux, et sans la consommation d'engrais faite par les mauvaises herbes qui souillent les blés répétés, il pourrait se conduire beaucoup plus loin. Les terres, d'ailleurs, restent en excellent état.

Assolement d'Orange.

			Engrais à fournir.	Engrais restant
1	hectare	luzerne (4 ans).....	885	761
1	—	blé.....	»	684
1	—	blé.....	»	607
1	—	garance (3 ans).....	»	541
1	—	blé.....	»	404
1	—	blé.....	»	327
1	—	avoine.....	»	257
1	—	avoine.....	»	180
			885	
		à déduire....	180	
		Consommation	705	

Cet assolement pourrait supporter une troisième récolte de blé, après la garance ; c'est l'invasion de la végétation spontanée qui abrége l'assolement.

Le défaut d'égale répartition de l'engrais entre les années successives d'un assolement, serait très-sensible si l'exploitation était conduite en une seule sole. Mais il s'efface quand on a autant de soles qu'il y a d'années dans l'assole-

ment; alors, quoique chaque hectare reçoive d'une année à l'autre une quantité différente d'engrais, l'ensemble du domaine n'a à fournir que la même quantité moyenne chaque année. Ainsi, dans ce cas, l'inconvénient disparaît. Cet inconvénient est même un avantage dans certains cas. Ainsi, l'assolement de Nîmes mené, comme il l'est, sur une seule sole et sur un petit nombre d'hectares, par des fermiers citadins et avec des attelages loués, leur permet d'accumuler leurs travaux et leurs soins sur la première année, et de se dégager pour celles qui suivent de soucis répétés, d'une surveillance qu'ils cherchent à amoindrir.

Mais les fumures considérables et à long terme, quand elles ne sont pas appliquées à des prairies temporaires de nature améliorante, ont le défaut d'occasionner une forte déperdition d'engrais. Dans les terrains filtrants, on ne peut pas la porter à moins d'un huitième de la quantité existante dans le sol, pour chaque année de la rotation. Cette observation doit donc faire pencher vers l'emploi plus réitéré et moins abondant des engrais. C'est à cette conclusion que sont arrivés les bons agriculteurs anglais. Les fourrages légumineux qui abandonnent tant de racines et de débris de feuilles dans le sol, modifient ce principe, parce qu'ils convertissent les engrais diffusibles, en substances végétales, dont la décomposition plus lente prolonge les effets des engrais et les soustrait aux agents de destruction. Nous en conclurons donc :

1° *Qu'excepté le cas où les prairies légumineuses reviennent souvent dans l'assolement, il faut se borner à rétablir, chaque année, les terres dans cet état de fertilité que comporte le maximum de la récolte que l'on veut obtenir, les engrais excédants étant exposés à des pertes qu'il faut éviter;*

2° *Dans un assolement, les plantes à fortes aliquotes doivent succéder, autant que possible, à celles à aliquotes faibles, pour profiter immédiatement des engrais restants, laissés par les premiers;*

3° *Les cultures céréales qui ne peuvent être entreprises sans risques sur un terrain qui présente un état de fertilité considérable, parce qu'elles sont alors exposées à verser, doivent être précédées par des récoltes épuisantes, qui réduisent la terre à l'état de richesse que les céréales peuvent supporter ;*

4° *Mais après les fourrages légumineux, les céréales peuvent être placées immédiatement, quoique la richesse de la terre soit beaucoup plus grande que celle qu'elles demandent, parce qu'elle consiste alors en débris végétaux, lents à se décomposer, et qui ne fournissent que graduellement, à mesure des besoins, les principes qu'ils contiennent.*

CHAPITRE X.

Lois météorologiques des assolements.

§ 1er. *Influence du climat sur le choix des plantes cultivées.*

Les plantes cultivées ont toutes un tempérament spécial qui exige certaines conditions météorologiques nécessaires à leur développement et propres à leur rendre la vie plus facile, plus complète ; en l'absence de ces conditions, leur culture est peu profitable. Les prohibitions légales, les exclusions systématiques, la difficulté des transports, l'infériorité de l'industrie des autres nations ont pu quelquefois nous rendre la culture de végétaux souffrants plus avantageuse que celle dès produits propres à notre climat ; nous avons pu appliquer plus d'art, plus de dépenses à obtenir des résultats que le climat semblait nous refuser. Mais ces barrières factices mises entre les États tendent chaque jour à s'abaisser, et il est facile de prévoir que le moment viendra où chaque point du globe pourra se livrer sans rivalité possible à la culture des plantes les plus appropriées à sa situation météorologique. Nous avons sous les yeux des exemples frappants des effets que peuvent avoir les circonstances administratives et politiques sur le sort des cultures.

Le Midi de la France produit d'excellent tabac, le Nord en produit d'inférieur. Il a fallu des règlements administratifs, des lois prohibitives, pour que le Midi fût dépossédé en bien grande partie de la supériorité que lui assurait sa position. Les cultures les plus étendues de tabac sont aujourd'hui établies dans le Nord, et l'on préfère aller demander à l'Amérique les qualités supérieures qui doivent remédier aux défauts des tabacs indigènes, plutôt que d'obtenir de notre agriculture des masses de produits pareils à ceux de Tonneins et qui n'auraient besoin d'aucun correctif. Dans ce cas, des considérations financières viennent mettre obstacle à la nature des choses : elles sont sans doute d'un ordre supérieur ; mais il est facile de prévoir que tôt ou tard on trouvera, pour parer à la fraude, des moyens plus raisonnables que celui de priver une partie de notre sol des avantages qu'il peut tirer de ses qualités naturelles.

Quoique la vie moyenne de l'olivier soit bornée en France à une durée assez limitée, on l'y cultive encore avec avantage, grâce à deux circonstances : les droits d'entrée qui frappent les huiles étrangères, et l'état retardé de l'industrie chez les autres peuples du littoral de la Méditerranée. Avec une culture plus énergique et plus abondante en engrais, l'olivier braverait encore l'abaissement des droits de douane; mais si les lumières agricoles et les capitaux s'appliquaient à l'olivier d'Afrique et de la Corse, n'est-il pas visible que cet arbre disparaîtrait du sol de la France ?

Enfin, si la betterave à sucre lutte aujourd'hui contre les sucres coloniaux, cet avantage ne lui échapperait-il pas le jour où des moyens plus économiques de culture et des procédés plus habiles de fabrication seraient introduits dans le traitement des cannes à sucre?

On voit donc que les circonstances de climat ne sont pas toujours une raison d'exclure, de l'agriculture d'un pays, des plantes qui n'y trouvent pas les meilleures conditions d'existence. Le champ des cultures est rétréci ou agrandi par des

causes économiques ou commerciales qui dépendent des préjugés, des besoins des populations et de leur avancement relatif dans les voies de l'industrie. L'admission des cultures doit donc être réglée définitivement par le calcul des produits moyens que l'on peut en attendre, calcul dans lequel les effets du climat entrent pour leur part.

Cependant, comme les éléments qui servent de base à ces supputations sont loin d'être bien éclaircis, comme le calcul d'un produit moyen dépend des variations que l'on n'a pas eu le temps de bien apprécier depuis le peu d'années que l'agriculture possède de bons observateurs, il faut toujours accueillir avec une certaine défiance les nouvelles cultures qui craignent les extrêmes des variations météorologiques.

Leur consacrer sans de longs essais toutes les ressources dont nous pouvons disposer, c'est un jeu qui peut tourner à notre ruine. Ainsi, l'olivier est, sans contredit, un des végétaux dont les chances ont été le mieux étudiées; nous savons, à la fois, les produits que l'on peut tirer de l'arbre devenu adulte et la durée moyenne de sa vie dans son état productif. Mais ce n'est pas toujours sur le résultat de ces calculs que se fondent les planteurs; ils admettent des chances heureuses, des intervalles d'hivers doux qui ne se vérifient quelquefois pas. Et cependant, combien n'avons-nous pas vu de propriétaires fiers, au mois de novembre, de la beauté de leurs oliviers, pleurer en janvier sur leur richesse perdue! Le père de famille prudent ne hasardera jamais qu'une partie de ses ressources à ces spéculations aléatoires.

En général, il faut se défier des cultures dominantes dans une autre région météorologique que celle où nous cultivons, à moins que de fortes raisons commerciales et économiques ne puissent diminuer les dangers que leur adoption peut nous faire courir. C'est ainsi que la luzerne ne doit être admise qu'avec prudence dans la région céréale, et surtout en avançant vers le nord de cette région, et que le trèfle échoue

très-souvent au midi de la région de la vigne et dans la région des oliviers, si le climat n'y est pas modifié par l'irrigation. C'est ainsi que le chou, plante sarclée par excellence dans la région des pâturages, ne donne que des résultats insignifiants dans la région de la vigne, et ce produit n'y réussit bien qu'au moyen de l'irrigation. La vigne ne subsiste au nord de sa région que par la difficulté des transports qui renchérissent les vins du Midi ; le maïs, tant de fois essayé dans la région céréale, n'y mûrit que rarement et imparfaitement ses épis ; le mûrier, transporté dans la région céréale, ne peut y donner utilement que des récoltes bisannuelles de feuilles ; enfin nos variétés de céréales du Midi, trop sensibles aux grands froids, peuvent faire courir de grands dangers aux approvisionnements des pays du Nord, si on en répand trop la culture. Toutes ces importations de cultures demandent à être faites avec la plus grande prudence.

C'est que, en effet, outre l'influence des températures extrêmes, il faut aussi calculer la somme de températures diurnes nécessaires pour obtenir les récoltes de plantes cultivées. Cette recherche suppose que l'on possède des tables météorologiques des pays où l'on cultive, et que ces tables contiennent tous les genres d'observations nécessaires à ces calculs ; ables que nous ne possédons encore que pour un petit nombre de localités.

Quand on les aura, on pourra voir, par exemple, que l'on ne peut espérer une réussite passable en Provence, ni du coton frutescent qui exige une somme du 5,500° de température moyenne, ni même de coton d'Égypte qui en exige 4,500° entre l'époque où la température moyenne de l'air dépasse + 12,5° et celle où elle descend en automne à + 13°. Le climat de Provence n'offre pas cette somme de température. La maturité du maïs ne peut être obtenue d'une manière certaine à Paris, faute d'une assez grande somme de chaleur totale (1).

(1) Tome II, page 341.

Quand on ne possède pas les éléments de calcul nécessaires pour déterminer l'époque de la màturité des plantes, il faut s'en assurer par des essais directs.

§ 2. *Récoltes dérobées. Durée de la saison végétative.*

Ce n'est pas seulement à connaître la possibilité de certaines cultures que se borne l'utilité de la connaissance positive d'un climat; elle nous donne encore le moyen de juger celle de faire succéder dans la même année, sur le même terrain, plusieurs récoltes les unes aux autres : ces récoltes successives s'appellent récoltes *dérobées*. C'est ici le lieu d'en établir la théorie.

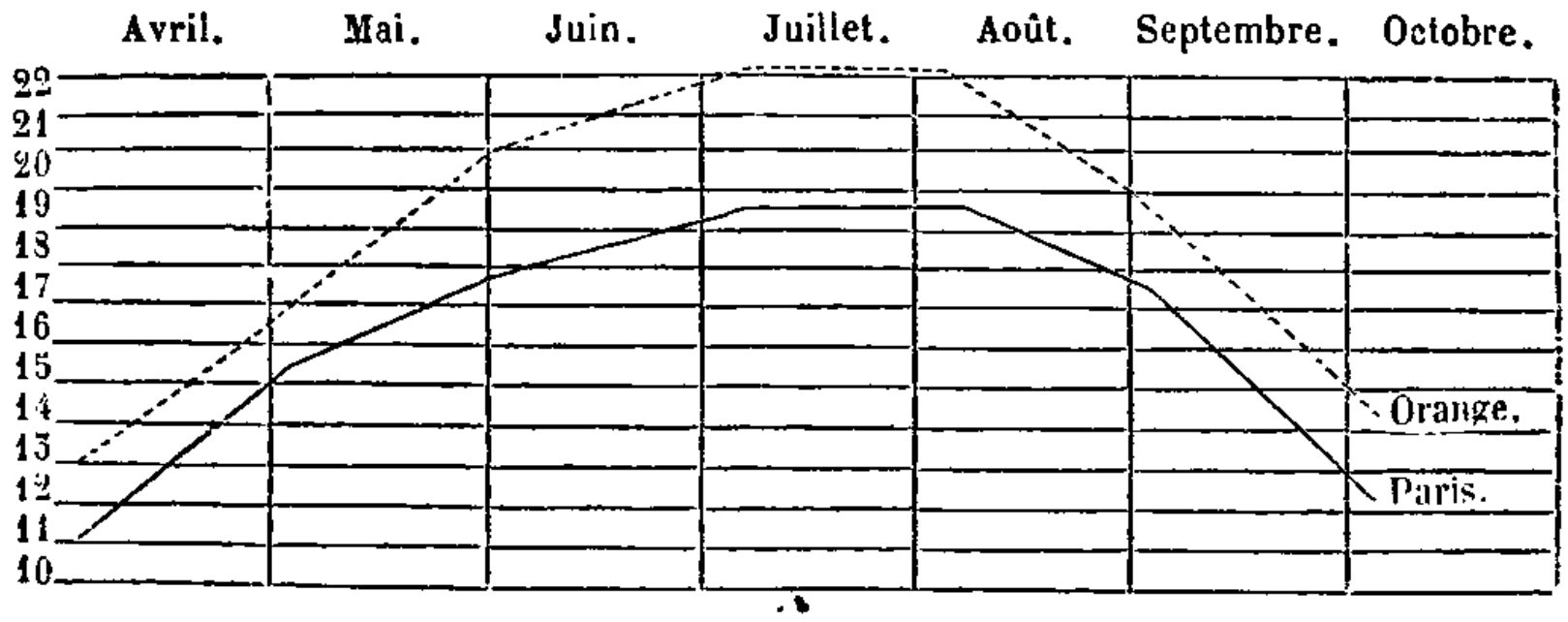
Dans les pays où la rente de la terre est très-élevée, il importe de profiter de tout le temps dont on paye la location et de multiplier les produits sur le même terrain. Pour que plusieurs récoltes puissent se produire dans une même année, il faut : 1° que la durée de la saison végétative soit assez grande pour embrasser la durée de la production de ces récoltes; 2° que l'état de la terre après la première récolte soit tel qu'il soit possible de faire immédiatement les cultures pour la récolte qui doit suivre; 3° que l'on puisse disposer d'engrais suffisants pour obtenir la production de ces récoltes successives.

Dans l'hémisphère boréal, la température moyenne de l'atmosphère atteint son point moyen au printemps, vers le 18 avril; il revient à cette moyenne, en automne, vers le 16 octobre. La température va croissant du 18 avril au 4 août, et en décroissant du 4 août au 16 octobre. Ainsi l'époque du maximum, le 4 août, partage la période comprise entre les deux moyennes, en deux portions : la semi-période croissante de 108 jours, celle de chaleur décroissante de 73 jours.

En prenant pour exemple, Paris et Orange, nous pouvons

représenter la période entière et les demi-périodes par les chiffres suivants :

	PARIS		ORANGE.	
Température moyenne.....	10o,865		13o,000	
Sommes des températures moyennes	par jour		par jour	
du 18 avril au 16 octobre.....	2954,37	moyen. 160,32	3422,50	moyen. 180,90
Sommes des températures de la demi-période croissante.....	1747,85	16,19	2045,90	18,94
Sommes des températures de la demi-période décroissante.....	1206,52	16,53	1376,60	17,49

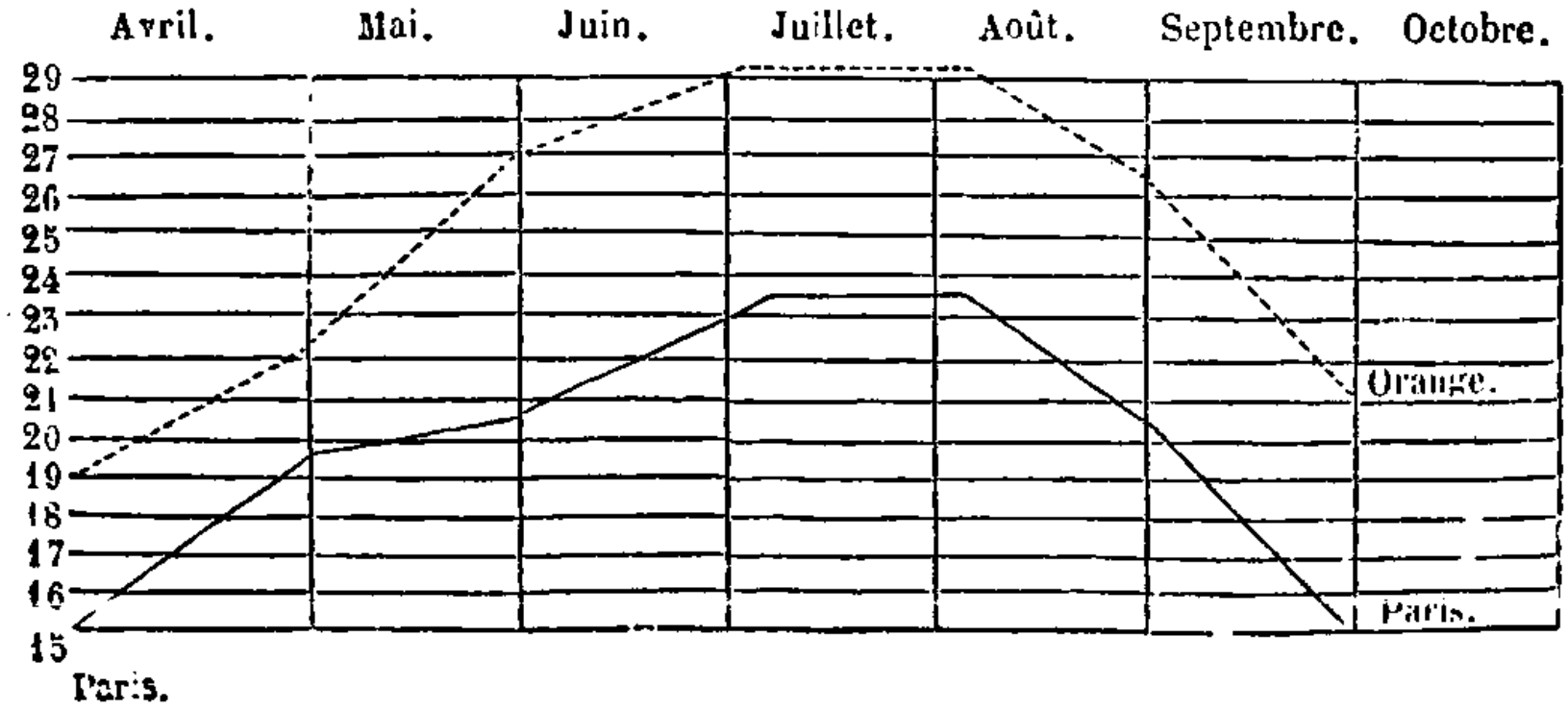


Paris.

Les courbes ci-dessus représentent la marche de température moyenne. Maintenant, si nous nous enquérons de la marche des températures totales (la moyenne composée du minimum des jours et du maximum au soleil), nous avons :

	PARIS.		ORANGE.	
Température totale moyenne.....	3653,60 par j. m.	20,07	4780,00 par j. m.	26,41
Somme des températures croissantes.	2147,60	19,89	2810,00	26,01
Somme des températ. décroissantes.	1486,00	20,36	1970,00	26,98

Le phénomène est représenté par les courbes suivantes :



Paris.

Ce qui est remarquable dans ces deux périodes, c'est la lente progression de l'accroissement de chaleur, et son rapide décroissement.

Supposons, maintenant, une plante qui se développe au commencement de la période croissante : elle éprouvera un accroissement graduel de température, se couvrira d'organes foliaires, s'approvisionnera de sucs, jusqu'au moment où l'évaporation plus vive n'étant plus alimentée par l'humidité du sol, sa séve s'épaissira, les nœuds des tiges se rapprocheront et finiront par devenir des épis ou des pétales de fleurs. Ainsi, le blé fleurit à + 16° de température, s'il a d'ailleurs reçu 1,413° de chaleur totale; les semences commencent alors à se former; et, quand la plante a reçu 2450° de chaleur totale, ou même 1,500 à 1,600° en retranchant les nuits, sa maturité est complète.

Si le blé était semé au commencement de la période décroissante, sa végétation foliaire ferait des progrès bien plus rapides, pressée par une haute température; mais quand, à partir du 4 août, il aurait reçu 1,413° de chaleur totale, il aurait atteint le mois d'octobre, nécessaire pour la floraison; il ne pourrait plus accumuler les 2,450° qui devraient procurer sa maturité; il continuerait donc à se développer en feuilles et ne fructifierait que l'année suivante. C'est ainsi que la marche des températures ne permettrait pas à Paris la fructification d'un blé semé plus tard que le 20 de mai et le 10 de juillet à Orange, en supposant que la plante trouve toujours dans le sol, la quantité d'humidité nécessaire aux diverses périodes de son accroissement. Ainsi, sous le rapport de la température, les semis des plantes doivent être combinés de manière que ces plantes puissent recevoir la somme de chaleur nécessaire à la fructification, et de plus que l'époque de la floraison arrive encore au moment où la chaleur sera assez élevée pour favoriser la formation de la fleur et de la graine.

Mais nos deux semi-périodes offrent une différence tout

aussi frappante que celle de leur température, c'est celle de leur humidité et de l'humidité du sol. Celle-ci est à son maximum au commencement de la période croissante et à la fin de la période décroissante. Il fait le plus sec possible à la fin de la période croissante et au commencement de la période décroissante. Or, la germination, le développement radicellaire et foliaire des plantes exige un état relatif plus grand d'humidité, la maturation des graines un état relatif plus grand de sécheresse : d'où il suit que la première période est, dans les terrains ordinaires, la plus favorable à la marche naturelle de la vie des plantes qui doivent porter des graines ; et que la seconde période, d'abord peu favorable à la germination, arrête ensuite le développement de la plante, au moment où l'humidité serait nécessaire pour son développement foliacé et radicellaire.

Mais, quand par le moyen de l'irrigation on peut, à volonté, mettre un terrain dans l'état d'humidité convenable, les deux périodes pourront être également favorables à la production des organes verts des plantes, si on arrose vers la fin de la période croissante et au commencement de la période décroissante ; il arrivera aussi que l'on pourra se procurer des récoltes de grains dans le courant de la deuxième période, en semant au milieu de la première avec le secours de l'irrigation. Ainsi pour que cette faculté puisse être utilisée, dans le but d'avoir une récolte dérobée, il faut que la récolte de printemps soit faite assez à temps pour que la somme des températures nécessaires à la récolte d'été qui la suivra, soit obtenue dans la partie encore sèche et chaude de la période décroissante.

Si nous cultivons dans le midi de la France, où la récolte du blé a lieu, année moyenne, du 20 au 30 juin, nous pourrons disposer d'un mois de la période croissante et de toute la période décroissante ; c'est-à-dire de 3,697° de chaleur totale, pourvu que nous mettions la terre dans un état d'humidité suffisant pour permettre une semaille immédiate.

Ainsi :

Le maïs quarantain exige	3,500°
Le millet..	1,850
Le haricot..	1,400
Les fèves.	2,500
Les pommes de terre.....	2,920
Les betteraves.	1,453
Un grand nombre de fourrages, maïs, avoine, vesce, etc.....	1,500

Toutes ces plantes, et d'autres encore, peuvent être obtenues, dans le midi de la France, en récolte dérobée, après la moisson du blé, dans les terres irrigables à cette époque.

Mais si la nature du sol ou le défaut d'irrigation ne permettent pas de commencer les semailles avant le milieu de septembre, il ne reste plus que 626° de chaleur totale à employer et l'on ne peut cultiver que des plantes qui continuent à végéter au-dessous de la température de + 13°, savoir le sarrasin, la pomme de terre, les navets. Ces dernières récoltes sont les seules dont les pays du Nord puissent profiter quand la moisson des céréales n'est terminée qu'au mois d'août.

Une des récoltes dérobées les plus précieuses, est sans doute celle qui, en soutirant une grande masse de principes de l'atmosphère, peut devenir d'un utile secours pour les récoltes subséquentes, en fournissant aux terres un abondant engrais vert. Les engrais verts, employés comme récolte principale de l'année, sont une ressource trop coûteuse, et nous avons dit qu'il fallait leur préférer des fourrages qui, consommés par les animaux, donnaient un produit bien supérieur, puisque l'azote des fourrages se réalise au prix de 12,61 kil. de blé et celui des engrais à 7,50 kil. seulement; mais il n'en est pas de même des engrais verts en récolte dérobée. Ainsi, dans les terrains et les situations où le lupin réussit, nous avons vu des successions de récoltes céréales obtenues par l'intermédiaire de cette légumineuse, semée

immédiatement après les moissons, et enfouie un peu avant les semailles. Sur les sols arrosés, on peut aussi se procurer un excellent engrais par les récoltes dérobées de fèves ; si le terrain est en bon état, on aura en octobre un champ bien garni de fèves en fleur que l'on enterrera par un labour, sur lequel on sèmera le blé.

Dans le Nord, on peut destiner le sarrasin au même emploi ; c'est aussi une plante améliorante, mais ses tiges ne parviennent pas au même développement que celles des légumineuses et absorbent avec moins d'intensité l'azote de l'atmosphère.

CHAPITRE XI.

Récapitulation des lois des assolements.

En résumant les théories que nous avons exposées dans les chapitres précédents et en élaguant les détails dans lesquels nous avons dû entrer et qu'il ne faut pas perdre de vue, nous trouvons que le meilleur assolement est celui qui donne le produit net le plus élevé descapitaux que l'on emploie à sa réalisation, et qu'on y parvient :

1° En adoptant les cultures que la nature du sol et le climat permettent d'introduire, et qui, dans les circonstances données, fournissent le produit net le plus élevé, mais aux conditions suivantes :

2o Que l'on sera en état de faire les avances indispensables à ces cultures, et celles qu'exigeront la conservation ou la transformation de leurs produits en produits échangeables, si cela est nécessaire ;

3° Que l'on pourra les continuer, et qu'ainsi on sera en mesure de leur fournir la quantité d'engrais nécessaire, soit en achetant, soit en produisant ces engrais ;

4° Que si l'on doit produire les engrais, la masse des restitutions faites au sol sera, au moins, égale à la masse des principes enlevés ;

5° Que cette restitution se faisant avec lenteur dans les couches profondes, on ne jugera pas de l'état de fertilité de ces couches par celui de la surface, et qu'ainsi un intervalle plus ou moins grand doit séparer le retour des plantes à racines pivotantes ;

6° Que l'on pourra toujours et économiquement se procurer les forces nécessaires pour exécuter les travaux, soit en distribuant ceux-ci d'une manière égale entre les saisons, si l'on a une masse fixe et invariable de forces disponibles, soit en se procurant en temps utile les suppléments de forces qu'exigent les cultures qui n'occupent qu'à certaines époques de l'année ;

7° Que les récoltes successives auront entre elles un intervalle de temps suffisant pour ameublir et nettoyer le terrain, et en ne laissant cependant que la durée indispensable pour le bon accomplissement des travaux.

CHAPITRE XII.

Examen de quelques formules d'assolement.

Nous achèverons d'éclaircir les principes que nous venons de poser, et de familiariser nos lecteurs à leur emploi, en les appliquant à diverses formules d'assolement recommandées par les auteurs, ou usitées avec succès dans différentes contrées de l'Europe. Nous ne reprendrons pas celles qui ont été les types de nos déductions dans les chapitres précédents, savoir : l'assolement biennal et triennal avec jachère, l'assolement quadriennal, l'assolement de Nismes, celui d'Orange, celui d'Anvers ; mais nous examinerons les formules rapportées par A. Young, John Sinclair, Thaër, Schwerz, Burger, et par des auteurs plus récents Mathieu de Dombasle, Rieffel, Bella. Toutefois, nous avons dû nous borner à choisir les plus saillants et les plus riches, dans l'in-

nombrable variété de ces types d'assolements, que chacun se croit appelé à imaginer chaque jour. L'application de nos calculs à ces cadres symétriques qui plaisent tant à l'œil des commençants, dissipera bien des illusions ; et prouvera qu'un assolement digne d'être mis en pratique est une œuvre qui mérite de sérieuses réflexions, et que les circonstances locales qui font varier les moyens d'exécution, le rendent souvent inapplicable ailleurs que dans la situation spéciale pour laquelle il a été conçu. Rappelons toujours à nos lecteurs que les éléments des différentes nourritures distribuées aux animaux subissent des pertes par la transpiration, par l'absence des animaux des étables ; par la production du lait, de la chair et de la laine : pertes que nous avons indiquées plus haut, et qui sont telles, que pour des animaux en repos et ne produisant pas de lait, il faut compter 0,17 de perte sur les engrais ; pour ceux qui travaillent toute l'année et ne passent que la nuit dans les étables, une perte de 0,28, ou une perte proportionnelle à leur absence des écuries ; et pour les vaches laitières, une perte de 0,38, tout compris. Ce n'est qu'après ces déductions variables que l'on pourra être assuré que l'assolement pourvoit à son approvisionnement d'engrais.

1. HUNTINGDON. — *Assolement d'un cultivateur expérimenté* (John Sinclair, t. II, p. 240).

	Produit.	Azote		Produit net.	Avances.
	kil.	employé.	restitué.	kil. de blé.	kil. de blé.
1 Vesces (fourrages).	10000	114,00	168,00	406	694
2 Blé.....	3000	76,50	17,70	1775	2600
3 Trèfle.....	9142	140,78	241,34	779	1437
4 Fèves consommées.	2640	186,32	225,00	996	836
5 Blé.....	3000	76,50	17,70	1775	2600
		594,10	669,74	5731	8167
Engrais total excédant.....		75,64			

Les engrais laissent un trop faible excédant, le produit net est de 1146 kil. de blé par hectare (252 f., le blé valant 22 fr. les 100 kil.) ; il faut 1633 kil. d'avances (359 fr.) par hectare, non compris la rente du terrain.

2. Suffolk. — *Terres riches et profondes* (John Sinclair, t. II, p. 246).

	Produit.	Azote		Produit net.	Avances.
	kil.	employé.	restitué.	kil. de blé.	kil. de blé.
1 Navets ..	100000	240,00	360,00	1584	2029
2 Orge....	2625	54,07	7,87	415	1746
3 Fèves ...	2640	186,32	225,00	996	836
4 Blé.....	5000	76,50	17,70	1775	2600
5 Orge....	2625	54,07	7,87	415	1746
6 Trèfle...	9142	140,78	241,34	779	1437
7 Blé	3000	76,50	17,70	1775	2600
		828,24	877,48	7739	12994
Engrais total excédant.		49,24			

Les engrais laissent si peu d'excédant, qu'en comprenant les pertes qu'ils subissent, le terrain doit s'appauvrir si l'on n'y pourvoit par des engrais extérieurs. Le produit net est de 1107 k. de blé par hectare (243 fr.); il faut 1857 kil. de blé d'avance par hectare (408 fr.) non compris la rente.

3. Edimburgh, Aberdeen (John Sinclair, t. II, p. 248).

	Produit.	Azote		Produit net.	Avances.
	kil.	employé.	restitué.	kil. de blé.	kil. de blé.
1 Vesces.	10000	114,00	168,00	406	694
Navets.	30000	72,00	108,00	270	779
2 Blé de printemps.....	3000	76,50	17,70	1775	2600
		262,50	293,70	2451	4073
Engrais total excédant.		31,20			

Cet assolement se suffit en engrais, si l'on fait consommer sur la ferme; son produit net est alors de 1225 kil. de blé (269 fr. 50).

Cependant Sinclair estime ce produit de 980 à 1225 fr. par hectare. Cela doit tenir au haut prix des denrées, du fourrage, du lait, aux environs des grandes villes, à celui du blé en Angleterre, et aussi probablement à ce que l'on y achète le fumier à bon compte. Les avances seraient de 2036 k. de blé (448 fr.) par hectare.

4. KENSINGTON. — *Choux et pommes de terre vendus à la ville* (John Sinclair, t. II, p. 248).

	Produit.	Azote		Produit net.	Avances.
	kil.	employé.	restitué.	kil. de blé.	kil. de blé.
1 Choux.....	135000	578	81	5413	4587
Pommes de terre.	29000	142	37,7	1490	3005
2 Blé.....	5000	76,5	17,7	1775	2600
		596,5	156,4	8678	10192
	Déficit total d'engrais.	460,1			

Cet assolement exige une forte importation d'engrais; mais il n'est praticable que près des villes et avec la possibilité de vendre en entier au marché, et pour la consommation humaine, les choux et les pommes de terre. Son produit net est de 4339 kil. de blé (954 fr.) par hectare; il exige 2036 kil. de blé d'avance par hectare (448 fr.).

5. WURTEMBERG. (Forêt-Noire.)

	Produit.	Azote		Produit net.	Avances.
	kil.	employé.	restitué.	kil. de blé.	kil. de blé.
1 Choux écobués et fumés.	135000	378	351	1387	4587
2 Seigle.	2592	65,84	15,05	777	1950
3 Lin (tiges).....	3550	39,76	»	881	3443
4 Seigle fumé.....	2592	65,84	15,03	777	1950
5 Pommes de terre.....	29000	142,00	142,00	556	3005
6 Avoine.....	2948	70,75	15,57	1328	1600
7 Trèfle.....	9142	140,78	241,34	779	1457
8 9 10 Prairies.....	18000	207,00	387,00	1080	1200
		1109,97	1166,94	7565	19172
	Engrais total excédant.	56,97			

Cet assolement se suffirait tout juste pour ses engrais si ceux-ci ne subissaient aucune déperdition; tous les produits, excepté les graines et le lin, sont consommés sur la ferme. En supposant les cultures portées au *maximum* du produit, on voit que le produit net serait de 756 kil. de blé (166 fr.) par hectare, moins la rente; mais nous ne croyons pas à un tel résultat. Il y a 1917 kil. de blé d'avances par hectare (422 fr.).

6. Alsace.

	Rente.	Azote		Produit net.	Avances.
	kil.	employé.	restitué.	kil. de blé.	kil. de blé.
1 Pavot. .	1725	74,55	21,73	2133	2749
2 Blé.....	3000	76,50	17,70	1892	2600
3 Fèves. .	2640	186,32	225,00	996	836
4 Blé. ...	3000	76,50	17,70	1892	2600
5 Tabac...	3850	203,28	87,78	6723	11579
6 Blé. ...	5000	76,50	17,70	1892	2600
7 Trèfle. .	9142	140,78	241,34	779	1437
8 Blé.....	3000	76,50	117,70	1892	2600
		910,73	646,65	18199	27001
	Déficit total d'engrais.	264,08			

Cet assolement, qui n'est qu'une des nombreuses formules usitées en Alsace, ne peut se soutenir qu'au moyen d'une abondante importation d'engrais; les récoltes étant développées au maximum, ses produits nets sont de 2275 k. de blé (500 fr.) par hectare, non compris la rente. Les règlements fiscaux ne permettent pas d'obtenir du tabac un produit aussi élevé que celui que nous lui assignons; plusieurs antres récoltes sont loin d'atteindre aussi le chiffre maximum; ce chiffre exige 3375 kil. de blé d'avance (742 fr.), non compris la rente.

7. Belgique.—*Assolement que Schwerz considère comme un des meilleurs.* (*Instructions*, page 298.)

	Rente.	Azote		Produit net.	Avances.
	kil.	employé.	restitué.	kil. de blé.	kil. de blé.
1 Navets.....	100000	24	360	1584	2029
2 Avoine.....	2948	70,75	15,57	1328	1600
3 Trèfle.....	9142	140,78	241,34	779	1437
4 Blé.....	3000	76,50	17,70	1775	2600
Navets.....	30000	72,00	108,00	270	779
5 Lin.....	3550	39,76	»	881	3445
6 Blé.....	5000	76,50	17,70	1775	2600
7 Seigle.....	2592	65,84	15,03	777	1950
Navets.....	30000	72,00	108,00	270	779
8 Pommes de terre..	29000	142,00	142,00	556	3005
9 Blé.....	3000	76,50	17,70	1775	2600
10 Gesse et seigle....	10000	114,00	168,00	1498	694
Navets.....	50000	72,00	108,00	270	779
		1258,63	1319,04	13538	24295
	Engrais total excédant.	60,41			

Cet assolement est au-dessus du pair pour les engrais; il donne 1354 kil. de blé de produit net (297 fr.); il exige 2429 kil. d'avance par hectare (534 fr.).

8. Assolement avec pâturage du Holstein (1).

		Produit.	Azote		Produit net.
		kil.	employé.	restitué.	kil. de blé.
1	Avoine.....	2948	70,75	18,57	1528
2	Jachère.....	»	»	9,18	»
3	Blé.....	3000	76,50	17,70	1892
4	Orge.....	2625	54,07	14,70	415
5	Avoine.....	2948	70,75	18,57	1528
6	Trèfle à faucher. ...	9142	140,78	241,34	1095
7 8 9 10	Pâturages.....	24000	276,00	516,00	2726
			688,85	836,06	8784
	Par hectare.....		68,88	83,61	8784 (193 f. 25 c.)
	Engrais excédant par hectare.		14,73		

La grande déperdition d'engrais qu'occasionne le pâturage quand on n'en prend pas soin, et celle que causent les vaches laitières, nous font penser que les engrais sont à peine suffisants.

9. Assolement avec pâturage du Mecklenbourg.

		Produit.	Azote		Produit net.
		kil.	employé.	restitué.	kil. de blé.
1	Jachère.....	»	»	9,18	»
2	Blé.....	3000	76,50	17,70	1892
3	Blé de printemps.....	3000	76,50	17,70	1892
4	Jachère.....	»	»	9,18	»
5	Blé.....	3000	76,50	17,70	1892
6	Blé de printemps.....	3000	76,50	17,70	1892
7 8 9	Trèfle et pâturages.	18000	207,00	387,00	2044
			513,00	476,00	9612
	Par hectare.....		57,00	52,89	1068 (234 f. c.96.)
	Déficit d'engrais par hectare.			4,11	

(1) Thaër, § 323 et suivants.

L'assolement du Holstein attache plus de prix à l'élève du bétail, celui du Mecklenbourg à la production des grains qui doivent être plus nets, mais donner une récolte plus faible, car l'engrais est réellement insuffisant pour obtenir des récoltes *maxima*. Ces assolements se recommandent par une très-grande régularité dans les opérations et par l'uniformité des produits. Une telle exploitation bien établie, l'inspection et la direction deviennent très-faciles, et Thaër pense que 4000 hectares ainsi assolés demanderaient moins d'attention et de soins que 400 dirigés d'une autre manière. Mais c'est une machine qui ne souffre aucun dérangement, aucun changement, et elle ne peut marcher qu'à la condition que le terrain se prêtera à la production des herbes. Si le terrain ne se gazonne pas facilement et rapidement, si dès la seconde année le pâturage n'atteint pas un produit convenable, il faut renoncer à ce système mixte et adopter un système complet avec cultures.

10. — Assolements italiens (1).

Terrains arrosés.

1. Province de Lodi, Melguanello.

		Produit.	Azote		Produit net.
		kil.	employé.	restitué.	kil. de blé.
1	Lin (tiges).....	5550	59,76	19,88	881
2	Blé.....	5000	76,50	17,70	1892
	Millet.....	2380	88,20	42,84	1147
3	Blé.....	5000	76,50	17,70	1892
	Maïs quarantain.	2625	158,28	10,24	1054
4 5 6	Prairies	22500	258,75	483,75	2010
		597,69	589,11		8876
	Par hectare.	99,65	98,02		1479(281 f. 50 c.
	Déficit d'engrais par hectare.		1,65		

Ces terrains conservent bien leur fertilité ; il faut croire q...

(1) Burger, *Agriculture du royaume lombardo-vénitien*, p. 55 ... suivantes.

les eaux, par les éléments qu'elles charrient, compensent le léger déficit d'engrais.

2. Province de Pavie, San-Nuovo.

		Produit.	Azote		Produit net.
		kil.	employé.	restitué.	kil. de blé.
1	Maïs.....	5250	106,57	20,47	2109
2	Trèfle.....	9142	140,78	241,34	559
3, 4, 5	Riz.....	22500	270,00	69,75	6174
6	Blé.....	3000	76,50	17,70	1892
			593,85	349,26	10734
	Par hectare.		98,94	58,21	1789 (393 f. 58 c.)
	Déficit d'engrais par hectare.			40,73	

Il est bien évident que ce grand déficit d'engrais ne peut être couvert que par la richesse des eaux d'irrigation.

II. *Terrains secs.*

1. Milan, Côme, Varèse.

		Produit.	Azote		Produit net.
		kil.	employé.	restitué.	kil. de blé.
1	Maïs.....	5250	106,57	20,47	2109
2	Blé.....	1500	38,25	8,85	946
	Maïs quarantain.	1312	20,14	15,12	1527
3	Blé.....	1500	38,25	8,85	946
4	Maïs.....	2625	58,28	10,24	1054
5	Trèfle.....	4571	70,39	120,67	279
6	Blé.....	3000	76,50	17,70	1892
	Maïs quarantain...	2625	58,28	10,24	1054
			466,56	202,14	8807
	Par hectare.....		77,72	33,36	2202 (484 f. 44 c.)
	Déficit d'engrais par hectare.			44,36	

Ces terres épuisées par des récoltes aussi répétées ne produisent que 1350 kilog. de maïs par hectare au lieu de 5250 kilog. et à peine 1000 de blé. Les engrais atmosphériques réunis à la petite quantité que l'on en fabrique, soutiennent cette production. Les produits des mûriers permettent seuls de continuer une semblable culture. En général, l'agriculture lombarde n'est remarquable que par ses terrains

arrosés et ses cultures arbustives : la culture commune est fort en arrière des autres pays. — Du produit net ci-contre, il faudrait soustraire la valeur de 44 kilog. d'azote du fumier par hectare ou 330 kil. de blé (96 fr. 80 c.).

2. Vicence.

	Produit. kil.	Azote employé.	Azote restitué.	Produit net. kil. de blé.
1 Maïs.....	5250	106,57	20,47	2109
2 Blé.....	3000	76,50	17,70	1892
3 Trèfle.....	9142	140,78	241,31	539
4 Blé.....	3000	76,50	17,70	1892
		400,35	297,21	6452
Par hectare..		100,09	74,30	1613 (354 fr. 86)
Déficit d'engrais par hectare.			25,79	

Il ne faut pas oublier que cette rotation exige un sol aussi profond et aussi fertile que celui de Vicence, dit Burger. Encore ici un énorme déficit d'engrais. Cependant le produit du maïs est de 2600 kilog. par hectare et celui du blé de 1600 kilog., grâce à l'excellence du terrain.

11.—Assolements de Roville.

Mathieu de Dombasle, fondateur d'une école célèbre d'agriculture, en entreprenant l'exploitation des terres de Roville, manquait, il faut l'avouer, de pratique ; et quoique possédant toute la science agricole de son temps, il ne pouvait deviner les précieux résultats qu'a produits son alliance avec les sciences physiques, et il en était réduit à ces tâtonnements qui font tant de mal aux entreprises de tout genre, parce qu'elles font perdre à la fois le temps et l'argent. Il serait bien intéressant de suivre les différentes fluctuations de son esprit dans la tâche d'arrêter un assolement pour ses terres de Roville ; mais afin de ne pas étendre outre mesure cette étude, nous la bornons à ce qu'il appelait ses terres légères, véritables glaises, qui se lattaient par la culture, quand elles étaient molles, faisaient alors des mottes dures sur lesquelles les gelées n'agissaient pas, et qui ne se dissolvaient qu'à la

longue après de fortes pluies ; à l'état sec, c'étaient des terres friables, faciles à cultiver. On trouvait l'eau à 60 centimètres au-dessous du sol.

Son premier assolement de 18 ans avait pour but, en multipliant les soles, de placer les plantes cultivées dans des situations différentes, de sorte, par exemple, qu'on pût apprécier la réussite d'un blé de printemps placé après les pommes de terre, d'un blé d'hiver placé après le trèfle, le trèfle incarnat, ou après le colza. Ce but était excellent, comme objet d'étude ; mais sur l'ensemble d'un domaine où l'on avait à ménager les intérêts des actionnaires, il y avait d'autres considérations à combiner (1). Dès la seconde année, M. Mathieu de Dombasle s'aperçut bien que son assolement ne reproduisait pas l'engrais qui pouvait le maintenir ; il adopta alors un assolement de cinq ans, où il admettait deux récoltes sarclées consécutives et seulement deux années de froment d'hiver (2). A la troisième année, l'insuffisance des engrais se manifestant de plus en plus, l'assolement de cinq ans fut changé en assolement de sept ans, avec trois ans de pâturage (3). Quatre ans venaient à peine de s'écouler depuis le commencement de son entreprise, et il était tombé dans un état de doute relativement à la nécessité d'avoir un assolement régulier (4). Mais, dans le fait, il abandonnait l'idée de ses pâturages permanents de trois ans, il réservait un neuvième de terrain pour la pâture et les autres huit neuvièmes étaient cultivés alternativement en récoltes sarclées et en froment. Les fourrages avaient disparu, mais il y avait pourvu en mettant en luzerne des terres de coteau, c'est-à-dire que pour celles de la plaine, il entrait dans un système agricole avec importation d'engrais. Nous trouvons à la septième année, qu'il a persisté dans cette

(1) *Annales de Roville*, t. 1er, pag. 204.
(2) *Idem*, t. II, pag. 93.
(3) *Idem*, t. III, pag. 69.
(4) *Idem*, t. IV, pag. 78.

espèce d'assolement biennal, en réduisant cependant à sept ses neuf divisions. Voilà par quelles alternatives a passé cet esprit éminent.

Les chiffres déduits des formules agricoles vont mettre en pleine évidence les causes de ses hésitations et de ses non-succès.

PREMIER ASSOLEMENT.

	Produits.	Azote		Produit net en k. de blé.	Avances en k. de blé.
	kil.	employé.	restitué.	kil.	kil.
1 Pommes de terre.	29000	142,00	142,00	556	3005
2 Blé de printemps.	3000	76,50	17,70	1892	2600
3 Trèfle..	9142	140,78	241,34	779	1437
4 Blé	3000	76,50	17,70	1892	2600
5 Colza.....	2856	117,95	15,42	2234	3495
6 Blé.....	3000	76,50	17,70	1892	2600
7 Trèfle.....	9142	140,78	241,34	779	1437
8 Colza.	2856	117,95	15,42	2234	3495
9 Blé.....	3000	76,50	17,70	1892	2600
10 Pommes de terre.	29000	142,00	142,00	556	3005
11 Blé de printemps....	3000	76,78	17,70	1892	2600
12 Trèfle incarnat.	5800	66,70	95,70	353	538
13 Blé.	3000	76,50	17,70	1892	2600
14 Trèfle incarnat.....	5800	66,70	95,70	353	538
15 Pommes de terre....	29000	142,00	142,00	556	3005
16 Blé de printemps....	3000	76,50	17,70	1892	2600
17 Pommes de terre...	29000	142,00	142,00	556	3005
18 Blé de printemps....	3000	76,50	17,70	1892	2600
		1831,14	1414,52	24092	43760
		Déficit total.	416,62		

Produit par hectare. 1338 k. (294 fr. 36 c.).
Avances par hectare 2431 k. de blé (535 fr.).

L'exploitation était composée de 18 soles de 4 hectares et demi chacun, ci 81 hectares. Ces terres étaient loin d'être en état de saturation d'engrais; mais en l'admettant, voyons quelles sont les ressources qu'il comptait leur appliquer.

C'étaient, selon lui, 675 voitures de fumier de 500 kilog. chacune ou 337500 kilog. de fumier qui, en le supposant de 0,40 d'azote pour 100, donnerait 1350 kilog. d'azote. Il y aurait donc encore un déficit de 481 kil. d'azote. L'auteur le sent et il désirerait augmenter d'un cinquième, ce qui ne suffirait pas encore. Toujours est-il bien certain que cet as-

solement ne pouvait marcher sans le secours d'engrais importés d'autres terrains. Il le reconnut sans doute, quand il adopta l'année d'après l'assolement suivant :

DEUXIÈME ASSOLEMENT.

	Produits.	Azote		Produit net	Avances
		en k. de blé.		en k. de blé.	
	kil.	employé.	restitué.	kil.	kil.
1 Pommes de terre.....	29000	142,00	142,00	556	3005
2 Pavots (pois ou maïs)....	1725	75,35	21,75	2135	2749
3 Froment.....	3000	76,50	17,70	1892	2600
4 Trèfle.....	9142	140,78	241,34	779	1437
5 Froment.....	3000	76,50	17,70	1892	2600
		511,13	440,47	7252	12391
Déficit total.			70,66		

Produit par hectare. 1450 k. (319 fr.)
Avances par hectare. 2478 k. (545 fr.).

Quoique moins considérable que dans le précédent assolement, l'insuffisance d'engrais était encore patente, surtout si l'on considère la perte de près d'un quart que subissent les restitutions quand elles passent dans la consommation des animaux. Mathieu de Dombasle se décide alors à modifier cet assolement de la manière suivante :

TROISIÈME ASSOLEMENT.

	Produits.	Azote		Produit net	Avances
		en k. de blé.		en k. de blé.	
	kil.	employé.	restitué.	kil.	kil.
1 Pommes de terre.....	29000	142,00	142,00	556	3005
2 Plante sarclée et parée et surtout le pavot.....	1725	75,35	21,75	2135	2749
3 Froment.....	3000	76,50	17,70	1892	2600
4, 5, 6 Pâturage (1).....	9142	140,78	241,34	1167	1437
7 Froment.....	3000	76,50	17,70	1892	2600
		511,13	440,47	7660	12391

Cette modification était insignifiante à cause du faible produit relatif des pâturages, mais elle donnait le moyen de

(1) Ce pâturage, composé de ray-grass, de millet et de trèfle blanc, est porté dans les comptes du produit net pour moins de moitié d'un trèfle.

faire paître le troupeau et diminuait la masse des cultures à exécuter.

L'assolement de Roville fut enfin et graduellement modifié comme on le voit ci-après :

QUATRIÈME ASSOLEMENT.

		Produits.	Azote		Produit brut en k.	Produit net.	Avances.
		kil.	employé.	restitué.	de blé.		
1 Colza		2856	117,95	15,42	4377	2234	3495
2 Froment		5000	76,50	17,70	5106	1892	2600
3 Betteraves	un tiers	33300	220,00	220,00	1355	1276	5427
Pommes de terre	pour	9666	46,66	46,66	1111	185	1002
Maïs	chacun.	1750	36,33	6,82	1380	703	1059
4 Froment		5000	76,50	17,70	5106	1892	2600
5 Sarrasin		2925	73,12	45,92	5207	2669	1609
6 Froment		3000	76,50	17,70	3106	1892	2600
7 Pâturages		3047	46,66	80,44	592	1389	1457
			770,22	468,36	20340	10580	21829
	Déficit total.			301,86			

Produit net par hectare 1511 k. (332 fr. 42 c.)
Produit brut par hectare 2906 k. (639 fr. 76 c.)
Avances par hectare 3118 k. (717 fr. 14 c.)

Le déficit d'engrais est encore plus considérable, et l'assolement ne se soutient que par des engrais importés des autres parties du domaine. Cela seul peut expliquer que le produit brut des 129 hectares du domaine ne se soit porté qu'à 23,424 fr. (1) en 1830, ou 181 fr. par hectare, tandis qu'il devait être de 639 fr. 76 c., quoique ce compte comprenne des ventes de graine de betterave et de ray-grass, produits extraordinaires. Que l'on remarque d'ailleurs que le capital agricole, les avances pour les cultures de Roville n'étaient que de 30,000 fr. ou 232 fr. par hectare, tandis que cette culture aurait exigé 717 fr.; la faiblesse des moyens explique celle des résultats.

12. — ASSOLEMENT DE GRIGNON.

Nous prenons cet assolement tel qu'il est définitivement arrêté dans la sixième livraison des Annales de Grignon; on

(1) *Annales de Roville*, tome VII, page 12.

pourra voir aussi, pour compléter les données nécessaires, les autres cahiers des Annales et l'ouvrage de M. Caffin d'Orsigny, intitulé : *Quinze ans d'exploitation à Grignon*. Les produits réels du domaine sont des données tirées des différents comptes rendus.

THÉORIE.

	Récoltes théoriques.	Valeur des produits en kil. de blé.	Frais.	AZOTE employé.	AZOTE restitué.	Produit en k. de blé.
	kil.	kil.		kil.	kil.	kil.
1 Pommes de terre..	29000	3344	1159	142,00	57,70	1490
2 Froment de mars..	3000	3106	1331	76,50	17,70	1892
3 Trèfle.....	9142	1777	392	140,78	241,34	1098
4 Froment.....	3000	3106	1331	76,50	17,70	1892
5 Fèves.....	2640	1902	906	186,12	225,19	996
6 Colza.....	2856	4377	1125	117,95	15,42	2163
7 Blé.....	3000	3106	1331	76,50	17,70	1892
8 Sole de fourr. divers	7500	1082	432	86,25	161,25	650
		21790	8007	902,50	734,00	12273
Par hectare		2724 (599 f. 28)	1001 (220 f.)	112,81	91,75	1469 (353 f. 76)
Déficit par hectare.....					21,06	

FAITS RÉELS.

	Récolte moyenne.	Valeur en kilogr. de blé.	Frais.	Produit net.
	kil.	kil.	kil.	kil.
1 Pommes de terre.....	20540	2361	1550	811
2 Froment de mars.....	2010	2081	454	1627
3 Trèfle.....	2444	475	125	350
4 Froment.....	2010	2081	454	1627
5 Fèves.....	1256	913	466	447
6 Colza.....	1414	2167	1617	550
7 Blé.....	2010	2081	454	1627
8 Sole de fourrages divers..	4902 ½	707	7	700
		12866	5127	7739
Par hectare.....		1608 (323 f. 18)	641 (141 f. 02)	967 (212 f. 75)

En réalité, et en y faisant entrer les frais généraux, la va-

leur de la récolte a été de 371 fr. 60, et la dépense de 264 fr. dans lesquels sont compris 98 fr. 50 de fermage, ainsi :

141	fr. 02	frais de culture
98	50	fermage
24	48	frais généraux
264 fr.	»	dépense

Nous trouvons dans les comptes rendus, que de 1828 à 1841, on a recueilli 30,342,275 kil. de fumier d'écurie. Nous avons analysé ce fumier et nous avons trouvé qu'avec 0,67 d'eau il dosait 0,38 pour 100 d'azote, ou à l'état sec, 1,593 d'azote pour 100. Nous avons aussi calculé son dosage d'après les tableaux renfermés dans la neuvième livraison des Annales de Grignon, pages 46 et suivantes; ces calculs nous ont conduit à un résultat presque identique à celui de l'analyse élémentaire. Ainsi en treize ans on aurait disposé de 115,300 kil. d'azote sur 240 hectares ou 480 kil. par hectare et par an environ 30 kil. De plus, il a été acheté pendant ce temps pour 93,000 fr. d'engrais ou pour près de 30 fr. par an; et le prix du fumier de ville étant de 0 fr. 40 les 100 kil., c'est par hectare une addition de 7,500 kil. de fumier qui, en lui supposant le même dosage, donnerait 28,5 kil. d'azote. En totalité donc, on a disposé de 58,50 kil. d'azote par hectare, au lieu de 112,81 kil. qu'aurait exigés cet assolement traité au *maximum*. La valeur réelle des produits bruts a été de 1608 kil. de blé au lieu de 2724 kil. Ce qui s'explique aisément par la différence des fumures. Le produit brut a même été un peu plus fort que le fumier employé ne l'aurait fait supposer; en effet, nous avons 113 : 58 : : 2724 : 1798. Loin d'être excessive, la quantité de bétail n'est donc pas suffisante. Si nous ne nous trompons, la moitié au moins des pommes de terre ne sont pas consommées dans la ferme et par conséquent ne peuvent compter comme fourrage, et il reste alors une beaucoup trop petite proportion de ressources fourragères, relativement à l'étendue des cultures.

13. Assolement des fermes détachées de Grand-Jouan.

Personne n'a mieux étudié les landes de Bretagne, n'a plus expérimenté, n'a plus réfléchi sur les moyens de les mettre en culture que l'honorable directeur de Grand-Jouan, M. Rieffel. Après de nombreux essais, après avoir lutté courageusement contre toutes les difficultés, il a fini par s'arrêter à un plan qui, tout en favorisant les véritables progrès des élèves de son école, peut donner les résultats les plus avantageux. Réservant une partie de terrain autour du chef-lieu de l'école qui restera sous sa direction spéciale, il en a remis une seconde portion à son directeur, qui y sera secondé par les élèves de l'institut; ceux-ci, quand ils seront assez avancés dans leurs connaissances agricoles, seront chargés tour à tour de l'inspection de petites métairies de 25 hectares, entre lesquelles M. Rieffel a divisé les 300 hectares de terre qui lui sont restés après la constitution des deux grandes exploitations. Ainsi les élèves voient tour à tour les grandes cultures dirigées selon les procédés avancés de l'agriculture, puis les métayages confiés à des colons et à leur famille. Le plan d'instruction nous paraît admirablement bien conçu et bien adapté à la situation de ce pays, et ajoutons : à celle d'une grande partie de la France. Notre territoire est divisé en petites exploitations, et soumis en grande partie au métayage. Il faut que les élèves de nos écoles d'agriculture sachent bien le parti que l'on peut tirer de cet ordre de choses; et qu'appelés à diriger la fortune territoriale de grands propriétaires, ils puissent leur proposer autre chose que de congédier leurs tenanciers, de réunir leurs métairies en vastes exploitations, de laisser détruire les petits bâtiments des colons pour construire de vastes et grandes fermes. Cette belle conception d'éducation agricole nous a paru mériter d'être mieux connue. Nous la signalons ici avec grand plaisir, en profitant

pour cela de l'examen de l'assolement suivi sur les métairies; voici comme il est établi (1) :

	Produits maxima.	Produit en kil. de blé.	Frais.	Produit net.	Azote employé.	Azote restitué.	Produit, d'après Rieffel, en k. de blé.
	kil.	kil.	kil.	kil.	kil.	kil.	kil.
1 Choux.....	135000	4767	3380	1387	378	459	407
2 Sarrasin.....	2925	1457	538	919	61,66	45,92	407
3 Froment.....	3000	3223	1331	1892	76,50	17,70	1223
4 Avoine d'hiver.	2948	2557	1229	1328	70,75	18,57	728
5 Trèfle, Ray-gr.	9142	1777	679	1098	140,78	241,34	
6 Pâturage.....	6000	681	000	681	69,66	129,00	
		14462	7157	7305	797,35	911,53	2358
Par hectare.....		2410	1193	1217	129,06	143,83	
		(530 f. 20)	(262 f. 46)	(267 f. 74)			
Engrais excédant par hectare.....						14,77 kil.	

Les frais de la culture de M. Rieffel étant de la moitié du produit, il lui resterait en produit net 1,179 kil. de blé, plus un bénéfice qu'il évalue au minimum à 50 fr. (227 kil. de blé), en totalité 1,406 kil. de blé ; c'est le cinquième seulement du produit net à son maximum, et seulement 234 kil. de blé par hectare (51 fr. 48). Mais il faut considérer que M. Rieffel agit sur un sol pauvre et qui n'a pas reçu cette première avance qui pourrait le saturer, qu'ainsi une partie des engrais est absorbée par les argiles, qu'il est bien loin encore d'atteindre à la production de fourrages et d'engrais nécessaires pour avancer vite vers le but, et qu'il lutte perpétuellement contre la nonchalance de ses métayers, qui n'établissent leurs fourrages qu'à contre-cœur. Il faudra donc bien du temps et de la persévérance pour que ces terres arrivent à l'état de perfection agricole ; mais déjà, dans cet état médiocre, elles dépassent en produit les autres terres du pays. Il n'est pas très-certain qu'en faisant sur les engrais les déductions du temps de travail des bêtes d'attelage, de celui passé au pâturage, du lait des vaches, et des déperditions par la trans-

(1) Situation de la Colonie agricole de GRAND-JOUAN, *Journal d'Agriculture pratique*, 1re série, t. VI, p. 481 et suiv., mai 1845.

piration, l'assolement pût se suffire entièrement; nous croyons que la suppression de l'année de pâturage et la substitution d'un fourrage légumineux au sarrasin le rendraient aussi parfait que possible. Nos paysans des montagnes du Midi ont quelque chose d'analogue : ils plantent leurs choux dans leurs semis de froment, les enlèvent en hiver, sèment au printemps du trèfle sur le même froment qu'ils hersent; leur assolement est donc : 1° choux et froment, 2° blé, 3° trèfle; ou bien ils sèment des vesces et du trèfle, et ils ont : 1° vesces, 2° trèfle, 3° blé et choux, 4° blé et choux; mais sans doute le climat favorise de telles combinaisons.

QUATRIÈME PARTIE.

DES SYSTÈMES DE CULTURE.

Pour croître et fructifier, il faut au végétal de la place, une température qui soit adaptée à son tempérament, et des principes alimentaires suffisants et dissous dans l'eau : c'est, comme pour les animaux, un logis, de la chaleur extérieure, des vêtements qui empêchent la dissipation de la chaleur produite intérieurement, et de la nourriture. C'est la nature qui fait seule les frais de ces éléments de la vie végétale, dans les forêts, dans les pâturages, dans les steppes ; mais la nature est aveugle dans la dissémination des germes, elle les entasse quelquefois sans mesure et sans choix, et les plantes qui pourraient nous être le plus utiles sont étouffées ou au moins gênées par celles qui ne sont pas à notre usage. Dans la distribution des plantes elle est prodigue de carbone, mais elle est avare d'azote; elle nous donne donc beaucoup de bois, beaucoup d'herbes plus ou moins ligneuses, mais peu de grains, peu de fruits. Elle ne sait point modérer les

effets du climat, et la végétation subit ou toute la chaleur ou toute la froidure, ou toute l'humidité ou toute la sécheresse du site où l'action de causes aveugles a porté les germes des plantes ; il faut donc ou que nous acceptions ses produits tels qu'elle nous les donne, ou que nous cherchions à corriger, à modifier son action.

Dans le premier cas l'homme se contente de récolter; dans le second, il met en œuvre lui-même les forces de la nature, forces mécaniques, forces physiques, forces chimiques, ou séparément, ou toutes ensemble.

Il prépare la station des plantes par les labours, il leur crée des abris ou des irrigations, et transforme le climat qui les entoure ; il rassemble, prépare, met à leur portée des aliments qui, pour le règne végétal, prennent le nom d'engrais.

Le choix que fait l'homme des procédés par lesquels il exploitera la nature, soit en la laissant agir, soit en la dirigeant avec plus ou moins d'intensité en différents sens, est ce que nous appelons *Système de culture*, et l'on voit que cette définition comprend l'ensemble des opérations agricoles qui constituent une exploitation, et la nature des moyens physiques et mécaniques que nous mettons en usage, soit pour faire croître, soit pour récolter et utiliser les végétaux.

Les systèmes de culture peuvent donc se distribuer sous ces titres différents :

1° *Systèmes physiques* Forces spontanées de la nature.....	Système forestier.....	1
	Système des pâturages..	2
2° *Systèmes andro-physiques.* Travail de l'homme, aidé des forces chimiques de la nature.....	Système celtique.....	3
	Étangs.....	4
	Jachères.....	5
	Cultures continues.....	6
3° *Systèmes androctyques.* Travail de l'homme avec création de moyens chimiques et physiques supplémentaires de ceux de la nature.....	Engrais extérieurs.....	7
	Engrais produits.....	8

Nous aurions pu créer un beaucoup plus grand nombre de subdivisions, mais elles rentrent naturellement dans ce

cadre général, et sa simplicité, la facilité avec laquelle il se dédoublera au gré de ceux qui voudront s'occuper plus spécialement des détails ne sera pas son moindre mérite.

L'adoption d'un système de culture adapté aux circonstances locales dans lesquelles on se trouve, peut être considérée comme l'œuvre principale de l'intelligence agricole. Nous l'avons vu suppléer souvent des qualités que l'on regarde comme essentielles au succès ; et nous avons reconnu que, faute d'un bon système, les qualités les plus précieuses, la connaissance de la théorie et de ses applications, un bon choix d'assolement, une administration éclairée et active ne produisaient que de faibles résultats. Nous pouvons citer un grand nombre de changements de systèmes qui ont modifié considérablement la valeur des propriétés, les uns en bien, les autres en mal, selon qu'ils étaient appliqués avec habileté ou qu'ils n'étaient que le fruit d'un caprice irréfléchi.

Par cela même qu'un changement de système entraîne un arrangement spécial dans le nombre et la qualité des agents, dans la valeur des capitaux, dans la durée du temps pour lequel ils sont engagés, dans la nature des débouchés, enfin dans toutes les conditions qui constituent une entreprise industrielle, ce changement est une opération des plus délicates et qui ne peut être tentée à la légère. Nous avons vu les hommes les plus hardis hésiter devant une telle perspective et se borner à perfectionner le système existant, tant ils craignaient de s'égarer, ou de manquer de la force et de la résolution nécessaires ; et c'est en effet le meilleur parti à prendre, si l'on n'est pas bien affermi dans sa conviction, bien déterminé, bien maître de son temps, de ses forces, de ses capitaux ; mais nous n'avons jamais vu les grands résultats, ceux qui font la fortune d'un agriculteur, obtenus autrement que par des changements de systèmes. C'est aux terrains soumis à de faux systèmes que s'adressent les spéculateurs intelligents.

Les perfectionnements d'un bon système ne sont pas à

dédaigner ; mais c'est l'opération la plus ordinaire, celle pour laquelle les efforts peuvent être successifs, graduels, proportionnés à des ressources bornées, dans laquelle on peut reconnaître à temps les fautes pour les réparer, les bons procédés pour y persister. Un système établi que l'on perfectionne souffre les tâtonnements qui ne causent que des délais ou des pertes légères en conduisant à une amélioration presque certaine du revenu. Un homme ordinaire, ayant les connaissances nécessaires, de la prudence et de la patience, suffit à ce genre de progrès.

Il en est tout autrement d'un changement de système : nous marchons à tâtons dans de nouvelles voies où rien ne nous guide, où tout tend et conspire à nous égarer; si l'on se trompe de chemin, c'est souvent un désastre complet, tout ce que l'on a fait est perdu et il faut de nouveaux sacrifices pour rétablir l'état de choses antérieur. Tant de projets n'ont qu'une apparence spécieuse et trompent de folles espérances, s'ils ne sont pas fondés sur des appréciations exactes ! Ce n'est donc point aux novices à entreprendre ces grands changements de front, et malheureusement ce sont eux qui, dans leur inexpérience et leur présomption, les tentent le plus souvent. C'est à ces essais peu réfléchis que l'on doit attribuer surtout le discrédit où était tombée l'agriculture des *messieurs*. Ce n'est pas trop des plus complètes connaissances agricoles, météorologiques, économiques, unies à l'étude toute spéciale et longtemps prolongée du pays où l'on opère ; ce n'est pas trop d'avoir établi un plan raisonné accompagné de devis estimatifs, basés sur des prix réels et passés au crible d'une triple censure, pour se décider à ces grands changements : il faut encore compter sur la constance de nos vues, sur la certitude que nous ne nous laisserons décourager par aucun obstacle, que nous essuierons sans être ébranlés ces moments de crise qui arrivent toujours dans l'exécution et qui semblent le prélude de la défaite à la veille même du triomphe ; il faut enfin s'être

assuré que les fonds ne manqueront pas, et ne pas escompter d'avance des profits imaginaires.

Malgré ces difficultés, nous sommes loin de conseiller à nos lecteurs une pusillanimité qui les empêcherait d'entreprendre un changement avantageux de système. Si, après avoir pris les précautions que nous venons d'indiquer, ils se sentent armés d'une forte conviction des avantages que leur présente le plan qu'ils ont conçu, ils doivent agir avec résolution, sans plus se laisser arrêter par des objections de détail auxquelles l'étude leur a déjà fourni la réponse.

Cette notion claire des systèmes agricoles est nécessairement la première qui préoccupe l'homme qui entreprend la culture dans un pays neuf. Elle n'a pas encore été abordée dans son ensemble dans les traités d'agriculture. Leurs auteurs sont toujours partis du point de vue que la question de système était décidée, et ils ont écrit dans la sphère d'idées préconçues soit du système des jachères, soit du système continu de cultures, etc. Ils ont toujours confondu les systèmes avec les assolements qui en sont complétement distincts. Dans chaque système on peut suivre plusieurs formules d'assolement, mais un changement d'assolement n'implique pas l'idée d'un changement de système; la notion d'assolement est subordonnée à celle du système de culture et ne se confond pas avec elle. Un système, c'est le mode dans lequel les forces naturelles ou artificielles, les unes sans les autres, ou les unes et les autres, se manifestent, se distribuent aux plantes ; l'assolement, c'est le choix des plantes que l'on soumet à l'action de ces forces, l'ordre de leur succession dans la part qu'elles prennent au bénéfice de cette distribution. L'une et l'autre idée se trouvent nécessairement dans toutes les opérations de la culture. Aussi, quoique nos prédécesseurs eussent négligé l'analyse complète des systèmes, il était impossible qu'ils parcourussent le champ étendu de la science sans en signaler plusieurs. Par exemple, aucun d'eux n'a manqué à distinguer le système des jachères de

celui de la culture continue. Thaër avait sous les yeux l'alternance des pâturages et de la culture dans le nord de l'Allemagne, et il l'a décrite dans ses ouvrages; mais cette pratique où la prairie, composée d'herbes variées remplace la prairie *monophyte*, se confond ainsi par sa base avec toutes les autres formules d'assolements, rentre dans le cadre de ceux-ci et ne constitue pas un *système* à part. Schwerz a saisi ce qui constitue vraiment le système celtique, qui est le retour de la culture à longues périodes sur un terrain qui dans l'intervalle a été abandonné à l'action de la nature. Il l'a désigné sous le nom d'*agriculture sauvage* (wilde Wirthschaft). Il décrit ensuite les assolements avec pâturage, puis le système de jachères, et enfin les assolements de différents ordres, comprenant ceux à plantes alimentaires qu'il distingue de ceux à plantes commerciales. Ainsi son instinct agricole l'a conduit à discerner quatre de nos systèmes : 1° celui des pâturages naturels; 2° le système celtique; 3° celui des jachères; 4° le système continu. Toutefois, dans son analyse un peu confuse, il mêle sans cesse les notions d'assolement et celles de système.

Des auteurs allemands ont voulu ramener tous les systèmes agricoles à deux types uniques dont M. Moll, dans un excellent article, traduit les dénominations par celles de *système intensif* et *système extensif* (1). Il définit le système intensif, celui qui tend à créer un grand produit brut sur une minime étendue de terre, et qui dans ce but accumule sur cette petite superficie une somme considérable de travail et de dépenses quelconques; il définit le système extensif, celui qui cherche avant tout à diminuer les frais d'exploitation, réduit le plus possible la somme de travail appliqué à la terre, et consent à n'en tirer qu'un produit brut minime, à la condition de n'y consacrer qu'une dépense plus minime encore. Il est facile de reconnaître ici deux grandes divisions

(1) *Journal d'Agriculture pratique,* juin 1844; 2e série, t. I, page 529, article sur les *Assolements*.

de l'ordre naturel des systèmes : le système intensif des Allemands n'est en réalité que notre troisième division et quelquefois notre seconde dans lesquelles le travail humain concourt avec les forces de la nature; le système extensif n'est autre que notre première division où l'agriculture laisse agir les forces spontanées de la nature. Les définitions que nous venons de citer mènent à cette conclusion. Mais quand M. Moll entre dans de plus grands détails, quand il nous dit que le système extensif consiste dans la culture d'une partie minime du sol, absence ou restriction des récoltes qui exigent beaucoup de travail, emploi de tous les moyens qui peuvent diminuer celui-ci, mise en pâturage ou en plantations d'une partie notable des terres, nourriture du bétail au pâturage le plus longtemps possible, etc. (1); quand, disons-nous, il complète ainsi son idée, nous ne pouvons plus voir dans son système extensif que l'accouplement de deux systèmes : une partie du terrain soumise à une culture plus ou moins intensive, c'est-à-dire à un système avec travail de l'homme, au moyen des engrais obtenus sans travail, et une autre partie du terrain abandonnée aux forces spontanées de la nature, c'est-à-dire soumise à un système purement *physique*. En effet, sur la partie cultivée du système extensif il se fera tout autant de travaux, il se répandra tout autant d'engrais que sur les terres du système intensif, si l'on veut en tirer profit ; il s'en fera quelquefois davantage. Les deux systèmes sont également intensifs dans la partie cultivée ; dans le second, il y a seulement une partie de la surface que l'on ne peut cultiver utilement soit faute de moyens, de bras, de capitaux, soit parce que, par la nature du sol, elle refuse de donner des produits susceptibles de payer la culture ; cette portion de la surface est en conséquence livrée au système forestier ou à celui des pâturages. Sous ce point de vue nous n'admettons

(1) *Journal d'Agriculture*, juin 1844, page 530.

pas la division des systèmes intensif et extensif tels qu'ils résultent du développement de M. Moll; et, si nous nous bornons à l'idée qu'en donnent ses premières définitions, ils ne sont que deux des grandes divisions de notre tableau, comprenant d'une manière générale ce que nous avons cherché à préciser en en prenant la base dans la nature.

Dans le siècle dernier, les économistes de l'école de Quesnay se sont beaucoup occupés de la grande et de la petite culture, mais ils n'étaient pas bien d'accord sur la définition à donner à ces deux termes (1). Tantôt, pour eux, la petite culture était celle qui employait des bœufs au lieu de chevaux; tantôt celle qui était faite à bras; puis celle où la terre était divisée en petites fermes; enfin celle qui était sous le régime du métayage, ou celle dans laquelle le propriétaire avançait le *capital inerte*. Croyaient-ils, par hasard, que toutes ces définitions fussent identiques? Ils définissaient la grande culture celle qui avait lieu par des fermiers avec un capital de 10,000 fr. par charrue, et sur une étendue d'au moins 120 arpents (41 hectares). Nous devons d'abord écarter tout ce qui concerne le mode de gérance. Un fermier, un métayer, un propriétaire peuvent cultiver mal ou bien, selon leur force ou leur intelligence; mais nous voyons que la prédominance des forces humaines ou de celles des animaux introduit un grand changement dans le mode et le genre de culture. C'est donc à ce caractère que nous reconnaissons la grande et la petite culture.

Tels sont les seuls travaux venus à notre connaissance dans lesquels nous ayons trouvé trace de l'idée des systèmes agricoles de culture. Nous allons maintenant parcourir la série des systèmes que l'analyse nous a fait caractériser.

(1) *Encyclopédie*, article Grains.

PREMIÈRE DIVISION.

FORCES SPONTANÉES DE LA NATURE.

1. Système forestier.

Abandonnée à elle-même, la nature revêt la couche extérieure de la terre de végétaux différents, selon l'état d'ameublissement et d'hygrocospicité de cette couche. Ainsi quand la couche meuble, la seule que puissent pénétrer les racines, soit parce qu'elle est trop mince, soit parce qu'elle est privée d'humidité faute de pluie ou d'irrigation, se trouve pendant une grande partie de l'année dans un état presque absolu de sécheresse, elle ne porte que des lichens, comme sur les rochers nus, ou des herbes à racines pérennes qui conservent une vie latente pendant la saison aride, ce qui constitue les *llannos*, les *steppes*, les *craux*, noms sous lesquels on désigne cet état intermittent de végétation, tantôt verdoyante et tantôt desséchée.

Si, par le fait du climat, la couche meuble reste fraîche toute l'année, ou que, par sa profondeur, elle conserve de l'humidité dans une partie au moins de son épaisseur, les végétaux ligneux apparaissent et leur taille se proportionne au développement que peuvent prendre les racines selon le plus ou le moins de profondeur du sol; dans le sol qui est le plus mince, ce sont des bruyères, des landes, des genêts ; ce sont des arbres à troncs élevés, dans les sols plus épais.

Le bois, substance si précieuse dans un état de civilisation avancée, est un véritable embarras pour une civilisation naissante. Celui qui est nécessaire à la consommation de cette dernière est peu considérable, et la difficulté de défricher le sol couvert de forêts devient un obstacle à l'extension de la culture. Les pionniers américains, en lutte continuelle contre la vieille

forêt et contre la forêt sans cesse renaissante, savent combien est pénible cette guerre de l'homme contre les arbres. L'immense étendue de bois qui couvre la Pologne et une partie de la Russie ne laisse à la culture que des éclaircies péniblement disputées à l'envahissement des végétaux ligneux. Mais à mesure que la civilisation et la population s'accroissent, l'empire des arbres disparaît devant le leur ; le pâturage et l'agriculture s'emparent du sol, et il ne reste de bois que ceux qui sont devenus nécessaires au nouvel ordre de choses. Le long espace de temps qu'exigent le repeuplement et la croissance des forêts, et surtout des futaies, a mis souvent en défaut les calculs qu'ont faits les nations pour fixer l'étendue de ces réserves; il est arrivé un moment où la valeur des bois de charpente s'est élevée assez pour faire regretter l'avidité des générations qui avaient déshérité l'avenir au profit du présent. L'action de cette prévoyance, exercée par les gouvernements, a établi, dans bien des lieux, un conflit entre les lois qui protégent l'intérêt permanent, et les populations qui le sacrifient à leur intérêt actuel ; mais souvent ce dernier a obtenu la victoire. Aussi peut-on affirmer que la civilisation fait disparaître les bois en grandissant, et que leur absence est le signe le plus certain d'une civilisation ancienne et avancée. L'Angleterre n'a plus de bois que dans les parcs de ses grands seigneurs ; ceux de l'Italie avaient disparu sous la domination romaine ; les forêts de la France, réduites sans cesse en étendue, n'existeraient déjà plus sans la concurrence que leur fait la houille dans le chauffage domestique et dans l'industrie, et elles finiront par disparaître par les progrès de la culture qui élèvent le prix du sol qu'elles occupent et par les besoins des gouvernements dont les dépenses tendent sans cesse à dépasser les recettes possibles.

Les forêts se conservent dans les pays où la population est peu nombreuse et pauvre, sans communications faciles avec des contrées plus peuplées et plus riches ; là, aucun intérêt ne peut porter à une œuvre aussi pénible que celle

du défrichement. Elles se conservent aussi quand elles recouvrent un sol pauvre dont la culture ne donnerait pas des produits suffisants pour payer la culture. Cependant, comme l'on est sujet à se tromper sur la valeur du sol forestier, il arrive souvent que l'on défriche des bois venus sur un mauvais sol que l'on abandonne plus tard. Malheureusement le reboisement spontané s'opère très-lentement et le parcours des bestiaux rend sa destruction irremédiable.

Les forêts disparaissent dans les pays riches, sur les terrains fertiles, dans le voisinage des populations qui consomment beaucoup de bois. Dans l'état relatif des produits agricoles et forestiers, on regarde comme pouvant être défriché tout terrain bien garni qui ne produit pas annuellement plus de 2,800 kil. de bois par hectare. Les forêts disparaissent aussi dans les contrées montagneuses voisines des plaines chaudes et sèches dont les nombreux troupeaux recherchent et payent bien ces pâturages d'été. Cette cause a amené le déboisement des montagnes de l'Espagne, du midi de la France, de l'Italie, de la Grèce, etc. Dans ces pays, le pâturage a une valeur bien plus grande que ne le serait le produit forestier, qui, faute de voies de communication, ne peut pas être mis à la portée des consommateurs. Le repeuplement en bois des pâturages des Alpes méridionales serait aujourd'hui une véritable expropriation, puisqu'il leur enlèverait une grande partie de leur valeur.

Il ne faut pas espérer d'ailleurs que de nouveaux ensemencements puissent reconstituer les futaies. Celles-ci ne sont possibles que dans un pays neuf, sans population et sans culture. La famille n'a plus aujourd'hui ces garanties de durée qui identifiaient dans l'esprit de nos aïeux le produit des jeunes chênes aux intérêts des troisième et quatrième générations. Le faisceau des associations naturelles s'est dissous sans que celui des associations de convention ait pu se former. Les gouvernements eux-mêmes sont devenus viagers et leurs engagements sont plus périssables encore. De-

puis l'exemple donné par de grandes nations, l'Amérique et la France, de la violation des contrats les plus saints, aucune spéculation à long terme, basée sur la foi publique, n'est plus possible; or, la création des forêts est une spéculation de cette nature. D'ailleurs ce genre de propriété est sujet à devenir la proie des maraudeurs et des populations insubordonnées. Il semble que le bois étant un produit naturel doive faire partie du domaine public. On ne pense pas qu'il représente souvent le sacrifice de longues années de jouissance pendant lesquelles le propriétaire aurait pu obtenir un produit, soit en rapprochant l'époque de ses coupes, soit en faisant pâturer le sol, soit enfin en le cultivant.

On doit donc s'attendre à la destruction progressive des futaies, qui s'avancera toujours à mesure de l'augmentation du prix du bois de service; et quand les forêts les mieux situées seront détruites, on tirera le bois de plus loin et des pays étrangers. Les métaux remplaceront le bois dans la plupart des usages de la vie. Ceux-ci peuvent être produits au moyen de la houille ou du charbon de bois que l'on fabrique dans les taillis éloignés dont on ne pourrait plus obtenir des pièces de charpente.

Il y a cependant une nature de bois qui tendra à se reconstituer, à mesure que la houille et le bois de chauffage deviendront plus rares. Je veux parler des taillis de bois feuillus et des arbres verts que l'on trouve avantageux d'établir sur des terrains pauvres, jadis défrichés, mais ne produisant qu'un pâturage de la dernière qualité. Cette création de bois commencera dans les contrées les plus voisines de la consommation et les plus favorisées par les routes. On est entré dans cette voie en Sologne, dans le Maine, la Normandie, dans la Champagne même. Ce mouvement s'étendra de plus en plus, et les arbres verts y céderont de plus en plus la place aux arbres feuillus susceptibles d'être plus utilement transformés en charbon. Un grand nombre de mauvaises landes, de mauvais pâturages gagneraient évidemment à cette transformation.

C'est presque le seul moyen de tirer parti de ces terrains.

Quand la formation d'un bois a pour but d'abriter les terrains en culture, d'en modifier le climat, elle rentre dans la classe des amendements de même que les haies, et ce travail ne peut plus être considéré comme formant un système de culture.

2. Système des Pâturages.

Dans les terrains propres à porter des arbres et qui en ont été dépouillés, il faut un laps de temps bien long, il peut s'écouler des siècles avant qu'ils se regarnissent et redeviennent un bois, une forêt. En fait d'arbres, les semis et les plantations étendues sont les procédés qui réussissent le mieux. Mille ennemis s'attaquent à la pousse isolée, et la dissémination naturelle des germes de la plupart des grands arbres se fait par un mouvement excentrique très-lent. Les terres se couvrent alors des arbustes les plus prolifiques, tels que les bouleaux, les saules marceaux, etc.

Mais, le plus souvent, après la destruction des bois, l'introduction des pâturages vient mettre un obstacle insurmontable au repeuplement ; le sol se garnit seulement d'herbes et devient un pacage. Si le terrain est trop sec une partie de l'année pour avoir jamais porté des arbres, il ne peut être alors qu'un pâturage de l'arrière-saison. Il y a donc deux espèces de pâturages : ceux qui sont continus, sur les terrains dont la végétation se maintient vivante toute l'année, grâce à la nature et à l'humidité du sol ; ceux qui sont discontinus, sur les terrains qui n'ont de fraîcheur qu'une partie de l'année. Les premiers sont ceux où le système forestier a jadis existé et où il pourrait se reproduire encore sans difficulté, si ce n'est quand le terrain est uligineux ; les seconds sont ceux qui n'ont pu produire que des plantes annuelles ou des arbustes ayant peu d'évaporation, comme les genêts, pour les landes, les bruyères. Si la sécheresse du terrain est permanente, comme dans les sables d'Afrique, toute végétation est impos-

sible. Ainsi, sans les travaux de l'homme, la surface entière de la terre serait ou une forêt, ou une lande et un pâturage, ou un *sahara*. Mais l'homme a souvent transformé le pâturage en champ cultivé; plus rarement il a rendu le champ cultivé au pâturage. Quels sont les motifs qui peuvent le déterminer à ces transformations ? Prenons quelques exemples qui rendront nos déductions plus frappantes.

En Irlande, l'existence antique des forêts est attestée par leurs débris nombreux que l'on trouve au fond des tourbières. Mais depuis longtemps les arbres ont fait place au gazon, et la constance de l'humidité, la douceur des hivers y entretiennent des tapis verdoyants où les bestiaux peuvent paître sans interruption toute l'année. Avec un marché où pourrait se vendre toute la viande que l'île serait susceptible de produire, celui de l'Angleterre, il semblerait que l'éducation du bétail dût être sa principale industrie. Si l'on s'en rapporte à un ancien document, le *Livre des droits* qui fixe, en 1450, les revenus du roi de Munster à 6,240 bœufs, 6,000 vaches, 4,000 moutons et 5,000 cochons, équivalant tous ensemble à 13,115 têtes de gros bétail, on voit que les produits animaux formaient exclusivement la richesse de l'île. Aujourd'hui la moitié de la surface est en culture, ce qui s'explique fort bien par la nécessité de nourrir une population rapidement croissante sous l'influence d'un aliment abondant bien adapté au climat, la pomme de terre. Les propriétaires, obtenant un revenu bien plus grand des terres défrichées que des pâturages, ont étendu leurs cultures ; à mesure que les champs de pommes de terre ont gagné du terrain, la population s'est accrue daus la même proportion, à peine entravée par le retour des fléaux qui frappent les récoltes. Avec une population moindre et le système agricole des pâturages, l'Irlande serait dans l'état le plus prospère, et c'est ce que prouve une simple comparaison (1).

(1) Nous prenons les chiffres suivants dans la *Statistique de la Grande-Bretagne*, par M. de Moreau de Jonnès.

Le bétail de toute espèce que contient cette île peut se réduire à 2,063,667 têtes pesant moyennement 200 kil. (1). ou 4,127,334 quintaux métriques de chair vivante. La consommation de 100 kil. d'animal en vie est de 1,416 kil. de foin. Nous avons donc pour la consommation totale du bétail irlandais 58,443,049 quintaux nets de foin. Le foin consommé revient au nourrisseur au prix de 3 fr. 20 c. (2). Nous aurions donc pour revenu net des prairies et pâturages d'Irlande 187,017,757 fr. L'étendue de ces pâturages étant de 3 millions d'hectares, le revenu net d'un hectare monte à 62 fr. L'hectare ne produirait que 1,900 kil. de foin à côté de l'Angleterre dont les herbages fournissent 7,500 kil., grâce aux soins dont ils sont l'objet. Et, si l'on considère combien le climat de l'Irlande est encore plus favorable à la production de l'herbe que celui de l'Angleterre, on ne peut s'empêcher de dire qu'il serait facile d'y tripler le nombre de ses bestiaux, sans rien changer à l'état de ses pâtures. Pourquoi cet accroissement n'a-t-il pas lieu? C'est que le terrain est trop pauvre, et que les propriétaires sont trop inquiétés par l'état politique et social du pays pour y exposer des capitaux.

Passons maintenant à l'état des terres en culture de ce pays. La statistique assigne un revenu brut de 1,214,450,000 fr. à 4 millions d'hectares de terres en culture, ou 303 fr. par hectare sur lesquels on prélève 215 fr. pour les frais de toute espèce. Il reste donc un revenu net de 88 fr. Les propriétaires perçoivent beaucoup moins; les tenanciers payent beaucoup plus; les fermiers intermédiaires (middelmann) perçoivent la différence. Mais on voit qu'on pourrait sans grands efforts obtenir de la pâture, la rente que procure la culture, si la question agricole était dégagée de la question politique.

Pendant qu'en Irlande on défrichait les pâturages pour

(1) Moreau de Jonnès, t. I, p. 179.

(2) *Cours d'agriculture*, t. IV, p. 369.

les soumettre à la culture, un mouvement inverse se produisait en Écosse : on y rendait les terres cultivées au pâturage. Jusque vers le milieu du dix-huitième siècle, la haute Écosse était soumise au régime féodal. Les seigneurs, chefs de clans, étaient, par la position topographique du pays, très-indépendants du pouvoir central, et en état de guerre perpétuelle entre eux. L'autorité des lois était insuffisante, et, pour conserver ses biens, il fallait être en état de se faire craindre et de repousser la force par la force. Celui qui n'avait pas à son service des hommes prêts à le défendre, ne tardait pas à succomber sous les attaques de ses voisins. Le but unique des possesseurs du sol était d'engager une nombreuse suite à prendre leur défense et à combattre avec eux. Ils avaient donc cherché à multiplier le nombre de leurs vassaux et à se les attacher en divisant leurs terres en très-petites fermes dont la valeur s'appréciait non par le prix de la rente qui était minime, mais par le nombre d'hommes qu'elles pouvaient mettre sur pied. Cet état de choses cessa après la bataille de Culloden. Le gouvernement anglais occupa militairement les Highlands et, sous la protection assurée des lois, les propriétaires vécurent en sécurité et commencèrent à comparer l'état de leurs revenus à ceux des basses-terres (1).

La haute Écosse est essentiellement un pays de pâturage, en général trop peu riche pour l'engraissement du bétail, mais très-propre à nourrir et à élever des moutons que l'on vend, quand ils ont atteint l'âge convenable, aux fermiers des basses-terres qui les engraissent. Le climat y est peu favorable à la production des grains ; mais sous un régime où la population était pressée et croissante, les troupeaux n'auraient pu suffire à sa nourriture; on n'y connaissait pas encore la pomme de terre et l'on cultivait seulement l'avoine qui était le principal aliment des montagnards.

(1) Lord Selkirck, *Observations of the present state of Scotland*, London, 1808.

L'intérêt évident des propriétaires était donc de renoncer à la culture qui suffisait à peine à nourrir le cultivateur sans laisser aucune rente et de lui substituer le pâturage. C'était une grave résolution que celle de se séparer des fidèles soldats qui avaient versé leur sang pour leur famille, l'avaient protégée et s'étaient identifiés avec elle au point de porter tous son nom. Il fallut plusieurs générations pour accomplir cette œuvre d'ingratitude, mais de salut, pour le pays ; il fallut que la noblesse ayant abandonné ses montagnes, ayant vécu à Londres et à Édimbourg, séparée de cette famille féodale, eût perdu la mémoire et le souvenir du passé, eût contracté des besoins de luxe qui la rendraient sourde aux cris de désespoir de toute une population humaine qui allait être remplacée par des moutons. Aujourd'hui, ce pays de désordre et de violence est devenu le séjour de l'ordre et de la paix ; un peuple sage, instruit, religieux y a remplacé une nation turbulente qui ne vivait que de guerres et de brigandages. Le bonheur habite l'Écosse parce que l'Écosse est rentrée dans l'ordre naturel. Les pâturages en occupent la plus grande partie, les magnifiques bois des montagnes sont exportés par la navigation ; les côtes qui peuvent profiter de l'engrais des herbes marines et les vallées qui entourent les villes offrent des modèles d'une bonne culture. John Sainclair a introduit dans le nord de l'Écosse une excellente race de moutons venus du Northumberland, la race Cheviot qui paraît bien appropriée à ce climat rigoureux, et celle des moutons à tête noire qui est encore plus douce et vit sur des pâturages si pauvres qu'on ne les croirait pas susceptibles de pouvoir être exploités. Ainsi, en Écosse, le changement de système agricole, la substitution du pâturage à la culture, celle du système forestier au pâturage quand le terrain était trop mauvais, ont décuplé peut-être la rente brute du pays et centuplé le revenu net en remplaçant une population misérable par une population heureuse. Nous avons vu l'effet contraire produit en Irlande par la sub-

stitution de la culture au pâturage, parce que là on s'éloignait du vœu de la nature auquel on revenait en Écosse.

Nous avons déjà dit comment les forêts ont fait place aux pâturages dans les régions alpines où la production des bois se trouvait sans valeur, par la difficulté des transports; ces pâturages eux-mêmes ne subsistent qu'à la faveur du voisinage des terres basses du midi dont les troupeaux viennent y chercher, dans l'été, la nourriture qui manque aux plaines desséchées. C'est cet échange de bestiaux entre les pays voisins, ce déplacement semestriel qui prend le nom de *transhumance*; il est pratiqué sur toutes les rives de la Méditerranée et donne une valeur aux pâturages de la plaine comme à ceux de la montagne qui, sans ce secours réciproque, ne présenteraient qu'une ressource incomplète. Faites disparaître les terrains vacants de la Crau d'Arles, supprimez les jachères de la Camargue, et du même coup, les pâturages des environs de Gap et de Barcelonnette devenus inutiles, sont rendus à la production des forêts. Supprimez les pâturages des Alpes, et ceux de la Crau et de la Camargue restent sans valeur, et il faut songer à en tirer un autre parti, soit en les reboisant, soit en les irriguant. On cherche les moyens de reboiser les Alpes, et ces moyens seront toujours coûteux et difficiles tant que la production fructueuse des bois aura à lutter contre l'exploitation lucrative des herbages; mais des canaux d'irrigation dans nos plaines du midi peuvent faire pousser des arbres sur une étendue de montagnes cinq à six fois plus grande que celle qu'ils arroseront.

On a accusé le déboisement des Alpes de la destruction de ces montagnes, de l'érosion, du ravinement de leurs flancs. Cette accusation était injuste tant que des gazons bien entretenus ont recouvert les pentes et que ces montagnes ont été exclusivement réservées à la pâture. Celles qni forment des propriétés particulières et qui par leur étendue sont susceptibles de recevoir un troupeau transhumant en été, sont les

moins exposées aux dégradations ; l'herbe qui les couvre forme un toît qui garantit leur relief aussi bien que feraient les forêts elles-mêmes. Il n'en est pas de même des propriétés fractionnées, des pâturages communaux les plus rapprochés des centres de population, que l'imprévoyance a partout partagés entre les habitants, vendus ou amodiés par parcelles. Ici ont eu lieu, avec le défrichement, tous les effets destructeurs qui ont ruiné les vallées en les couvrant de débris, les montagnes en les décharnant, et les plaines inférieures en augmentant la vitesse des crues, la fréquence et la force des débordements. Un pâturage défriché donne plusieurs récoltes d'une grande abondance ; mais, si la culture a lieu sur des pentes abruptes, les pluies délayent et entraînent les terres et ne laissent plus qu'une surface dénudée et pierreuse, quand, par un effet plus destructeur, elles ne se creusent pas un lit qui devient bientôt un ravin. Après cette jouissance bornée à un petit nombre d'années, le sol défriché a disparu et l'on porte la culture plus loin pour y produire les mêmes effets. C'est ainsi que la dégradation des Alpes se poursuit avec une rapidité tellement effrayante, qu'après quelques années d'absence on ne reconnaît plus l'aspect de lieux autrefois gazonnés, aujourd'hui rocs décharnés ou ravins pierreux, s'agrandissant à chaque crue et laissant transporter leurs déblais sur les meilleures terres des vallées ; c'est ainsi qu'il est facile de prévoir l'époque où ces pays devront être abandonnés par la population qui aura détruit et ses vallées et ses montagnes par l'abus désordonné de ces jouissances viagères que l'on n'a pas cherché à réprimer à temps, parce que l'on n'a compris le danger que quand le mal était déjà fort avancé, parce que l'existence des populations elles-mêmes semble aujourd'hui liée aux produits de ces déplorables exploitations.

Dans les Cévennes, sur les Apennins de Toscane, on a défriché, mais on a conservé le sol en le divisant en terrasses soutenues par des murs et des gazonnages. Ces précautions

ont pu être prises parce qu'on les appliquait à des cultures d'arbres productifs, telles que le mûrier, l'olivier, la vigne, cultures durables de leur nature, et qu'on n'aurait pu entreprendre, si le sol avait dû manquer au végétal. D'ailleurs ces entreprises supposaient l'existence d'un capital qui manquait dans d'autres lieux. Mais, quand on a défriché pour obtenir des récoltes de seigle ou de pommes de terre, on n'a pas eu tant de prévoyance. Aucune avance n'était compromise si au bout de quelques années on était remboursé des frais de l'étrépage ou de l'écobuage; aucune pensée d'avenir ne se liait à ces cultures; ce sont celles de l'homme qui n'est qu'usufruitier du sol. La propriété seule fait naître des pensées de conservation et de progrès.

Il existait et il existe encore de vastes surfaces de pâturages appartenant aux communes. L'accroissement de la population a commencé leur transformation en terres cultivées, et peu de temps s'écoulera en France, sans que l'on n'ait défriché toutes celles qui se trouvent dans une période de fertilité que Royer a appelée période céréale, c'est-à-dire celles qui peuvent produire une rente de 50 fr. au moins et un produit brut de 100 fr. (1). On descendra bien plus bas encore dans les climats où l'on peut cultiver la vigne et le mûrier, surtout quand le sol aura de la profondeur. Ces communaux couvrent souvent des terrains assez riches dont le produit comme pâturage est très-minime, parce qu'ils sont couverts d'une quantité exhorbitante de bétail qui ne laisse pas à l'herbe le temps de repousser. Il y a donc là une richesse perdue pour le paysan.

La répartition du sol entre les différents systèmes de culture a été faite tellement au hasard, a été dirigée par des vues tellement étrangères à l'agriculture qu'elle ne peut manquer d'être soumise à une révision sévère à mesure que l'homme s'affranchira successivement des entraves d'une lé-

(1) Tome I, page 317, deuxième édition.

gislation surannée que les préjugés, les habitudes et des intérêts qui ont cessé d'exister, ont imposées à la terre. Une population plus intelligente, plus riche, obéissant aux influences naturelles du sol et du climat, les relations des différents pays plus libres et mieux établies, feront mieux apprécier la destination la plus avantageuse à donner au sol, et alors, en même temps qu'il se fera quelques défrichements, on verra remettre en pâturage une certaine partie des terres aujourd'hui cultivées. Cette opération, par laquelle l'agriculture avancée reviendra sur l'ancienne distribution des terrains, résultera de plusieurs circonstances à examiner :

1° En calculant mieux que par le passé le produit de chacune des pièces de terre qui composent un domaine, on s'aperçoit bientôt que traitées de la même manière, elles donnent des produits différents. On découvre que certaines d'entre elles cultivées cependant de temps immémorial, ne paient pas la culture, soit parce qu'elles manquent de certains éléments minéraux nécessaires, qu'elles ont des propriétés physiques peu favorables aux plantes cultivées, ou qui rendent les labours difficiles et coûteux, soit parce qu'elles manquent de profondeur pour égoutter la surface du sol ou recevoir les racines des arbres, soit enfin parce que, en raison de leur situation éloignée du centre de l'exploitation et par le défaut de communications faciles, on y transporte difficilement les engrais et on n'en retire les récoltes qu'avec peine. Ces considérations conduisent à transformer les terres labourables en herbages. Si les agriculteurs, ne se bornant pas à tenir leurs comptes par masses de cultures, tenaient un compte ouvert séparé à leurs champs, ils ne tarderaient pas à connaître ceux qui sont placés sous de faux systèmes de cultures et ils en feraient passer un certain nombre de celui de la production annuelle à celui des pâturages, des forêts ou des cultures arbustives, selon le climat, la situation des lieux et le prix relatif des produits. Nous avons nous-même converti en vignes, en plantations de mû-

riers, en prairies, d'assez grandes étendues de terres à blé ou à seigle, et cela avec un avantage évident.

Mais une cause maintient le labourage sur des terres d'où il semblait devoir être repoussé : l'étendue de terrain attribuée à chaque cultivateur est trop petite pour occuper son temps le plus utilement qu'il soit possible. Chaque tenancier a donc un certain nombre de journées qu'il ne peut employer à leur prix réel ; en les consacrant à cultiver des terrains médiocres, il n'en obtient qu'une valeur fort minime, le plus souvent à peine celle de la ration alimentaire donnée en sus de la ration d'entretien nécessaire pour accomplir les travaux. Mais ce chétif salaire s'ajoute au profit plus considérable que donnent les bonnes terres, et s'il n'existait pas, ce serait du produit seul de ces bonnes terres qu'il faudrait tirer le salaire moyen de toute l'année, Ainsi nous avons 6 hectares de bonnes terres qui donnent un salaire de 4 chacun ou 24 ; plus 10 hectares de mauvaises terres qui donnent un salaire de 1 chacun, ou en totalité 34 ; mais le cultivateur ne percevrait que 24 s'il passait dans l'oisiveté les journées employées aux mauvaises terres.

La nécessité d'obtenir un supplément de travail et de salaire fait cultiver un grand nombre de terrains dont le produit est presque nul. C'est ainsi que le pâturage est constamment réduit à des limites inférieures à celles qu'il devrait avoir dans une agriculture bien réglée, où les terrains à cultiver seraient réellement proportionnés à la force des cultivateurs et des animaux. Dans ce dernier cas, on reconstituerait les herbages sur une partie assez notable de terres aujourd'hui cultivées, tandis que, dans le cas où se trouve la France dont l'agriculture regorge de bras, contre l'opinion commune, en même temps qu'elle manque de capitaux, on ne cesse de réduire l'étendue des pâturages pour procurer une quantité toujours croissante de main-d'œuvre à la population agricole qui s'accroît sans cesse, nonobstant l'émigration des agriculteurs dans les fabriques,

émigration qui est loin d'absorber l'augmentation annuelle de la population agricole.

2° Quand Pitt, voulant rendre l'Angleterre plus indépendante de l'étranger par ses apprivisionnements en grains, fit adopter le bill des clôtures qui n'était autre chose que le partage de vastes terrains communaux entre les propriétaires de chaque commune en raison de l'étendue de leur propriété, il espérait que le défrichement des terrains comblerait le déficit de cet approvisionnement. Le défrichement eut lieu, les premières récoltes furent bonnes; on épuisait la richesse accumulée dans ces terres si longtemps soumises aux pâturages. Mais les produits diminuèrent rapidement sur les sols qui manquaient de fond, et la baisse de prix amenée par la paix rendant la culture onéreuse sur une grande partie de ces terrains, les pâturages se reconstituèrent avec rapidité. Ce que l'on y a gagné, c'est leur amélioration par leur passage à l'état de propriété individuelle. Aujourd'hui l'accroissement de population de l'Angleterre ne permet plus d'espérer que son agriculture puisse suffire à sa consommation. On en a pris son parti. Le commerce bien organisé amène sur ses marchés les céréales du monde entier en concurrence avec celles du sol anglais. D'un autre côté, si la viande vivante est d'un plus facile transport que les blés par la voie de terre, elle est beaucoup plus encombrante pour les longs transports de mer. Le cercle des approvisionnements de la viande est donc plus restreint, et sa consommation étant très-grande en Angleterre, elle a une valeur comparativement plus élevée que celle du blé. Aussi les herbages d'Angleterre gagnent-ils chaque année du terrain sur les terres en culture et envahissent-ils des espaces qui étaient soumis au labourage avant le bill des clôtures.

3° Le genre de culture des terrains a une grande influence sur la conservation ou le défrichement des pâturages. Un métayer forcé par ses engagements à consacrer uniquement son travail à sa métairie, ayant en général trop peu d'éten-

due de terrain pour s'occuper toute l'année, défriche des terres de qualité inférieure sans s'informer trop du prix qu'il tirera de son travail ; il lui suffit que ses journées soient payées à un prix quelconque, pour qu'il en fasse l'entreprise. Le propriétaire n'a qu'à y gagner, puisqu'il partage le produit du travail de ses métayers. Mais le fermier calcule le prix de sa rente sur le produit brut diminué des frais dans lesquels entre le prix du travail, qu'il paie à sa valeur réelle, dès que sa ferme excède l'étendue qu'il peut travailler par lui-même. Le fermier conserve donc tous les pâturages tant que leur produit net surpasse celui qu'il pourrait obtenir de la culture, d'autant plus que le propriétaire ne consent au défrichement que moyennant une redevance supplémentaire qui représente la valeur réelle de la fertilité accumulée.

4° Une épizootie qui frappe les bestiaux d'une ferme ; l'appauvrissement des tenanciers qui les oblige à vendre successivement la meilleure partie de leurs troupeaux ; la difficulté de les remplacer plus tard, d'où naît celle de tirer parti des pâtures ; la possibilité d'exploiter, au moyen d'un petit nombre de bêtes de labour, des terrains qui auraient exigé un nombre beaucoup plus grand de têtes de bétail pour consommer leur produit en fourrages : telles sont aussi très-souvent les raisons qui déterminent la conversion des pâturages en terres de labour. L'accroissement de capital de cheptel vivant, qui suppose un état de plus grande aisance de la part des tenanciers, est au contraire l'obstacle qui empêche la conversion des cultures en pâturages, quelque bien fondée qu'elle puisse paraître, quelque accroissement de rente qui doive en résulter. Les *avances*, les *avances*, voilà ce qui manque presque toujours à l'agriculteur, bien plus que l'intelligence et l'envie de bien faire, et, pour qu'il les obtienne il faut que ses profits montent au niveau des profits industriels, ou que ceux-ci descendent au niveau des siens.

DEUXIEME DIVISION.

TRAVAIL DE L'HOMME AIDÉ DES FORCES DE LA NATURE.

SECTION I. — INTRODUCTION.

Des modes de travail appliqués à la terre.
Petite et grande culture.

Dans les systèmes de culture qui vont suivre, l'homme introduit un nouvel élément par l'emploi des forces mécaniques. Avant de passer à leur examen, nous jetterons un coup-d'œil sur les différents modes de travail appliqués à la terre.

Les forces mécaniques les plus employées jusqu'ici dans la culture sont celles des hommes et des animaux. Le temps viendra peut-être où la vapeur elle-même concourra à une partie de ces travaux. Si elle a exonéré l'homme des travaux pénibles, des efforts musculaires dans l'industrie manufacturière, elle est appelée à lui rendre les mêmes services dans l'agriculture. Ainsi, l'on conçoit que les machines à battre peuvent être substituées, dans un grand nombre de lieux, au fléau et au dépiquage. Une machine à piocher nous a paru susceptible d'application utile et propre à donner de grands résultats, quand elle sera employée sur de vastes espaces. La division de la propriété l'exclut de nos exploitations d'Europe, et c'est dans les pays les moins peuplés qu'elle peut produire des effets susceptibles de faire un jour une sérieuse concurrence à nos produits agricoles.

Les forces des animaux ne nous donnent qu'un mouvement de traction continu ; celles de l'homme peuvent s'exercer dans différentes directions; aussi, les premières seules ne sont pas suffisantes, et il faut y joindre la force et l'intelligence humaines, soit pour compléter, soit pour diriger

leurs travaux. Mais les circonstances locales peuvent conduire à ne faire usage que des forces humaines, à peine aidées quelquefois de celles des animaux. C'est ce que l'on appelle la *petite culture*, à cause du peu d'étendue de terrain qui est alors affectée à chaque travailleur; d'autres fois, ce sont les forces animales qui prédominent, et chaque ouvrier ainsi secondé cultive une bien plus grande étendue de terrain; c'est ce qui constitue la *grande culture*.

Si l'on parcourt les nombreux écrits publiés par les économistes au milieu du siècle dernier (1), on remarquera, comme nous l'avons déjà dit, qu'ils ne se faisaient pas une idée nette de ce qu'ils entendaient par la grande et la petite culture; pour les uns c'était le fermage opposé au métayage, pour d'autres la culture au moyen de bœufs opposée à celle faite par des chevaux, pour d'autres encore la grande et la petite propriété; ou bien les exploitations où l'on applique un gros capital et celles qui n'en emploient qu'un petit. Mais toutes ces notions appartiennent à des ordres d'idées différentes, les unes aux modes de tenure, les autres à l'administration agricole, d'autres enfin au système de culture. La grande propriété peut être divisée en petites fermes; les terres, quelle que soit leur étendue, peuvent être cultivées par des bœufs et par des chevaux, ou à bras; il y a de grandes fermes pourvues de capitaux et d'autres qui en sont dénuées, etc. Pour éviter une pareille confusion, nous nous en tiendrons au caractère principal qui constitue la petite et la grande culture : la proportion des forces humaines et animales qu'elles mettent en œuvre, parce que cette proportion est la base de systèmes de culture fort différents.

Si le capital d'un pays est principalement employé à élever

(1) Lisez surtout les articles *Grains* et *Fermiers*, de la grande *Encyclopédie*; les articles de Butret dans les *Ephémérides du citoyen;* le tableau économique dans *l'Ami du peuple* de Mirabeau; et Forbonnais, *Principes et observations économiques.*

des hommes, d'un côté l'étendue des terres cultivées est dans une proportion plus faible relativement à la population ; d'un autre côté on peut disposer d'une réserve considérable de force humaine, et les ressources manquent pour acquérir et entretenir en sus celle des animaux. On est conduit ainsi à la petite culture. Si le produit d'une famille d'agriculteurs peut se représenter par le prix de son travail annuel, qui est de 2,279 kilogr. de blé, on verra que chaque agriculteur mâle adulte représente un capital de 56,975 kil. de blé (12,551 fr. 50 c.) (le blé étant à 22 fr. les 100 kilogr. et l'intérêt de l'argent à 4 p. 100). Ce capital n'est pas viager, puisqu'il est fondé sur l'existence de la famille, qui est perpétuelle.

Si le capital agricole a été employé à acquérir et entretenir des animaux de trait, il en est resté une moins grande somme pour élever des hommes. Ceux-ci sont affranchis des travaux les plus pénibles, ceux de la pioche et de la bêche, mais ils sont moins nombreux relativement à l'étendue du terrain. Comparons ces deux systèmes de culture sous le rapport de la population, de l'importance du capital et des résultats qu'ils peuvent produire.

Le travail principal que réclame l'agriculture, celui qui est le début de toutes les cultures et sans lequel on ne peut en entreprendre aucune, c'est le défoncement des terrains. Dans une agriculture bien ordonnée, nous trouvons que dans des terrains d'une ténacité de $0^m,050$, tels qu'ils sont en moyenne dans la saison des travaux, 4 chevaux conduits par 1 homme et 1 enfant labourent en un jour, à $0^m,25$ de profondeur, l'étendue de 1/3 d'hectare ; cet hectare de terrain exige en outre 1/3 de journée pour être ensemencé : nous avons donc par hectare 3 journées 1/3 de travail pour l'ouvrier adulte, et en plus 3 journées d'enfant équivalant à 0,40 de la journée de l'homme, ou 1 j,20, c'est-à-dire en tout 4j,53. Comme la saison de ces travaux (du 15 septembre au 15 décembre) présente 63 journées de travail possibles dans le Midi, chaque homme, aidé d'un enfant, pourvoirait

au travail de 19,5 hectares de terrain, ou un seul ouvrier à celui de 14 hectares. D'un autre côté, la petite culture emploierait 57 journées pour défoncer à la bêche 1 hectare de terrain et 5 journées pour l'ensemencer, total 62 journées ; un ouvrier ne pourrait donc ensemencer en temps convenable que 1 hectare de terrain. Ainsi, dans ce cas, les populations agricoles des pays à grande et à petite culture seraient dans le rapport de 14 : 1. Avec le secours des animaux, les 32 millions d'hectares de la France pourraient être cultivés au moyen de 2,286,000 ouvriers adultes, et ils ne le seraient à bras qu'au moyen de 32 millions d'ouvriers. Ils le sont en réalité avec 4 millions de cultivateurs. (1) Si, aidé de

(1) Voici les éléments des nombres avancés dans ce paragraphe :

	hectares.
Le sol agricole de la France se compose de.	50,614,972
Nous en retranchons les terres vagues, bois, pâturages, prairies, qui n'admettent pas la charrue.	17,995,627
Il reste.	32,619,345

Depuis le relevé des registres du recrutement, il y a 526 agriculteurs sur 1,000 inscrits ; mais cette qualification d'agriculteur comprend aussi les bergers et ceux qui soignent les animaux, soins qui enlèvent même une partie du temps des agriculteurs. L'observation nous a montré qu'en moyenne il fallait compter l'emploi d'un homme pour 4,000 kilogr. du poids d'animal vivant. D'après ces données, nous avons d'abord pour le nombre d'agriculteurs :

	habitants.	
Population totale de la France.	34,280,178	
Population totale de 18 à 60 ans.	19,047,395	(1)
Population mâle de 18 à 60 ans.	9,372,711	(1)
Nombre des agriculteurs en général.	4,930,045	
A déduire ceux occupés aux soins des animaux. .	873,637	(2)
Reste pour le nombre des cultivateurs mâles de 18 à 60 ans.	4,056,412	

$$\text{Donc chacun cultive } \frac{32,619,345}{4,056,412} = 8 \text{ hectares.}$$

(1) Tables de Montferrand, en calculant sur l'augmentation donnée par le dernier recensement.

(2) Quotient du poids total des animaux divisé par 4,000.

ces données, nous cherchons dans quelles proportions se trouvent, en France, les forces humaines seulement (petite culture), et les forces humaines aidées des animaux (grande culture), nous trouvons qu'il y a 1,859,264 ouvriers conduisant des attelages et 2,197,148 cultivant à bras (1). Ces emplois ne sont pas toujours séparés par individus, mais tantôt un homme cultive à bras une partie de l'année et avec des chevaux une autre partie, *et vice versâ;* c'est d'un mélange de ces deux sortes de culture que résulte l'agriculture française.

Comparons maintenant les frais qu'exigent les deux modes d'exploitation du sol. Les travaux de défrichement exigeront :

3 j. 33 de 4 chevaux ou 13 j. 32 à 5 k. 53 de blé, ci.	73k66 de blé.
3 j. 33 d'hommes à 5 k. 96 de blé.	19,85
3 journ. d'enfant à 2.98.	8,94
	102,45 (22 f. 54)
Les 62 journ. du manouvrier coûteront.	362,52 (81 f. 29)

Rapport des frais dans la grande et la petite culture : : : 100 : 354.

Dans la réalité et avec des charrues imparfaites, les frais de défoncement avec les chevaux s'élèvent à 144 kil. de blé, ce qui vient de ce que l'on attelle 6 chevaux au lieu de 4. Ainsi le rapport des frais est comme 200 : 251.

Si le désavantage de la petite culture est si grand dans les opérations préalables de défoncements, les frais se compensent dans les travaux légers où la grande culture n'emploie plus qu'une partie de la force des animaux, et surtout par la nécessité où est celle-ci de donner un grand espacement aux

(1) Appelant x le nombre des travailleurs à bras et y celui des travailleurs avec attelage, nous avons :

$$14\,x + y = 32{,}619{,}345,$$
$$\text{et } x + y = 4{,}056{,}412,$$
$$\text{d'où il résulte } x = 2{,}197{,}148$$
$$y = 1{,}859{,}264$$

plantes pour faciliter le parcours de ses instruments entre les allées des champs. En reconnaissant l'utilité des récoltes disposées en ligne pour nettoyer le terrain au moyen de cultures dans les intervalles, les agronomes avaïent dirigé des recherches persévérantes vers l'invention d'instruments qui pussent passer dans ces allées étroites sans offenser les plantes utiles qui les bordaient, et cependant ils faisaient l'aveu que par elle-même aucune de ces cultures ne payait le travail, l'engrais et la rente; mais ils se consolaient en pensant qu'elles tenaient lieu de jachères et qu'ainsi la rente du sol ne devait pas leur être imputée (Thaër, § 1, 144). Ainsi, dans la pensée des agronomes de l'école anglo-germanique, la récolte céréale ne faisant qu'un avec la récolte jachère qui l'avait précédée, leurs deux comptes devaient se fondre l'un dans l'autre. Ils n'espéraient pas qu'avec des récoltes espacées, et malgré leurs moyens économiques de travail, les récoltes jachères pussent jamais se suffire à elles-mêmes.

Ces aveux jetaient dans le découragement les partisans de la grande culture. Morel de Vindé ne reconnaissait que deux cultures jachères qui pussent se pratiquer en grand, celles de la pomme de terre et de la betterave (1), et même il désespérait de leur adoption sur une portion considérable des domaines, parce que si elles s'y établissaient, leurs produits cesseraient de pouvoir se vendre, et que leur consommation entraînait dans un cercle des difficultés qui lui semblaient insolubles. Or c'étaient des produits vendables qu'il demandait. Plus tard, il crut avoir trouvé les solutions du problème dans l'emploi de la betterave à la fabrication du sucre (2). Il se trompait dans l'un et dans l'autre cas; les obstacles à la consommation directe de ces produits n'étaient pas insurmontables, et le quart d'une contrée un peu vaste, cultivée en betteraves à sucre, aurait produit une telle surabondance de cette substance que ce produit ne se serait pas

(1) *Mém. de la Société centrale d'agricult.*, 1822, t. I, p. 408.
(2) *Id.*, 1823, p. 455 et suiv.

vendu plus que les autres, et qu'il aurait fallu en revenir à en faire la consommation. Là n'était pas la difficulté, mais bien dans l'impossibilité où se trouvait la grande culture de produire sans pertes autre chose que les plantes qui n'exigent pas une culture, pour ainsi dire, individuelle.

Et cependant la petite culture n'était pas effrayée de ces récoltes jachères, qui étaient l'écueil de la grande. On la voyait chaque jour payer une rente de terrain seulement pour y planter des pommes de terre, des haricots, des pois, des fèves; pour y semer du chanvre, du lin, du pavot, toutes cultures qui exigent beaucoup de main-d'œuvre. La grande culture ne pouvait atteindre à ces résultats : d'abord, pour le lin, le chanvre, le pavot, parce que ces plantes, quoique semées à la volée, ne supportent que des sarclages à la main, et que les deux premières entraînent ensuite dans des préparations auxquelles le personnel de la ferme ne pouvait suffire; quant aux plantes semées en ligne, il y avait d'autres raisons dont il importe de se rendre compte.

Avec des engrais proportionnés aux récoltes à obtenir, jusqu'à une limite facile à assigner, celle du développement possible de leurs tiges et de leurs racines, ces plantes donnent un produit proportionnel à leur nombre. Ainsi, les pommes de terre (1), dont chaque plant occupait 3,900 cent. carrés, donnaient, sur un espace de terrain, un revenu de 48; celles occupant 1,560 cent. carrés donnaient 100 d'après les expériences d'Antoine. Or, si la grande culture veut biner dans les deux sens pour arriver au pied des plantes et éviter toute main-d'œuvre, elle fait occuper aux plants 4,225 cent. carrés; la petite culture ne leur donne que 30 à 33 cent. d'intervalle et n'occupe alors que 900 à 1,089 cent. carrés. Le produit des tubercules avec cet espacement est de 29,000 kil., et avec celui de 4,225 cent. carrés, il n'est que de 7,475 kilogr.

(1) Voyez t. IV, p. 41.

Thaër admet (§ 1,143) que les frais de sarclage au moyen des animaux sont à ceux faits à bras comme une journée d'instrument attelé est à 40 journées de manouvrier. Une journée d'instrument coûte :

1 journée de cheval.	5 kil. 32 de blé.
1 journée d'homme.	5 kil. 95
	11 kil, 27

40 journées d'ouvriers coûtent 238ᵏ,45. La culture d'un hectare avec l'instrument coûte 37 kilogr. de blé, et à bras 184 kilogr. Les travaux sont entre eux à peu près dans le rapport de 1 à 5.

L'engrais de 29,000 kilogr. de pommes de terre, coûtant 104ᵏ, 4 d'azote, vaut 783ᵏ,0 de blé.

L'engrais de 7,477 kil. de pommes de terre, coûtant 26ᵏ,92 d'azote, vaut 201ᵏ,90. Nous avons pour les deux cultures :

Grande culture.

Rente.	327 kil. de blé.
Travail.	37
Engrais.	201.90
	565.90
Prod. 7,477 k. p. de t. à 12 k.	897.24
Bénéfice.	331.34

Petite culture.

Rente	327 kil. de blé.
Travail	184
Engrais	783
	1,294
Produit 29,000 kil. à 12 kil. . .	3,480
Bénéfice..	2,186

Mais si la grande culture, au lieu de vendre ses pommes de terre pour la consommation humaine, en est réduite à les faire consommer par les bestiaux, ses pommes de terre ne vaudront plus que 4ᵏ,55 de blé les 100 kilogr.; le produit de sa culture ne vaudra plus que 340 kilogr. de blé, et elle sera

en perte de 225 kilogr. de blé. Il n'y a donc pas de lutte possible entre les deux genres de cultures pour les récoltes sarclées. Il semble donc que la destination de chacun de ces systèmes soit clairement indiquée, et que si la grande culture doit nous fournir les céréales, le colza, les fourrages, le lot de la petite soit de nous donner des légumes secs, des tubercules, des choux et des plantes commerciales.

Une autre considération nous amène encore à la même conclusion ; c'est la possibilité d'employer, dans les récoltes sarclées à bras, des forces bien inférieures à celles de l'homme, celles des femmes et des enfants. Ainsi, un hectare de chanvre demande 156 journées d'hommes et 130 de femmes ; un hectare de vignes cultivé à bras, 153 journées d'hommes et 90 de femmes. La culture du mûrier apporte aux femmes la cueillette des feuilles, l'éducation des vers à soie. Des pommes de terre les occupent, ainsi que les enfants, à la plantation, au sarclage, à l'enlèvement de la récolte ; il n'est pas une de ces petites cultures qui n'admette leur concours, et dans leur ensemble on peut compter au moins la moitié des journées faites par ces faibles bras. Chaque journée du père de famille lui vaut donc au moins une journée et demie, et, dans les pays où l'on a su développer convenablement la petite culture (1), au lieu de recevoir 5^{k},96 de blé (1 fr. 31 cent.) il recevra 9^{k},50 de blé (2 fr. 65 cent.) pour prix du travail de chaque jour.

Dans les pays à grande culture, le travail des manouvriers n'est pas demandé habituellement, mais seulement dans les moments pressés des récoltes, où il subit la concurrence des émigrations étrangères. On peut donc dire que si les femmes et les enfants ne s'adonnent pas à quelque autre industrie, ou si le nombre des ouvriers à la journée ne s'est pas réduit exactement à la mesure de la demande, leur sort est moins bon qu'ailleurs dans les pays à grande culture. C'est donc dans la petite culture que ceux qui n'ont que leurs bras pour

(1) Voyez t. III, p. 58.

capital et qui ne peuvent se louer pour garçons de ferme doivent chercher les moyens d'améliorer leur position.

Supposons que la petite culture existât seule dans ce pays, quelle serait l'étendue de terrain nécessaire pour faire vivre chaque famille d'agriculteur? Si elle se borne à cultiver du blé, elle n'aura, pour rétablir la fertilité de la terre, que le gaz atmosphérique, la paille de 9 hectolitres de blé et les résidus de sa propre consommation, savoir :

Blé.	9h00	684 kil.
Paille, 1,552 k. dosant 4.04 d'azote produisant	1.97	149.72
Résidu de la consommation de 684 kil. de blé dosant 13 kil. 40 d'azote réduit à 9.4.. . .	4.46	357.00
		1,190.72

La nourriture de la famille exige 1,551 kilogr. de blé; entretien entier, 2,279 kilogr.: il faudrait donc 2 hectares de terrain pour pourvoir à ses besoins; le père peut cultiver 1 hectare; la famille 1h,64, le travail de la famille étant à celui du père comme 638 : 388 (1). Il y a donc possibilité de nourrir une famille qui travaille à bras, sans payer de rente un terrain de 2 hectares d'un sol désigné sous le nom de *terre à froment*.

La part du citoyen romain était moins considérable. On sait que dans les premiers temps, l'héritage de chaque citoyen romain était de 2 *jugera* de terre (50 ares 56) (2); nous serions fort embarrassés de comprendre comment ils en tiraient leurs subsistances, si nous ne savions le grand usage qu'ils faisaient des légumes et principalement des fèves, qui sont encore la base du régime des populations du midi, et qu'ils introduisaient ces fèves dans leur pain (3). Sans parler des magnifiques fèves d'Egypte que la faveur du climat et la fraîcheur du sol élèvent jusqu'à 2 mètres (4), nous savons

(1) *Cours d'agriculture*, t. III, p. 58.

(2) Varron. *De re rustica*, lib. I, cap. 2. Pline, *Histoire naturelle*, lib. XVIII, cap. 2.

(3) Pline, lib. XVIII, cap 12. — (4) *Id.*

que dans le midi de l'Italie elles produisent jusqu'à 3,000 kil. de grains par hectare sur des terres en bon état. Enfin les Romains cultivaient les raves en récoltes dérobées, *Curius Dentatus* mangeait ses raves, assis dans sa chaumière, sur un escabeau de bois, quand on vint lui offrir la dictature.

Si nous supposons cet assolement,

25 ares, 28 de blé produisant 313 kil. de blé, ci.	313 kil.
25 ares, 28 de fèves produisant 758 kil. de fèves représentant pour la nourriture.	1.941
	2.254

nous atteignons ainsi à ce qui est nécessaire pour la subsistance de la famille.

En Irlande, où la famille devrait consommer 28,488 kilogr. de pommes de terre, elle obtient cette provision sur un hectare de terrain environ, et sur un moindre espace quand elle possède des vaches et de la pâture. Ainsi, selon Arthur Young, ce que l'on appelle *jardin* ou champ de pommes de terre varie en grandeur de 1/2 acre à 1 acre 1/2, et on y ajoute de plus la pâture d'une vache; 1 acre rapporte 11,08 quarters de pommes de terre ou 7,552 kilogr.(1) Une vache donne 1,460 litr. de lait, équivalant à 2,311 kil. de pommes de terre. On voit combien la nourriture est insuffisante, surtout si l'on pense qu'il y a une rente à payer, ce que l'on fait par l'élève des cochons. Il faudrait plus de 3 acres de terre et deux vaches pour nourrir convenablement une famille, c'est-à-dire bien près de 1 hectare 1/2 de terre.

On voit qu'à deux hectares par famille de cinq individus la France pourrait nourrir, sous le régime de la petite culture, 64 millions d'habitants. Mais quel serait le sort d'un tel peuple, consommant tout ce qu'il produirait; ne pouvant fournir à l'Etat de secours ni en argent, car il absorberait tout pour vivre, ni en hommes, car tous seraient nécessaires à la

(1) Arthur Young, *Voyage en Irlande*, t. II, p. 197, 1799.

culture; mis en péril par tout accroissement de population, si petit fût-il, par le moindre dérangement des saisons; sans artisans pour lui fournir des habillements et des instruments, et manquant de ces guides intellectuels qui éclairent les arts et les sciences et qui exigent des loisirs interdits à des hommes qui doivent s'appliquer incessamment à pourvoir à leur subsistance ?

Tels sont les dangers que présente la petite culture quand elle s'est généralisée dans un État. Ainsi en Chine, l'excès de la population est réprimé par les famines périodiques qui la déciment et par l'usage habituel de l'exposition des enfants.

A l'autre extrémité de l'échelle, la grande culture, isolée de la petite, ne présente pas moins d'inconvénients. Comme l'enlèvement des récoltes exige, à un moment donné, un nombre d'ouvriers supérieur à celui qui cultive habituellement les fermes, si les circonstances géographiques ne mettent pas en contact deux peuples dont la récolte n'ait pas lieu simultanément, il faut qu'elle se borne à cultiver les végétaux qui n'exigent habituellement qu'un petit nombre d'ouvriers. Ainsi, après avoir renoncé aux cultures sarclées, elle en vient à trouver aussi celle du blé embarrassante, et elle se réduit graduellement à celle des fourrages et à l'éducation du bétail. Mais si la grande culture n'occupe qu'un petit nombre d'hommes, elle pourra en nourrir un grand; elle donne donc aux arts, aux sciences et à l'État des bras et des produits disponibles.

Le voisinage et l'association des deux systèmes de culture est ce qui est le plus favorable au développement de tous les deux et au bonheur des peuples qui peuvent les réunir. La petite culture trouve des travaux pour occuper ses moments perdus; la grande trouve des ouvriers supplémentaires. Des capitaux peuvent se former, et les améliorations dont ils sont la source ne sont pas perdues même pour les terres voisines de celles où ils sont appliqués; ces terres profitent des expériences qui se font à côté. Les professions diverses répandues

sur la surface du territoire y portent le produit de leur industrie, et y entretiennent des consommateurs.

SECTION II.

Systèmes de culture où l'homme est aidé par les forces de la nature.

1. Système celtique ou alternatif.

Le système celtique ou alternatif est une transition des systèmes qui laissent agir la nature à ceux qui la suppléent complétement; ici l'homme succède, au bout d'un intervalle de temps plus ou moins long, à l'action du temps et des éléments, et puis, après une certaine succession de récoltes épuisantes, après avoir enlevé au terrain toute la partie de sa fertilité acquise susceptible de payer son travail, il abandonne de nouveau la terre à elle-même, y laisse repousser l'herbe et les broussailles, laisse s'y accumuler les débris d'une végétation spontanée et de nouveaux éléments de fécondité, jusqu'à ce qu'ainsi rajeuni par le repos, le sol puisse de nouveau le récompenser du travail qu'il lui accordera. On a appelé ce système *alternatif*, à cause de la succession de ces deux grands ordres de produits, les produits naturels et les produits cultivés, qui s'y suivent naturellement; on l'a appelé *celtique*, parce qu'il a toujours été et qu'il est encore usité dans les pays habités par la race celte. Selon Tacite, les anciens Germains pratiquaient le système alternatif: *arva per annos mutant et super ager* (1), ils changent chaque année la place de leurs champs et ils ont du terrain en abondance.

Les Arabes du nord de l'Afrique suivent le système alternatif dans les terres qu'ils exploitent autour de leurs stations. Ils cultivent seulement la huitième ou la seizième partie des terres dont ils peuvent disposer. Leurs travaux consistent à

(1) Tacite, *German.*, cap. XXVI.

brûler en été les herbes qui recouvrent le sol; avec ces herbes périssent les myriades d'insectes qui y ont déposé leurs pontes et les germes des plantes adventives. Ils sèment du froment, de l'orge, du douro, d'octobre en mars. La semence est jetée en terre avant tout labour et recouverte au moyen d'un araire léger, absolument le même que celui d'Italie, déjà décrit par Virgile, quoiqu'il soit plus grossièrement construit. Ce travail pénètre de six à sept centimètres de profondeur, et les Arabes ensemencent ainsi un demi-hectare par jour. Le grain sort à la première pluie. La moisson se fait en juin, le grain étant encore à l'état laiteux, pour prévenir la dissémination qui pourrait avoir lieu dans le transport, s'il était plus mûr. La récolte moyenne est de huit hectolitres par hectare, et les travaux sont bornés à six hectares par charrue. La moitié à peu près du produit est vendue pour payer les impositions et pour les nécessités diverses de la famille. Sous le gouvernement du Dey, le froment se vendait 4 fr. à 4 fr. 50 l'hectolitre; l'orge, 3 fr. à 3 fr. 50; une vache, de 6 fr. à 8 fr. 50; un mouton, de 1 fr. à 1 fr. 50. La consommation de notre armée, en créant des besoins supérieurs à la production, a élevé les prix au niveau de ceux d'Europe, et la culture arabe ne peut manquer, dès-lors, de prendre de l'extension; elle finira sans doute par passer au système des jachères alternes, qui est la culture romaine.

Les Arabes justifient le peu de profondeur de leur culture par la crainte que leur inspire la sécheresse. Ils disent que le sol étant meuble et filtrant, les eaux pluviales s'y perdent quand ils l'ouvrent profondément, mais qu'en créant un plafond sous le blé, par le passage réitéré des bêtes de labour et du sep de la charrue, ils opposent un obstacle à cette prompte déperdition de l'humidité. L'expérience de nos terrains de Provence, souvent aussi secs que ceux de l'Algérie, ne permet pas d'adopter cette explication; mais si nous sommes bien informés, ceux de nos colons qui ont voulu se servir de charrues puissantes ont déterminé une production

excessive de mauvaises herbes, en mettant au jour des germes cachés depuis longtemps dans le sol. Il faudrait sans doute plusieurs années de bonne culture pour dompter cette végétation hostile; mais quand on y serait parvenu, on ne peut douter que profitant des sucs encore vierges d'une plus grande masse de terrain, ayant un plus grand réservoir d'humidité que le soleil dessécherait moins rapidement, la production ne devînt très-supérieure à celle des huit hectolitres dont se contentent les Arabes. Le moyen le plus court d'obtenir la netteté de la terre serait probablement d'employer l'écobuage, comme le font d'autres peuples dont nous parlerons bientôt.

Dans la Russie méridionale, c'est aussi le même système alternatif que l'on suit, et il faut convenir qu'un système qui peut produire le blé à 3 fr. l'hectolitre comme en Russie, ou à 4 fr. comme en Algérie, est bien adapté à la situation de ces peuples. Heureusement pour les pays plus avancés, la masse des produits de ces contrées est limitée par le nombre des bras qui s'appliquent à la culture; dès que la population deviendra plus nombreuse, le besoin de l'occuper l'obligera à entrer dans le système de culture continue, et comme on ne profitera plus aussi fortement des bienfaits gratuits de la nature, du bon marché et de l'absence de rente, le prix de revient des produits s'élèvera nécessairement.

Quand le sol est moins riche, et surtout quand il se charge pendant son repos de végétaux ligneux ou de plantes à racines traçantes, c'est par l'écobuage qu'on le dispose à entrer dans sa période culturale. Par exemple, en Bretagne, et dans une grande partie de l'Ouest, la terre reste environ sept ans sous les landes (ajonc, *ulex europæus*). Après ce temps, on coupe les ajoncs quand leur graine est mûre, et on les bat au fléau pour la recueillir; les fagots servent de combustible. Le champ, dépouillé de sa végétation ligneuse, est parcouru en hiver et au printemps par les troupeaux qui

mangent les repousses des arbustes. On écobue ensuite en enlevant avec la motte les racines des ajoncs et des bruyères, et le gazon ; on laboure et l'on commence un cours de récolte, ou par le sarrasin semé l'année même du défrichement, ou par le blé semé l'année suivante. Après cinq ou six ans de culture, on termine l'assolement par un semis d'avoine avec graine d'ajonc, et le terrain reste de nouveau sept ans en repos. On peut voir dans l'excellent ouvrage de M. Rieffel (1) les différentes combinaisons d'assolement que l'on met en usage pour tirer parti du défrichement des landes. Ces terrains manquent de chaux et de phosphate, et profitent beaucoup de l'application de la marne, de la chaux, et du noir animal. Ce dernier engrais, employé depuis quelques années en mélange avec le grain de semence, qui en est enveloppé de la même manière que l'amande l'est dans la dragée, opération que l'on désigne sous le nom de *pralinage*, a produit des effets surprenants sur les défrichements qui possédaient d'ailleurs des principes de fertilité, car les résultats sont nuls dans les terres qui en sont dépouillées. Une petite quantité de noir animal peut ainsi donner l'impulsion première avec des assolements judicieux et faire entrer le terrain dans leur période de produits continus.

On est souvent tenté de conserver indéfiniment en culture les terrains que l'on a défrichés ; mais si l'on ne crée pas en même temps des engrais suffisants, on ne tarde pas à épuiser le sol complétement et à l'abandonner à la végétation spontanée, d'autant plus chétive, d'autant plus lente à se reproduire, que l'épuisement a été poussé plus loin. Ce qui fait que l'on prolonge autant la culture, et sans doute au delà des termes où elle serait le plus profitable, c'est la cherté du défrichement de l'écobuage ; on hésite devant le renouvellement de ces opérations. Le bon état des parcelles de la même nature de terrain qui sont cultivées par système continu, autour

(1) *Agriculture de l'Ouest.*

des chaumières bretonnes, devrait faire réfléchir, et conduire peut-être à utiliser les jeunes repousses des ajoncs par une coupe bisannuelle, par les convertir en engrais, à la manière Jauffret. Cet engrais, transporté sur les parcelles défrichées, entretiendrait leur fertilité et dispenserait des coûteux écobuages, surtout si on lui ajoutait de la chaux et de la poudre d'os.

2. Système des étangs.

Le système des étangs est celui où une partie de terrain est successivement couverte d'eau, puis desséchée et soumise à la culture; il dérive des mêmes principes que le système celtique. C'est aussi un système alternatif, dans lequel la terre reprend sa fertilité sous l'eau pendant quelques années, et où on l'épuise ensuite par plusieurs années de culture.

Quel est l'effet du séjour de l'eau sur un terrain? Se trouve-t-il ensuite dans un état de fertilité supérieur à celui qui résulte d'une simple exposition à l'air, ou de la production de plantes qui y laissent leurs débris? L'expérience ne permet pas d'hésiter sur la réponse. Partout, un terrain inondé pendant un an ou deux, et pouvant ensuite être bien desséché, a paru être plus productif que celui qui, pendant le même espace de temps, avait été abandonné à lui-même ou avait reçu la culture des jachères, soit que les eaux vinssent de sources ou de ruisseaux, ou seulement des eaux pluviales. On conçoit que, dans le premier cas, elles transportent avec elles les débris insolubles et les principes fertilisants solubles des terrains supérieurs, et que, dans le second, chargées des gaz fécondants de l'atmosphère, elles conduisent dans un petit bassin l'eau tombée sur les pentes qui y aboutissent. Mais en outre, les unes et les autres, renfermées dans un espace circonscrit, suffisent à y nourrir une végétation aquatique abondante, et de plus, une population nombreuse d'insectes, de larves, de vers, qui y laissent leurs détritus, quand d'ailleurs on ne peuple pas les étangs de poissons. Dans les deux cas, c'est une véritable alluvion d'éléments

producteurs qui a lieu au profit du terrain. Ainsi, dans la Dombe, dont la sixième partie de la surface du sol est en étangs, la récolte qui s'y produirait devrait être six fois plus considérable que celle des terrains plats soumis à la jachère, si rien ne se perdait des principes puisés sur les pentes qui y aboutissent. Ces étangs produisent (1) :

1re et 2e années sous l'eau.		
Nourriture d'une tête de bétail pendant la moitié de la 1re année et durant les 2 années suivantes, équivalant à 3,540 kil. de foin dosant 1,15 pour 100 d'azote.	40 kil.	71 d'azote.
136 kil. de poisson (68 kil. par an) dosant frais 2,738 pour 100 d'azote.	3	72
3e année à sec.		
25 hectolitres d'avoine.	26	50
Total.	70	93
ou par an. . . .	24	89

L'influence de l'absorption atmosphérique étant de 9 kil. d'azote multipliés par une surface sextuple, ou 54 kil. d'azote, on voit que les étangs, par leur disposition, ne recueillent que les $\frac{24}{54} = 0{,}44$ de la fertilité répandue par l'atmosphère sur la surface entière du sol.

L'effet des étangs alimentés seulement par les eaux pluviales n'est donc pas d'augmenter, mais de concentrer sur un espace borné de terrain une dose d'engrais atmosphérique, qui dispersée sur une beaucoup plus grande surface aurait été presque impuissante ; quant aux étangs alimentés par des sources, ils réunissent en outre les principes fécondants dissous ou transportés par ces cours d'eau. C'est en réalité un système économique d'importation d'engrais. La nature l'avait indiqué par la fertilité que présentent les terrains inondés pendant l'hiver, et par celle du fond des vallées qui reçoivent l'écoulement des pentes.

(1) Bottex. *Rapport de la commission d'enquête sur les étangs de la Bresse*, 1840, page 16.

Mais ce système ne peut pas se mettre en pratique indifféremment dans tous les lieux. Il exige impérieusement certaines conditions :

1° Un sol qui retienne l'eau, c'est-à-dire qui soit composé d'une quantité considérable d'argile, ou qui repose sur une couche argileuse non interrompue, dans le cas où l'étang est alimenté par les eaux des pluies. M. Puvis a montré dans plusieurs ouvrages qu'une vaste alluvion silico-argileuse, déposée au-dessus d'un banc d'argile imperméable et propre à la formation des étangs, recouvre une grande partie de la France. A partir du département du Nord, passant par le Pas-de-Calais, la Manche, le Calvados, en une lisière peu large, elle s'étend vers le sud-ouest formant les landes de la Bretagne, les plaines de Maine-et-Loire, de la Loire-Inférieure, les Landes de Bordeaux, les bolbènes de la Gascogne et du Languedoc, et vers l'est, elle constitue les plateaux des bords de la Loire, en formant le brenne de l'Indre, la sologne de l'Orléanais et du Berry, la puisaye de la Nièvre, et enfin s'étendant jusqu'au Jura par les départements de Saône-et-Loire, du Jura et de l'Ain (1).

2° Si l'étang doit être alimenté par les pluies, il faut encore que les pentes qui aboutissent à l'étang soient assez étendues pour y maintenir la quantité d'eau suffisante pendant l'été, c'est-à-dire une hauteur moyenne de 1 mètre sur toute sa surface. Dans la Dombe, il tombe 1,172 millimètres d'eau par an ; l'inclinaison des pentes et l'évaporation terrestre combinées laissent arriver 1/8 des eaux pluviales au réservoir commun pour fournir 1 mètre de hauteur d'eau, ce qui fera pour chaque mètre de surface $\frac{1172}{8} = 0^{m},146$, et par conséquent il faudra une étendue de $\frac{1}{0,146} = 6^{m},85$ de surface, pour recouvrir 1 mètre carré d'étang. Le sixième de la surface de la Dombe étant constitué en étangs, on voit

(1) Puvis. *Agriculture du Gâtinais ; Mémoires sur la marne et sur la chaux ;* article sur les étangs dans la *Maison Rustique.*

qu'on n'est pas loin d'y utiliser toute l'eau pluviale qu'il était possible d'y recueillir.

La Sologne n'a encore que la vingtième partie de sa surface en étangs. Si la quantité de pluie qui y tombe peut être estimée la même que celle observée par Duhamel à Denainvilliers, elle ne serait que de 482 millimètres par an. Il est bien probable que dans un climat où l'évaporation est moins rapide que dans l'Ain, il serait possible d'amener au moins la sixième partie des eaux pluviales aux réservoirs ; chaque mètre fournirait donc $\frac{0,482}{6} = 0$ m. 080, et on aurait donc besoin d'une étendue de $\frac{1}{0,080} = 12$ m. 5 pour obtenir 1 mètre d'eau sur la surface de l'étang. Ainsi, l'eau pluviale n'est utilisée dans ce pays que dans le rapport de 12 à 19 ; mais M. Puvis fait observer que les terrains boisés laissent filtrer beaucoup moins d'eau que les terrains en culture, les racines des arbres s'emparant d'une forte partie de l'eau qui y tombe.

3° Il faut que le relief du pays soit tellement disposé qu'on puisse y faire aux moindres frais possibles les barrages nécessaires pour retenir l'eau. La position la plus commode est celle où l'on peut barrer soit un vallon, soit une dépression du sol dans laquelle les eaux couleraient naturellement, par une digue transversale qui arrête les eaux en aval, tandis que les bords du vallon lui servent de borne latérale; sinon il faut construire des digues latérales. On donne à la digue d'aval une hauteur suffisante pour qu'elle retienne une hauteur de 2 m. 60 d'eau à son pied ; et, attendu la déclivité du terrain, la profondeur de l'eau et la hauteur des digues latérales vont toujours en diminuant de la tête à la queue de l'étang. Celle-ci se dessèche graduellement en été et laisse à découvert une partie du sol de l'étang ; tandis que la tête doit conserver une quantité d'eau suffisante. Dans la Dombe, dont le relief est merveilleusement disposé pour la construction des étangs, et où les pentes sont telles qu'une longue série d'étangs peut s'établir par étages dans le même

vallon, on estime moyennement à 500 fr. par hectare la dépense nécessitée pour l'établissement d'un étang (1) ; mais là où le terrain plus plat exigerait une plus grande étendue de digues pour maintenir une profondeur d'eau suffisante à la tête de l'étang, la dépense pourrait être beaucoup plus considérable.

Quant aux étangs qui, comme ceux de la Moselle, sont alimentés par des sources perennes, ils peuvent être établis sur toute espèce de terrain, l'abondance des eaux remédiant aux pertes occasionnées par les infiltrations. Leur produit est aussi plus grand, car M. Masson a prouvé qu'il était proportionné au volume des eaux et non à la surface qu'elles occupent (2).

Après ce que nous venons de dire, les motifs qui peuvent porter à adopter le système des étangs se comprendront facilement. Dans un pays ondulé, les eaux de pluie ne s'arrêtent pas sur les pentes, elles s'écoulent par les vallons, y déposent une partie des principes fécondants qu'elles contiennent, mais la plus grande partie s'écoule par les cours d'eau qui se rendent dans la rivière; d'un autre côté, les glaises sont peu propres, par elles-mêmes, au développement des plantes améliorantes de la famille des légumineuses. Les eaux pluviales pourront être ou bien employées à arroser des prairies placées dans les bas-fonds, ou bien retenues de manière à former des étangs susceptibles de donner différents produits, le fourrage, la paille qui, avec le foin des prairies, permettra de cultiver plus utilement les plateaux. Dans l'un et dans l'autre cas, on se propose de ne rien laisser échapper des biens que dispense la nature. Le choix entre les deux moyens peut dépendre de la configuration du pays, plus ou moins propre à l'établissement des étangs. M. Rieffel paraît

(1) Bottex. *Rapport*, p. 32.

(2) *Mémoire sur l'étang du Cindre; Mémoires de la Société d'Agriculture*, 1842, p. 321.

avoir très-bien compris cette alternative, et il a pris le parti de disposer de ses eaux pour arroser des portions de prairies dans les vallons de ses landes ; ailleurs on a préféré construire des étangs qui tantôt, comme ceux de la Brenne, ne servent qu'à donner du pâturage et à nourrir des poissons, qui tantôt sont mis en culture tous les deux ans (Loire) ou tous les trois ans (Ain). Par chacun de ces procédés on augmente d'une manière plus ou moins intelligente le produit du sol inondé ou arrosé et celui du sol qui l'avoisine (1). Dans l'Ain, le sol cultivé se loue de 8 à 10 fr. par hectare ; le même sol, accompagné d'une étendue proportionnée d'étangs, se loue 15 fr., et les étangs valent de 30 à 40 fr. de rente l'hectare (2). Ainsi, soient 6 hectares sans étangs, leur rente sera de 54 à 60 fr.; soient 6 hectares dont 1 en étang, nous aurons :

1 hectare en étang.	35 fr.
5 hectares en culture. . . .	75
	110
Moyenne. . .	18,33

La totalité du sol a doublé de valeur. Y a-t-il beaucoup de systèmes susceptibles de doubler la valeur d'un aussi mauvais terrain, de porter de 54 à 110 fr. la rente d'un hectare avec la dépense d'un capital de 300 fr.? L'avantage est si évident qu'il a dû être embrassé avec enthousiasme par tous les pays qui se trouvaient dans les conditions voulues. Quand l'observation plus rigoureuse des règles du régime maigre et des abstinences du carême parmi les catholiques donnait un haut prix au poisson, dont un kilogramme pouvait valoir

(1) Voyez, pour la pratique du système des étangs, Leblanc, *Société d'Agric. de Paris*, 1787, été, p. 99. — Varenne de Fenille, *id.*, 1789, hiver, p. 77.—Puvis, *Maison Rustique*, t. IV.—Masson, *Mémoire sur l'étang du Cindre, Société centrale d'Agriculture*, 1842.

(2) Puvis. *Maison Rustique*, t. IV, p. 181.

10 kil de froment et de 2 à 3 kil. de viande de boucherie, la prime d'encouragement était beaucoup plus forte, et cependant elle paraît bien suffisante encore, car l'on a remarqué que c'est de nos jours, quand le kilogramme de poisson ne vaut plus que 5 kil. de froment et 2/3 de kil. de viande, que la création des étangs a été la plus rapide dans la Dombe.

Mais d'immenses inconvénients balancent tous les avantages. La fièvre s'établit dans le pays avec les étangs; elle en dévore les habitants. Dans la Dombe, par exemple, les décès surpassent les naissances de 17 p. 100, sans y comprendre les moissonneurs et les journaliers étrangers, qui vont souffrir et mourir dans leur pays, après avoir pris dans la culture des étangs le germe de leur maladie. Dans un pays soumis à ce système, la population ne subsiste donc que par l'émigration.

Nous savons que le plus souvent, et en l'absence même des étangs, les contrées à sous-sol imperméable sont malsaines, qu'il s'y forme des marais souterrains qui se dessèchent en été, et dont les miasmes sont mis à jour par la culture. Mais les étangs ajoutent beaucoup à cette insalubrité, parce que les herbes aquatiques qui y naissent, mises à sec dans la saison chaude, vers la queue de l'étang, se putréfient et répandent de toutes parts leurs effluves fiévreux.

L'obligation de disposer l'étang de manière à conserver de l'eau, partout et en toute saison, entraînerait des frais qui dépasseraient les bénéfices. L'intérêt de la santé publique semble donc exiger le sacrifice des étangs. Ce fut pour un autre motif que la Convention nationale rendit le décret de leur suppression (4-6 décembre 1793). Elle croyait seulement, en rendant le sol à la culture, augmenter la masse des céréales. On ouvrit brutalement toutes les chaussées des étangs, ce qui causa une fâcheuse inondation dans la plaine; les terrains mis à nu furent ensemencés jusqu'à épuisement, puis le sol se refusant à de nouveaux produits, et celui des plateaux se trouvant privé de l'utile auxiliaire des

engrais qui en provenaient, il fallut rapporter la loi (1er juillet 1795) et rétablir les choses dans leur ancien état.

Il paraît cependant par une foule d'actes, par des recensements anciens, par des débris d'habitations, que la population de la Dombe avait été jadis beaucoup plus considérable (1), et que par conséquent le pays était alors plus productif. C'était au temps où les plateaux étaient boisés et où les vallées étaient seules en culture, couvertes de prairies ou de terres à blé. Les bois fournissaient des ressources en engrais qui permettaient d'obtenir de meilleures récoltes. Mais pour en revenir à ce point, il faudrait bien du temps et des capitaux. On restait donc en présence du problème sans pouvoir trouver la solution, jusqu'au moment où les effets de la marne et de la chaux sur toutes ces glaises ont été constatés. Alors s'est ouverte une ère nouvelle qui a déjà provoqué un changement de système sur les points les plus éclairés du pays, et sur ceux qui étaient moins embarrassés dans les liens de transactions réciproques.

Par le moyen des défoncements qui détruisent l'espèce de plafond durci engendré au-dessous du terrain labourable des étangs par la permanence des eaux, et en s'aidant de l'application des substances calcaires, on a obtenu de ces terrains d'énormes récoltes de fourrages légumineux, et du blé. Dès lors, on a pu avoir des engrais surabondants qui ont amélioré à leur tour les terres des plateaux. A la tête des agriculteurs distingués qui ont commencé cette transformation, on trouve MM. Greppoz et Bodin, etc., qui ont été suivis par M. Nivière, devenu l'apôtre des desséchements des étangs, et qui a donné un bel exemple en desséchant trente-deux étangs antiques, sur lesquels il a fondé le domaine et l'école d'agriculture de la Saussaie.

Mais en continuant à étudier la question des étangs dans le département de l'Ain qui en est le type le plus complet,

(1) Bottex. *Rapport.*

nous trouvons que la bonne volonté isolée d'un propriétaire ne suffit pas pour supprimer ses propres étangs. Il existe des conventions qui attribuent la sole de l'assec (temps où l'étang est en culture) à un propriétaire, et la jouissance de l'évolage (temps de l'eau et du poisson) à un autre; de plus, les étangs qui se succèdent dans le même vallon sont assujettis les uns aux autres, par la nécessité, de retenir ou de céder l'eau à certaines époques. Pour satisfaire tous ces intérêts il faudrait une législation expresse, et l'on ne saurait trop tôt s'en occuper pour rendre un pays entier à la salubrité et à la bonne culture. Nous croyons donc que le système des étangs tire à sa fin dans l'état actuel de notre civilisation, et que c'est à d'autres ressources qu'il faut demander la fertilisation des terrains glaiseux sur lesquels ils sont principalement établis. Quant aux étangs sur terrain calcaire, il y a de si grands avantages à leur desséchement, qu'ils disparaissent rapidement partout où leur destruction ne dépend que du libre arbitre des propriétaires.

3. Système des jachères. (*Système latin, romain, etc.*)

Jusqu'à présent la nature a joué le principal rôle dans les systèmes que nous avons exposés : tantôt elle a recouvert le terrain d'arbres ou de pâturages, puis elle l'a fécondé par les eaux de ses pluies; c'est la main de l'homme qui va prendre maintenant la suprématie, et une année entière ne se passera pas sans qu'il ait donné ses soins et son travail à la terre. Le système de la jachère est celui où le sol étant appelé à produire une ou deux années de suite, on lui accorde ensuite une année de repos, pendant laquelle la terre est soumise à des labours qui l'ouvrent, l'étalent aux influences atmosphériques, en la délivrant en même temps de toute végétation spontanée qui épuiserait ses sucs sans grand profit pour le cultivateur. Ce système ne commence à être possible qu'autant que la terre qui y est soumise possède déjà

des avances de fertilité telles que les plantes puissent y puiser, dès le début, l'aliquote des principes nutritifs nécessaires à leur consommation, en d'autres termes, quand elle est entrée dans ce que Royer appelle la période céréale (1).

L'introduction de ce système devient une nécessité quand l'accroissement de la population exige des ressources alimentaires plus abondantes que celles qui sont fournies par les systèmes du pâturage ou par le système celtique. Aussi, le retrouve-t-on partout, dans tous les climats, à une certaine époque de la vie des peuples. Dans les pays du Nord, il s'est associé avec le pâturage qui a été conservé sur une partie du territoire. Mais dans les pays du Midi, il a occupé tous les terrains, excepté ceux qui pouvaient s'arroser. Le régime des habitants est alors purement végétal, et ce régime convient bien au goût des populations du Midi, auxquelles la nourriture animale inspire de la répugnance, surtout dans la saison chaude, et qui alors la remplacent par les graines des céréales, aliment suffisamment azoté, et qui fait l'objet de la culture presque exclusive des jachères.

Mais cette introduction du système des jachères ne peut s'accomplir sans une révolution considérable dans l'état social du pays. La petite culture, la culture à bras, ne pourrait pourvoir à la nourriture du cultivateur et de sa famille que sur des terres d'une nature privilégiée; elle y est insuffisante sur les terres de qualité moyenne. Il faut donc lui substituer, en tout ou en partie, la grande culture, celle qui se fait à l'aide des animaux. Or, cette substitution exige l'emploi d'un capital dont on n'obtient le service qu'en le payant. Les intérêts de ce capital constituent ce qu'on appelle la rente, qu'il faut prélever sur les produits du fonds, avant que le cultivateur puisse disposer de l'excédant. Comme une grande partie de ce capital a été incorporée avec la terre, celui qui l'a fourni s'est approprié le sol par cette même incorporation

(1) Tome I, p. 319, 2e édition.

de sa propriété mobilière au sol. Il y a donc désormais deux classes d'hommes, qui président à la culture : celui qui a mis le sol en état de produire, qui l'entretient dans cet état, qui fournit les instruments pour sa culture, c'est le propriétaire; celui qui use de ces instruments pour obtenir la production annuelle, c'est le tenancier. Ce n'est réellement qu'en adoptant le système de *culture continue*, que ces deux positions agricoles se constituent.

Voyons maintenant quels sont les capitaux indispensables au système des jachères. Nous avons reconnu d'abord (1) que les défrichements qui doivent avoir lieu au moyen d'un défoncement profond extirpant toutes les racines du champ coûtent jusqu'à 220 fr., lorsque le travail est fait à bras, ce qui a été dans le principe le mode le plus généralement suivi; dans tous les cas, ils coûtent au moins 76 fr. par hectare.

Le besoin de réduire autant que possible le service du capital primitif, besoin qui, dans un système où l'on ne cultive que des plantes à racines peu profondes, se trouve d'accord avec l'économie des travaux, a introduit l'usage de labours successifs, pénétrant de plus en plus le sol, jusqu'à la profondeur voulue. Ces labours, au nombre de cinq à sept, maintiennent les terres dans un état satisfaisant de netteté et d'ameublissement. Leur usage encore usité dans une grande partie des régions du Midi n'a été remplacé que depuis peu de temps par des labours plus énergiques et moins nombreux. Ce système de travaux est simple, régulier; chaque ouvrier est habile au travail unique qui l'occupe; quand il a fini par un bout il recommence par l'autre; tous les devoirs sont prévus, uniformes, et l'exploitation a à peine besoin d'une direction éclairée. Ainsi, dans le Sud-Est de la France les travaux des champs pouvant se faire pendant 260 jours de l'année, l'examen d'une comptabilité exacte prouverait qu'on en a employé :

(1) Tome III, p. 389,

Aux labours.	160 j.
Aux transports des récoltes et aux dépiquages	25
Aux transports des engrais et fourrages. . . .	75
	260

Pour être continu, le travail d'une charrue exige trois animaux. Le labour d'un hectare se fait en trois journées : ainsi chaque charrue laboure 55 hectares, et en comptant 7 œuvres par chaque hectare, il faudra une charrue pour 7,57 hectares de terre à jachère, et par conséquent pour 15 hect. 14 de l'étendue du domaine dans l'assolement biennal. L'introduction de nouveaux instruments, du scarificateur (griffon), par exemple, pour les dernières œuvres de l'ensemencement des terres, a modifié avantageusement cet ordre de choses. En effet, il faut remarquer que les travaux de jachère, ayant toujours peu de profondeur, n'emploient pas à beaucoup près toute la force que peuvent donner les animaux. Les scarificateurs à plusieurs socs mettent en action toute cette force et expédient ainsi beaucoup plus d'ouvrage. Aussi voyons-nous que sur un domaine de 25 hectares on n'a employé par cette méthode que 12,93 journées, au lieu de 21 journées que l'on employait en ne se servant que des araires.

Le prix d'acquisition des bêtes de travail est moyennement de 200 fr. pour les bœufs, et de 400 fr. pour les chevaux ; mais comme, en France, le nombre des chevaux et mulets d'attelage est à celui des bœufs comme 24 : 20, nous pouvons évaluer le prix moyen des bêtes de travail dans ce pays à 309 fr. On peut compter une somme égale pour les divers instruments de culture et de transport

Il faut ensuite nourrir les cultivateurs et leurs bestiaux pendant un an avant de percevoir aucun fruit ; cette nécessité se trouve au début de toutes les cultures. Il en coûte donc pour l'ouvrier 500 fr., et pour les bêtes de travail 450 fr. ; il faut aussi les loger les uns et les autres, ce qui entraîne à

des dépenses de bâtiment de 300 fr. pour les bêtes et de 100 fr. pour l'ouvrier. Enfin, il faut ensemencer les terres cultivées par une charrue; les semences coûteront 38 fr. par hectare; nous aurons donc une avance de 287 fr.

Ainsi le capital avancé sera de :

Défrichement.	1,265 fr.
3 bêtes de travail.	927
Instruments et harnais	927
Nourriture et salaire d'un homme pour un an	500
Nourriture et entretien d'un an de 3 bêtes. . .	450
Bâtiments pour 3 bêtes.	500
Bâtiments pour l'homme.	100
Semences	287
Pour 15 hect. 14 de terrain.	4,956
Par hectare.	327

Ce qui, à 10 p. 0/0, en y comprenant les primes d'assurance et d'entretien de ce capital, donnera une rente moyenne de 33 fr. par hectare ou 150 kil. de blé.

Pour connaître maintenant les produits de la jachère pure, alors qu'elle marche sans association quelconque avec le pâturage et les prairies, nous supposerons que les bêtes de travail se nourrissent des produits du domaine en paille et en orge, comme elles le font en Espagne, en Sicile et ailleurs. Nous aurons pour le produit de l'amélioration atmosphérique apportée par la jachère, savoir :

18 kil. 36 d'azote, ci.	720 kil. de blé.
Azote contenu dans les fumiers de 3 chevaux diminué de 20 p. 0/0 pour la déperdition, 6 kil. d'azote, ou.	250
Total. . . .	970 kil.
A déduire valeur du fourrage consommé par les chevaux.	124
Reste.	846 kil. de blé.
Et par hectare.	423

Les travaux annuels de la jachère coûtent 620 kilogr. de

blé, dont la moitié pour un hectare 310 kilogr.; si l'on ajoute à cette somme les 150 kilog. de la rente on aura 460 kilog.; valeur qui surpasse celle de la récolte.

Ainsi le cultivateur recevrait pour son paiement :

423 — 150 kil. = 273 kil. de blé.

quantité qui, multipliée par 15,14 hectares qu'il cultive, donnera 4,133 kil. de blé, tandis que le propriétaire n'en recevrait que 2,271 kilog. Or, l'entretien du cultivateur et de sa famille ne s'élève qu'à 2,902 kilog. de blé (1), et la concurrence de ceux qui demandent des fermes ne tardent pas à le ramener à ce chiffre. Alors le produit qui est de 6,404 kilog. de blé, se répartit de la manière suivante :

Au tenancier	3202
Au propriétaire	3202
Total.	6404
Ou par hectare pour chacun.	211 kil. 50 de blé.
Ou. . .	46 fr. 53

C'est le système du métayage, amené d'une part par les avances, de l'autre par la concurrence des ouvriers.

Le capitaliste défricheur reçoit ainsi un intérêt de 11,6 p. % de son capital. Mais le premier entrepreneur, le premier défricheur seul peut prétendre à ce haut intérêt. C'est ainsi que les pionniers américains revendent à de très-hauts prix les propriétés qu'ils ont défrichées. Ceux qui achètent de seconde main se contentent d'un intérêt bien plus modique. Ils en sont venus à ne demander que 3 p. % de l'argent placé en terres. Ainsi un hectare de terrain de nature moyenne, placé sous le système de la jachère pure, se vendra 1,514 fr.

(1) Tome III, p. 57.

On voit donc comment a pu marcher le système des jachères avec un premier bailleur de fonds qui met la terre et l'entretient en état de production, et il est inutile que nous cherchions à appliquer nos raisonnements à ses diverses variétés, à l'assolement triennal, par exemple.

Ce système est rarement pur, et il s'associe le plus souvent avec la mise d'une partie des terrains en prairies; celles-ci, en fournissant des engrais, tendent à faire passer le système de la jachère aux systèmes avec engrais extérieurs, et modifient plus ou moins ses résultats.

Dès les temps les plus anciens on trouve aussi la culture des graines légumineuses, des fèves, des pois et des haricots, et plus nouvellement des pommes de terre entrant pour une faible part dans les domaines soumis à la jachère; mais ces cultures y sont bornées à ce qui est nécessaire pour la consommation de leurs habitants. Elles exigent des travaux à bras et les ouvriers habitués à conduire des animaux y répugnent. Selon le proverbe local, ils *trouvent la terre trop basse*. Si l'on a un coin de terre assez frais on le destine à une chenevière qui usurpe une partie des engrais de la ferme : l'introduction des prairies temporaires de plantes légumineuses, celle des plantations d'arbres, mûriers, vignes, pommiers, oliviers, figuiers, etc., se font aussi graduellement et améliorent les conditions de la culture. Toutes ces tentatives qui prennent peu à peu de l'extension tendent à faire la transition vers un autre système plus avancé.

Il ne faut pas confondre le système des jachères, qui a pour but de réunir sur une seule récolte le bénéfice des engrais atmosphériques de deux années, avec la jachère accidentelle à laquelle on revient quelquefois pour débarrasser la terre des plantes adventives que l'on ne peut faire disparaître, sur certains sols, qu'au moyen de cultures qui se succèdent pendant toute une année. Cette jachère n'est qu'un procédé de culture intermittent et non un système suivi.

Indépendamment de ses propriétés fertilisantes, la jachère

devient nécessaire dans des terres argileuses, compactes, que l'on ne peut mettre en état de recevoir les semences que par des labours réitérés. C'est une circonstance spéciale propre à tel ou tel terrain et qu'il ne faut pas confondre non plus avec le système des jachères.

Il a semblé quelquefois que l'on pouvait sortir de ce système par des labours profonds, et on a cru qu'ils suppléaient aux engrais. Quand on défonce un terrain qui pendant plusieurs années n'a reçu que des cultures superficielles, on reporte à la surface des particules de terre vierges de tout contact avec les racines des plantes et qui cependant ont reçu par infiltration une partie des engrais des couches supérieures. Il arrive aussi dans les terrains d'alluvion que ces couches profondes ont une fertilité originaire qui n'a jamais été mise en action. Par le défoncement on obtient pendant quelques années des récoltes abondantes, mais elles ne tardent pas à diminuer. Un nouveau défoncement ne présente plus les mêmes avantages, et il faut enfin recourir aux engrais ou à la jachère. C'est ce que savent très-bien nos paysans du Vaucluse. Ils sont tout disposés à louer à haut prix et pour un petit nombre d'années (3 ou 5 ans) des terres à sol profond qui ont été longtemps sous le système de la jachère ; mais ils ne renouvellent jamais ces baux au même prix. C'est une mine que l'on exploite quelquefois là où la population est nombreuse et industrieuse, mais il faut laisser le temps aux filons de se reformer avant d'y recourir de nouveau.

4. Système des cultures arborescentes.

Le plus souvent la culture des arbres est associée sur le même terrain avec celle des plantes cultivées dans leurs intervalles (culture cananéenne); c'est ce qui a lieu pour les arbres à tige dans le Midi, où on les dispose en oullières. L'Orient, l'Italie, la Provence, l'Espagne offrent l'exemple

habituel de ce système mixte. Dans le cas où le sol est fertile et frais, on couvre d'arbres toute sa surface, si sous leur ombrage il peut encore venir une récolte abondante d'herbes; c'est ce que l'on voit dans les vergers de pommiers de la Normandie et de nos vallées sub-alpines du Midi, où l'on trouve le pommier et le prunier; c'est encore là un système mixte. Le système pur des cultures arbustives ne se trouve, en général, que sur des sols dont la surface ne se prête pas bien aux cultures annuelles, soit à cause de sa nature sèche et pierreuse recouvrant un fond perméable aux racines, soit parce qu'il est inondé à différentes reprises par des débordements de rivières. L'olivier, la vigne, le mûrier sont, dans notre région du Midi, les arbres qui occupent ces terrains. Sur des sols propres à donner de belles récoltes de plantes annuelles, on voit s'établir aussi des cultures arbustives que l'on juge propres à des résultats plus avantageux : tels sont les vignobles du Languedoc et de la Saintonge destinés à produire de l'esprit de vin; telles sont les plantations de mûriers, qui surtout dans ces dernières années se sont multipliées sur les meilleurs terrains.

On conçoit aisément les raisons qui peuvent faire substituer les arbres aux plantes herbacées, quand le sol est peu propre à produire ces dernières. L'adoption du système arborescent est alors forcé. Il ne s'agit que de faire un bon choix de l'arbre que l'on adopte, soit relativement à ses convenances culturales, soit quant à la possibilité de tirer un bon parti du produit. On se décide à planter les bons terrains en végétaux frutescents : là où la culture est chère et où l'on cherche à diminuer la main-d'œuvre; là où le prix de revient des produits est déprimé par la concurrence que font des produits similaires venus dans des contrées placées dans de meilleures conditions; là où les plantes fourragères venant mal, on est privé des engrais nécessaires pour porter les plantes annuelles à un développement convenable. Toutes ces causes agissent puissamment dans le Midi et contri-

buent à maintenir et à étendre la culture des vignes dans des terres de première qualité.

D'ailleurs, il faut en convenir, le prix des produits des arbres n'est pas toujours nivelé avec celui des plantes herbacées ; et la raison en est bien simple. Toutes les plantations d'arbres ne produisant qu'après plusieurs années d'attente, elles supposent la possession d'un capital égal, outre les frais de la plantation, à celui des cultures, et de la rente du nombre d'années où l'on sera privé de toute rentrée ; la spéculation n'est donc pas à la portée de tout le monde, elle est une exception, elle constitue un monopole d'autant plus étroit que le capital nécessaire est plus considérable ; la concurrence est limitée, et, par cela même, les prix des produits s'élèvent dans les limites de cette même concurrence.

Cependant il est une de ces cultures qui, en France, par des circonstances particulières, paraît avoir atteint et dépassé même la limite de l'égalité avec les cultures communes, nous voulons parler de celle de la vigne. Si le lecteur veut bien se reporter aux calculs qui terminent l'article consacré à cet arbuste (1), on pourra voir que quand on livre la vigne à la seule action des gaz atmosphériques et qu'on ne lui applique pas beaucoup d'engrais, elle met évidemment en perte (2), et que ce n'est qu'en mettant en oubli et s'imposant à soi-même la banqueroute des frais primitifs qu'on peut la continuer. Aussi, les grandes plantations sont arrêtées, mais on en fait encore de petites, et cela vient d'une disposition de la loi qui exempte de l'impôt le vin provenant du cru de celui qui le consomme. Outre l'économie positive qui en résulte, il faut compter, pour l'habitant des campagnes, sur une exemption de soucis, de formalités, qui, pour lui, dépassent toute l'économie qu'il pourrait trouver à acheter sa boisson, outre la facilité de frauder en vendant son vin

(1) Tome IV, p. 680.
(2) *Id.*, p. 685.

à son voisin. C'est ainsi que la France s'est trouvée inondée de vins de qualités inférieures qui tendent à détruire la grande culture de la vigne, faite dans des terrains médiocres ou tout-à-fait inférieurs et donnant de bons vins de table. Il n'y a plus désormais de possible que la vigne plantée sur des sols exceptionnels et donnant des vins de première qualité, ou celle qui est traitée avec une grande abondance d'engrais pour fournir des vins de chaudière; celle-ci entre alors dans un autre système, où l'on se substitue à la nature pour alimenter les plantes d'engrais.

L'olivier, quand il est cultivé sans engrais, ne se soutient sur le sol français que grâce à la protection des douanes; mais dans les pays plus avancés vers le Midi et où il ne craint pas l'atteinte des hivers, c'est une culture importante et qui fera la richesse des populations, tant que l'on ne s'y livrera pas avec plus d'activité à la production des huiles de graine, qui, comme celle du sésame, abaissera le prix de toutes les autres.

Le pommier se retire de plus en plus devant le vin apporté par des voies de communication plus faciles; nous renverrons à notre quatrième volume ceux qui voudraient calculer les chances de succès des autres cultures arborescentes, et nous nous bornerons à ajouter un mot sur le mûrier.

Nous avons établi ailleurs(1) que si le prix de l'organsin de 28 à 30 deniers descendait à 59 fr. (le prix moyen des années précédentes était de 88 fr.), la culture du mûrier serait nivelée à Orange avec celle du blé, et qu'en considération des avances à faire et de l'attente des produits, on cesserait d'y faire des plantations si le prix moyen descendait à 75 fr. En octobre 1848, les organsins organdis que nous avons pris pour types étaient descendus à 53 fr. et même à 50 fr. La terreur que cette baisse a causée dans les contrées séricicoles, quelque évidentes que fussent les causes accidentelles qui l'avaient déterminée, nous apprend de quel coup pourrait

(1) *Recueil de mémoires d'agriculture*, t. III, p. 263 et suiv.

être frappée l'industrie agricole du Midi, si une cause permanente venait à abaisser le prix des soies. Quand on pense ensuite aux progrès que font partout les moyens de communication avec des peuples retranchés naguère de la communication des nations, avec la Chine, par exemple ; à ceux plus menaçants encore que ne cesse de faire l'agriculture des indigènes de Java, de Bornéo, de l'Inde, placée sous l'influence de gouvernements réguliers, on peut craindre qu'un jour les soies d'Europe n'éprouvent une dépréciation constante, à laquelle la culture négligée des mûriers ne remédierait pas. Le remède serait dans une culture plus riche et plus savante, dont nous avons indiqué les principes dans le quatrième volume de ce Cours.

En un mot, les cultures arborescentes comme les cultures annuelles, abandonnées aux soins de la nature, ne recevant que les aliments qu'elle départit d'une main avare, céderont devant des cultures soignées, où le travail sera secondé par l'engrais. La baisse régulièrement constante du prix des produits, qui marche avec l'accroissement du capital, est le plus souvent accompagnée de la hausse des profits des producteurs; mais cette baisse est fatale aux cultures qui manquent de capital, et qui sont obligées de se retirer devant les bonnes cultures comme les Indiens de l'Amérique du Nord devant les peuples industrieux des États-Unis ; la baisse subite, imprévue, n'est qu'un effet du désordre, qui paralyse le capital de l'industrie en préparant la disette et la cherté.

Si la Providence prépare à l'Europe la continuation des jours calmes qui lui ont fait faire de si grands progrès pendant trente-trois ans, nous avons peu de confiance dans l'avenir du système des cultures arborescentes, qui, comme les cultures annuelles, ne seront pas aidées d'une abondante distribution d'engrais ; ce n'est que dans les cas que nous avons énoncés en commençant, quand on a des terrains à fond riche et à surface stérile, ou des terrains sujets à des chances d'inondation répétées, que l'on doit recourir aux arbres pour

en exploiter la richesse, soit par la production des fruits, soit même par celle des bois qui exigent un bon fond, comme les saussaies et les taillis de bois blanc, les tamariscs, les roseaux (*arundo donax et phragmitis*), et d'autres productions de ce genre, qu'il ne faut pas confondre avec le système forestier.

TROISIÈME DIVISION

LA NATURE SUPPLÉÉE PAR L'HOMME POUR FAIRE CROITRE LES PLANTES ET LEUR FOURNIR DES ALIMENTS.

---

1. Système continu avec engrais extérieurs. — *Système d'emprunt. Système hétéro-sitique* (nourriture étrangère).

Les produits spontanés de la terre, même aidés par la culture de nos mains, ne nous suffisent plus ; nous voulons ajouter d'autres aliments aux aliments que contient le sol ou qu'il reçoit annuellement de l'atmosphère : ce sont les engrais qui accroissent sa fécondité. Mais ces engrais il faut les produire, ou les importer. Les produire c'est un art plus avancé, comme nous le verrons plus loin; les importer en les empruntant à un autre sol ou en les achetant, c'est une méthode plus simple, mais qu'il ne dépend pas de nous d'adopter. Il faut que la production ou le marché des engrais existe et existe à notre portée pour nous dispenser des soins et des travaux de leur création. C'est ainsi que la fabrication des engrais a lieu à Paris, par exemple, d'où on les distribue et les vend dans un rayon limité par la possibilité de les obtenir économiquement en ajoutant les frais de transport à leur prix d'achat.

On obtient de plusieurs manières les engrais extérieurs : 1° des bestiaux nourris sur des pâturages sont amenés la

nuit sur des terres en culture, et y laissent une partie de leurs déjections; c'est le *parcage*; 2° on coupe la broussaille, le bois, les herbes vertes sur des terrains non cultivés et on les transporte sur le terrain cultivé pour les y brûler, les y enfouir, l'en couvrir ; 3° on enlève le gazon d'un terrain non cultivé, et on le transporte sur les terres cultivées, pour l'y répandre ou l'y brûler; c'est ce que l'on nomme l'*étrépage*; 5° on achète les engrais fabriqués ou produits au dehors.

1° *Parcage.* Ce mode d'exploitation est sans contredit le plus usité; nous en avons déjà décrit les effets (1). L'étendue des terres que l'on peut ainsi fertiliser est réglée par la richesse des pâturages, qui elle-même détermine le nombre de têtes de bétail que l'on peut y entretenir. Chaque mouton du poids de 17 kilog. (poids moyen des moutons en France) donne par nuit 0 kil. 0037 d'azote sur un mètre carré, ou 0,022 par 100 kil. de son poids. Ainsi une seule nuit du troupeau renfermé dans un espace tel que chaque mouton est contenu dans un mètre carré équivaut à l'application de fumiers renfermant la quantité de 0,0037 d'azote par mètre carré, et 10,000 moutons fourniraient ainsi 37 kil. d'azote équivalant à 9,250 kilog. de fumier de ferme. Les déjections des moutons dont la principale valeur consiste dans leurs urines, étant un engrais peu durable et produisant presque tous ses effets dès la première année, on peut regarder cette quantité comme une fumure passable pour une terre déjà en bon état, puisqu'elle peut reproduire 1,229 kil. de blé (17 hect. par hectare). Le climat décide ensuite du plus ou moins grand nombre de nuits de parcage que l'on pourra faire.

Dans les exploitations où les troupeaux sont à demeure, on les fait parquer une partie de l'été. En Provence, où les troupeaux restent l'été à la montagne, c'est

(1) Tome I, p. 542 et suiv., 2e édition.

pendant les belles nuits de l'automne et de l'hiver qu'on les fait parquer. On évalue la valeur du parcage annuel à 1 fr. 50 c. par tête de mouton ; mais comme on n'y parque que 90 nuits en moyenne (1), ce qui ne donne que 0 kil. 333 d'azote, on voit que l'on paierait l'engrais fort cher, ou plutôt que ne comptant que sur ce qu'il fait produire la première année, on tiendrait peu de compte de celui qui reste ensuite dans la terre. Cela explique d'ailleurs comment les agriculteurs paient à un aussi haut prix les engrais rapides.

Si le pâturage n'est susceptible que de nourrir 7 moutons par hectare, et 14 pendant la moitié de l'année, ce qui est le terme le plus bas assigné par Piétri aux pâturages à moutons, comme il faut en Provence 111 moutons parqués pendant 90 nuits pour fertiliser un hectare, il faudrait joindre à chaque hectare à fertiliser 7 hect. 9 de pâturage. Les herbages de la Crau nourrissent en moyenne pendant l'hiver 1,6 tête de mouton par hectare, ceux de la Camargue 9 têtes par hectare (2) et avec la pâture des jachères qui y est jointe 12 ou 13 têtes.

Sur les jachères on entretient environ 4 moutons par hectare ; et si l'on parque pendant 150 jours de l'année, il faut 66 moutons pour parquer un hectare et 16 hectares de jachère pour en fumer un.

Quand les pâturages sont éloignés des champs on ne peut plus faire parquer et l'on recueille les excréments solides des nuits pour les transporter ensuite sur les terres en culture. Leur valeur est assimilée en Provence à 0 f. 25 par tête de mouton (3), ou seulement à 0 kil. 055 d'azote par mouton pendant 6 mois, en supposant que le prix de ces engrais fût le même que celui de l'engrais de parcage relativement à sa teneur en azote. Les urines, la partie la plus précieuse des déjections, sont alors perdues.

(1) *Statistique des Bouches-du-Rhône*, t. IV, p. 401.
(2) *Id.*, t. IV, p. 94.
(3) *Id.*, t. IV, p. 493.

2° Dans le voisinage des forêts qui sont mal conservées, on ramasse les feuilles à mesure de leur chute pour les faire servir de litière. Ces feuilles sont la plupart très-riches en azote. Ainsi les feuilles sèches de bruyères renferment 1,72 pour 100 de leur poids d'azote; celles de genêt unies à leurs tiges 1,22 pour 100; celles de hêtre 1,17; celles de chêne 1,17; celles de buis 1,17; celles de peuplier 0,55; etc., etc. Ce dosage est fait sur des feuilles vivantes desséchées, et non sur les feuilles mortes tombées de l'arbre qui sont beaucoup moins riches. C'est leur décomposition qui enrichit chaque année le sol des forêts, qui entretient l'humidité du sol, qui sert de lit aux graines qui se détachent et favorise leur germination. Ce ne serait donc que dans les bois dont le sol est actuellement très-riche que leur enlèvement pourrait être toléré; mais il l'est quelquefois, par abus, dans ceux où le sol est le plus pauvre. L'agriculture profite de cette négligence.

Les espaces couverts de bruyères, de fougères, de landes de pins, fournissent aussi leurs rameaux frais ou secs qui donnent après la fermentation un engrais abondant. On obtient des cendres au moyen des souches brûlées. Toutes ces ressources sont mises en œuvre avec plus ou moins d'intelligence. Nous avons cité (1) le procédé employé en Bretagne pour se procurer de l'engrais au moyen de semis de pins maritimes. Le buis offre aussi des ressources importantes; le sol de vallées entières est fertilisé par le moyen de ces touffes de buis qui croissent au milieu des roches des montagnes (2).

Dans d'autres pays, la sécheresse du sol et du climat oppose un grand obstacle à la production des fourrages; telles sont, par exemple, les plaines du Bas-Languedoc. On aurait lieu de s'étonner de la production abondante des vignes à

(1) Tome I, p. 554, 2e édition.
(2) *Id.*, p. 555.

eau-de-vie qui les couvrent, si l'on ne savait qu'elles reçoivent des engrais abondants, provenant des nombreux étangs dont la côte est bordée, et qui produisent chaque année des moissons de grandes plantes aquatiques, le *cyperus longus* (triangle); le roseau (*arundo phragmitis*); la *typha latifolia* (sagne), et autres. Le roseau a une valeur bien supérieure aux autres espèces; aussi, quand il est coupé avant la maturité de ses semences, est-il apprécié comme fourrage. L'agriculture d'une vaste étendue de pays tient à ce système d'emprunt, et l'on ne doit pas s'étonner du haut prix qu'ont atteint les terrains à roseaux. Dès que les travaux de la moisson et de la vendange sont terminés, il s'établit un roulage considérable pour transporter les plantes des marais, liées en gerbes, et pour les amener aux vignobles, quelquefois à la distance de 40 à 50 kilomètres (de la Camargue jusqu'à Saint-Ambrois). Au prix auquel se vendent ces gerbes (2 fr. les 100 kil.), qui les rend déjà chères sur les lieux, on ne s'expliquerait pas qu'on y ajoutât encore celui d'un transport dispendieux, si l'on ne savait que les cultivateurs profitent ainsi d'un temps où gens et bêtes seraient inoccupés. Supposons que l'on parvînt à dessécher une grande partie des étangs de la côte, aussitôt le système agricole de la plaine, qui ne tient qu'à la possibilité de ces transports d'engrais, devrait se modifier profondément. Une vaste étendue de terrains consacrés à la vigne, mais d'une nature trop caillouteuse et trop sèche pour faire de bonnes terres à blé, serait abandonnée, et retournerait à la production des bois, à laquelle l'avait destinée la nature. Un marais bien couvert de roseaux donne, sans autre travail que leur coupe et leur bottelage, une récolte souvent plus avantageuse que ne le serait tout autre produit. Les desséchements incomplets, qui ont souvent eu lieu dans le pays, ont fait plus de mal que de bien; ils ont mis les terres dans un état où, cessant de produire de bonnes récoltes de roseaux, elles ne peuvent encore en donner de céréales.

Les goëmons, les algues, que l'on recueille sur les côtes, soit quand ils ont été détachés par les flots du fond, soit quand on les arrache au moyen de grands rateaux, peuvent aussi se ranger dans la classe des engrais empruntés. C'est un terrain sous-marin qui fournit alors l'engrais. Cette ressource fait la richesse des côtes de Bretagne, de la Saintonge, de l'Aunis, et des îles qui les avoisinent. L'opulence de la culture semble expirer tout-à-coup là où s'arrête cette importation, et l'on ne peut que s'étonner de la faible étendue de la bande enrichie, qui selon M. Lemaire, n'est pas de plus de 2 kilomètres à partir de la côte (1).

3° *Étrépage*. Nous ne pouvons mieux faire connaître ce système qu'en citant ce qu'en écrit le même auteur. C'est une monographie qui ne laisse rien à désirer (2).

« L'étrépage consiste à enlever, avec les végétaux qui ont cru sur le sol des landes, quelques centimètres de la couche qui les a nourris. Ces végétaux (bruyères et ajoncs) sont destinés à servir de litière dans les étables, ou à être répandus dans la cour et sur les passages les plus fréquentés de la ferme, pour y être attendris et mis en miettes par le piétinement des bestiaux, et recevoir les matières animalisées qui y tombent. Lorsque les étables et les cours sont suffisamment pourvues, le fermier fait encore lever des pellées, et cela surtout dans les endroits où il ne croît ni bruyères ni ajoncs, et où le gazon couvre seul le sol. Ces pellées, après être restées quelque temps en petits monceaux, sous le nom de mailles, sont ensuite remises en plus gros tas pour éprouver une première fermentation, et, selon l'expression vulgaire, se mûrir. Elles sont ensuite mêlées avec le fumier des étables en en alternant les couches.

« Maintenant, peut-on dire que les landes, dans ces localités, ne donnent aucun produit? Non, cette assertion serait

(1) *Agriculture de l'Ouest*, de M. RIEFFEL, t. III, p. 386.
(2) *Id.*

fausse, et leur produit, si du moins il n'est pas direct, est loin d'être aussi faible que peuvent le penser ceux qui n'examinent que superficiellement les choses. Les terres en labour portent les végétaux, et les landes concourent avec les prairies, et cela dans une notable proportion, à fournir les aliments que réclament ces végétaux.

« Il est un fait qui prouve positivement ce que j'avance, c'est que dans certains lieux où l'étrépage est pratiqué, une ferme de 25 hectares se compose seulement de 13 hectares en terres labourables et en prairies : le reste est sur landes ou pâtures vagues ; cette ferme se loue cependant 700, et même 800 fr.

« L'étrépage est le seul moyen qui, dans l'état actuel, soutienne le système usité dans ces localités.

« Disons maintenant que, si jamais le voyageur eut raison de traiter de barbare l'habitant de nos contrées, c'est, sans contredit, en le voyant se livrer à cette pratique. Sa conduite n'a-t-elle pas une certaine analogie avec celle du berger qui, non content de la laine de son troupeau, se résoudrait à l'écorcher pour augmenter sa rente. De Candolle compare ce système de culture à l'agriculture nomade; toutes les deux, en effet, sont l'enfance de l'art, toutes les deux ont les mêmes causes, le défaut de population et le manque de savoir-faire des gens ; mais l'Arabe qui lève sa tente pour la porter ailleurs, lorsque les lieux sur lesquels il l'avait plantée se trouvent épuisés, est moins barbare que l'étrépeur ; le premier épuise une partie des forces végétatives du sol, le second les détruit.

« Les résultats que doit avoir un pareil système sont bien évidents, et il est peut-être hors de propos de s'arrêter à les discuter ; ne tend-il pas à l'appauvrissement du sol, appauvrissement déjà bien sensible dans beaucoup d'endroits, et dont j'ai entendu maint cultivateur se plaindre, tant sous le rapport de leurs champs, que sous celui de leurs landiers, sans que la bonne foi allât jusqu'à reconnaître qu'ils en

étaient la cause. Partout, en effet, la rente augmente; là, elle a diminué depuis vingt-cinq ans.

« Envisageant d'abord la chose sous le point de vue économique, on ne peut concevoir rien de plus onéreux qu'une telle manière de produire l'engrais, puisque pour la production vous altérez et même détruisez le fond; mais reconnaissez avant tout que cet engrais, dont on ne peut du reste contester la richesse, porte en lui-même un grand défaut; c'est qu'il est souvent pris dans des terrains très-graveleux, et qu'alors l'étrèpe ayant enlevé une quantité assez considérable de gravier soulevé par les racines, cet engrais transporté sur les terres légères, comme cela arrive souvent, produit un fort mauvais amendement. En augmentant la richesse du sol, on altère sa puissance; on fait un bien passager et l'on cause un mal qui sera bien plus durable.

« C'est même ainsi et par l'aridité des terres des landes, qui quelquefois n'ont pu être complétement détruites, que l'on peut expliquer la détérioration des champs dont se plaint le cultivateur.

« Voyons ce que nous enseigne l'analyse de cette pratique, et prenons pour cela une parcelle de terre où le degré de richesse soit à peu près uniforme, mais trop faible pour donner droit d'attendre une végétation convenable. N'ayant pas d'engrais à y mettre, le cultivateur apprécie, après avoir divisé le terrain en deux parts, quelle est celle qui mérite le mieux la culture et qui supportera plus avantageusement ce surcroît de richesse. Il enlève sur l'autre partie les éléments de végétation qu'elle possède, c'est-à-dire son *humus*, pour en enrichir la partie à laquelle il veut confier la semence. Que résulte-t-il de cette première appréciation? La destruction de la moitié du terrain qui est annulé, en devenant incapable de production végétale. Je suppose que la récolte obtenue soit de celles qui sont livrées tout entières au commerce et ne laissent sur le sol aucun des matériaux de nouvel engrais; la moitié de notre portion de terre qui l'a pro-

duite n'est plus assez riche pour en produire une seconde, et si l'on veut récolter encore il faut revenir à des engrais étrangers, il faudra diviser le terrain qui a porté la dernière récolte en deux parties et ruiner l'une pour enrichir l'autre. En continuant ainsi, on tend nécessairement à stériliser toute la surface du sol ; et c'est là qu'on arriverait plus tôt ou plus tard, selon l'avidité du cultivateur à user de ce moyen de production.

« Prétendra-t-on que cette assertion est exagérée ? Les faits la confirment et le raisonnement est entièrement d'accord avec les faits ; on étrèpe tous les trois, quatre, cinq ans ; la couche de terrain enlevée est de 28 à 30 millimètres; l'épaisseur de terreau qui se forme avant que l'opération soit renouvelée n'est généralement que de moitié, c'est-à-dire d'environ 15 millimètres. Il suffirait de constater ce fait, qui est incontestable, pour prouver combien cette pratique est destructive.

« L'étrépage appauvrit, non-seulement le terrain sur lequel il est opéré, mais il détruit l'espoir de voir ce terrain acquérir de nouveau une certaine fertilité. En effet, sont-ce les troupeaux qui vaguent sur le sol des landes qui lui en donneront les premiers éléments ? Non, car leur instinct les porte naturellement à éviter les lieux où ils ne trouvent aucune pâture. Les engrais atmosphériques sont donc les seuls sur lesquels on puisse fonder quelque espérance de voir surgir une nouvelle végétation ; mais combien leur effet est-il léger sur un sol compacte, qui n'a jamais été remué, et qu'ils ne font par conséquent qu'effleurer ! Le plus souvent encore, l'eau qui coule des bruyères environnantes reste à croupir sur le terrain creusé par l'étrèpe, et neutralise l'influence de ces engrais. » (Ces eaux, au contraire, n'apportent-elles pas des solutions des principes végétaux du sol des bruyères ?)

« De plus, outre ce qui résulte de la décomposition des matières végétales, l'étrèpe enlève encore la partie terreuse

qui constitue le sol, c'est-à-dire cette réunion d'éléments propres à recevoir les substances organiques qui y tombent accidentellement, et à en former un nouvel *humus*. »

Il existe diverses terres de landes pour lesquelles il fut une époque où on les eût fait passer, avec bien peu de peine et presque sans frais, en période fourragère ou céréale, et qui, par le peu d'épaisseur où l'étrépage a réduit le sol, se trouvent vouées pour toujours à l'infertilité; mais où la chose devient plus triste, c'est lorsque la position assez culminante des lieux détruit tout espoir de voir le sol se reconstituer de manière à reconquérir son ancienne fertilité, et c'est à quoi le laboureur breton ne fait jamais attention.

« Je cite ici des cas exceptionnels; mais pourtant déjà les landes appauvries ne présentent plus au cultivateur les mêmes ressources qu'il en a tirées, car les terres soumises jadis à l'étrépage tous les trois ou quatre ans ne le sont plus aujourd'hui qu'après cinq à six ans, et l'ajonc y a été remplacé par les bruyères. Sentant dès-lors l'insuffisance de leurs landes, on voit dans beaucoup d'endroits des fermiers, que l'œil du maître ne surveille pas assez, lever des pellées sur les prairies et les pâtures précieuses par le parti qu'ils pourraient en tirer en agissant autrement, et se procurer ainsi des éléments de récoltes que les landes ne leur donnent plus et qu'ils ne savent pas se procurer d'une manière moins contraire à la plus grossière économie. »

L'auteur de ce travail fait voir ensuite que ce système lèse la société en ce qu'il dévore sans remède l'avenir de la terre; il insiste sur la résistance des fermiers aux conseils des propriétaires qui voudraient circonscrire le mal, et pense que l'adoption du métayage, en donnant à ceux-ci plus d'autorité, pourrait préserver les landes de la destruction qui les menace. Il montre ensuite combien ce système de céréales pur avec apport d'engrais pèche par la mauvaise distribution des travaux.

« Le laboureur est presque oisif pendant tout l'hiver ; les

femmes suffisent à administrer aux bestiaux les soins les plus indispensables, les seuls qu'il juge à propos de leur donner, tandis que, de temps en temps, ses garçons sont occupés à étréper. Mais aussitôt que le printemps vient exciter la végétation, il est alors accablé par le sarclage à la main des céréales, et cela jusqu'au moment où il ne peut plus, sans faire tort à ses récoltes, continuer à arracher les plantes qui leur disputent les sucs de la terre (la continuité de la culture de céréales sur le même terrain contribue à le souiller d'herbes adventives). La récolte des foins vient l'interrompre dans ces travaux, auxquels la famille ne peut le plus souvent suffire; il faut alors se procurer à grands frais des journaliers. Enfin, dès que les récoltes sont battues et ramassées, il faut en toute hâte donner au champ les labours préparatoires et faire les transports d'engrais; aussitôt ces deux opérations terminées, l'ensemencement commence : c'est un moment très-pénible pour le cultivateur et ses attelages; quelque diligence qu'il mette, la mauvaise saison le gagne, et une partie des semences est toujours placée dans des conditions défavorables.

« Les champs dans ce mode de culture peuvent, il est vrai, être entretenus dans un état constant de richesse par de grands apports d'engrais; mais jamais aucun travail efficace, tendant à détruire les mauvaises herbes, n'y est pratiqué, et ne vient, sous ce rapport, suppléer à l'alternance des récoltes.

« Il nous reste à montrer que, même sous le rapport de la production annuelle, ce système de culture est encore au-dessous de tout autre. Voici quelle est la production en grains sur une ferme telle que celle que j'ai citée, composée de 15 hectares en terres cultivées et 12 hectares en terres incultes soumises à l'étrépage; cette ferme, située sur les côtes, est à portée de se procurer à fort peu de frais les engrais de mer; mais ces moyens de richesse ont été jusqu'à présent négligés par tous ceux qui l'ont exploitée. Sur les 15 hec-

tares, 5 sont en prairies, les 10 autres portent chaque année une récolte de céréales comme il suit :

7 hectares sous froment, donnant à l'hectare 13 hect., ci.	91 hect. à 18 fr.	1,638 fr.
(1) 3 hectares sous avoine, donnant à l'hectare 18 hect., ci.	54 hect. à 7 fr.	378
		2,016
Produit brut, par hectare moyen.		80 fr.

L'auteur cherche ensuite à comparer ce système à celui d'une jachère biennale, avec association d'un quart en prairies permanentes. Ainsi il a ,

3 hectares d'anciennes prairies;
3 hectares de prairies nouvelles, créées sur les parties les plus favorables des anciens champs;
Et 19 hectares de terres en culture, ce qui fait chaque année 9 hectares 50 sans fumure; à 18 hectolitres l'hectare...

Ci.	171 hect. à 18 fr.	3,078 fr.
Par hectare moyen. . . .		124 fr.

Il obtient, d'ailleurs: la netteté des champs par la réduction considérable de main-d'œuvre; une diminution dans la quantité des semences, qui, pour l'étrépage, sont de 5 hect. 50 par hectare, dans la prévision qu'une grande partie des grains seront étouffés par les mauvaises herses; une augmentation de produit de bétail, et, enfin, la conservation du territoire qui n'est plus soumis à une détérioration progressive.

5° *Achat d'engrais extérieurs.* Bienheureux les cultivateurs qui se trouvent placés dans une situation telle qu'ils

(1) Cette sole est ordinairement divisée en avoine, millet et sarrasin; nous l'avons supposée toute sous avoine, afin de simplifier l'évaluation. Depuis quelques années, 1/2 hectare est consacré à la culture des pommes de terre, c'est un progrès naissant, mais si faible qu'il n'a qu'une bien légère influence sur l'économie rurale du pays; le seul avantage que le cultivateur reconnaisse à cette culture, c'est de fournir à ses gens une nourriture très-peu coûteuse. (Note de M. LEMAIRE.)

peuvent acheter constamment, et à des prix avantageux, les engrais nécessaires à leur exploitation. Leur besogne se trouve bien simplifiée, l'agriculture cesse d'être un art compliqué. elle prend la simplicité d'une fabrique. On vend tout ce que l'on produit; l'on achète le travail et l'engrais, et rien n'est plus aisé que de juger si la balance est favorable ou non.

Par exemple, dans la culture du blé,

Les travaux s'élèvent à la somme de. . . .	460 kil. de blé,
Les semences à.	160
Total.	620

100 kilogrammes de blé consomment 2 kil. 62 d'azote; mais nous avons l'expérience que dans notre localité les fumiers que nous achetons et qui dosent 0,40 ne reproduisent en deux récoltes que l'équivalent de 5 kil. de blé au lieu de 15 kil. 20 qu'ils devraient donner s'ils n'éprouvaient aucune déperdition. Ainsi le maximum de valeur de 1 kil. d'azote serait de 12 kil. 50 de blé. Nous pouvons l'acheter au prix de 5 kil. 5, transport compris. Nous réalisons donc un bénéfice de 7 kil. de blé par quintal métrique de fumier que nous achèterons, ou 55 pour 0/0 de sa valeur; et quand nous mettons en action pour une valeur de 771 kil. de blé en engrais sur un hectare de terre, c'est un bénéfice de 452 kil. 60 de blé que nous faisons sur cette étendue de terre (99. fr. 57 c.)

Mais les avantages ne se bornent pas toujours à ce premier gain. Nous obtenons le travail à meilleur marché que le cours en nourrissant nos animaux avec des avoines et des fourrages que nous passons au prix de consommation au lieu des prix de vente; ce qui, pour l'avoine, nous donne un bénéfice de 20 pour 0/0 sur sa vente; pour la luzerne, un bénéfice de 50 pour 0/0; enfin, nous avons à vendre une grande quantité de paille, qui nous donne un autre bénéfice de 60 pour 0/0 quand nous la portons à la ville où se trouvent généralement les marchés aux engrais. Ainsi, en organisant un

service de transport, avec la culture la plus simple, nous obtenons sur un hectare :

Économie sur la nourriture des animaux, montant à 1611 kil. de foin par hectare (20 p. 0/0 de 14 kil. 54 de blé prix de 100 kil. de foin).	47 kil.	17
Vente de 6710 kil, de paille à 12 kil. 64 de blé. . . .	848	14
Bénéfice sur l'engrais.	452	68
	1347	99

Pourquoi les fermiers des environs de Paris, placés dans cette situation, n'atteignent-ils pas à ce chiffre? Par trois bonnes raisons : la première, c'est que la brièveté des baux ne leur permet pas de faire une première avance en engrais suffisante pour mettre leurs terres dans un état normal tel que tout l'engrais excédant puisse leur profiter; la seconde, c'est qu'ils sont en général trop peu riches pour l'étendue des terres qu'ils exploitent; la troisième, enfin, c'est que par sa nature le fumier qu'ils rapportent de Paris est trop pailleux, trop peu riche, qu'il tient la terre trop soulevée si on le met en trop grande abondance, et qu'ainsi ils ne peuvent parvenir à tirer le maximum des produits de leurs blés, si ce n'est en aidant les fumiers par d'autres engrais, tels que la poudrette, dont le prix relatif est beaucoup plus élevé, et qui, par conséquent, fait disparaître l'avantage fourni par les fumiers ordinaires; cela établit une sorte d'équilibre dans la quotité des récoltes et fait qu'ils se contentent d'obtenir 1,600 kil. de blé (21 hectolitres) au lieu de 3,000 (39 ou 40 hect.), auquel ils pourraient viser sans cette circonstance.

Non-seulement à la porte de toutes les grandes villes on pratique le système de culture avec les engrais extérieurs, mais encore ce système a pris beaucoup d'extension dans ces derniers temps par l'emploi de différents résidus de fabriques : tel est le noir animal, qui paraît faire de si bons effets sur les terrains glaiseux de l'ouest; tel est encore le grand débit de tourteaux provenant des graines oléagineuses. Ces

produits tiennent à deux industries qui ont pris récemment beaucoup d'extension ; celle de la fabrication et de la raffinerie de sucre, et celle des huiles à brûler qui, par suite des perfectionnements introduits soit dans le mécanisme, soit dans les formes des lampes, ont remplacé le suif et la cire dans l'économie domestique du pays. Mais le prix de ces engrais, de même que celui du guano, de la poudrette, du sang, les a éloignés des emplois les plus vulgaires de la culture, et c'est aux cultures industrielles les plus riches qu'on les destine généralement. Les lins de la Flandre, les houblons, les garances, le tabac, le chanvre, les betteraves, telles sont les principales productions qui reçoivent habituellement les engrais coûteux. N'y aurait-t-il pas de l'avantage à s'en servir aussi pour animaliser, perfectionner les fumiers des villes par un mélange aidé d'un commencement de fermentation ? C'est une question industrielle que doivent se poser sérieusement les fermiers qui achètent des engrais, et dont la solution pourrait contribuer à augmenter leurs bénéfices.

Les alluvions des fleuves sont une espèce d'engrais qui a lieu sans frais, et qui, quand elles sont habituelles, ont confondu leurs bienfaits avec la valeur même du sol, de sorte que l'exploitant n'a plus aucun bénéfice à en retirer.

2. Système continu avec fabrication d'engrais

(*auto-sitique*, qui se nourrit lui-même.) { αυτος, lui-même. / σιτος, nourriture.

On ne peut dire d'aucun système et d'une manière absolue, qu'il est le meilleur. Tous les systèmes ont une valeur relative aux circonstances dans lesquelles ils sont mis en usage ; le système continu auto-sitique, serait déplacé et onéreux dans la situation où l'on peut acheter des engrais à bas-prix, il serait impraticable si les plantes fourragères

améliorantes n'y prospéraient pas sur le terrain à mettre en culture; si ce terrain n'avait pas encore la richesse nécessaire pour porter des récoltes ordinaires; si les produits animaux n'avaient pas un écoulement avantageux, si les bestiaux étaient sujets à des épizooties fréquentes et irrémédiables, si le travail était trop cher, si l'on manquait de capitaux, etc. Mais aussi, dans les situations les plus nombreuses des pays civilisés, c'est ce système qui peut être appliqué avec le plus d'avantage. C'est lui d'ailleurs qui met en œuvre au plus haut degré l'intelligence du cultivateur, son capital, les bras des ouvriers, la force des animaux. Il résume toutes les difficultés, toutes les combinaisons, toutes les chances de l'économie rurale; aussi, c'est à son développement que nous avons dû nous attacher, parce que tous les systèmes y trouvent un enseignement qui leur est propre, et qu'il est seul complet et en possession d'appliquer toute la science agricole.

Une bonne culture et l'application de la théorie des assolements, voilà ce qui constitue le système auto-sitique : nous n'avons donc pas à nous occuper ici de son organisation et de sa conduite, mais nous devons examiner les conditions auxquelles il peut être adapté, et celles qui pourraient le rendre onéreux au cultivateur.

La terre étant supposée en état de culture, et au moins dans la période que nous avons appelée *céréale*, la ressource des engrais extérieurs ne nous étant pas permise, nous avons à nous décider entre les systèmes qui attendent leurs engrais des seules faveurs de l'atmosphère, et le système qui consiste à les produire. Il ne s'agit donc plus que de savoir les effets que l'on peut attendre d'une quantité donnée d'engrais, et de les comparer au prix que cette quantité nous coûterait. Là est tout le problème. Si l'engrais fabriqué est plus cher que le produit qu'on en attend, il faut se résigner et adopter le système de la jachère, ou le système des plantations d'arbres. S'il est meilleur marché, il faut recher-

cher la manière d'en obtenir la plus grande quantité qui puisse être utilisée le mieux possible, et adopter l'assolement qui offre le résultat le plus avantageux.

1° Pour que l'engrais produisît tout son effet, c'est-à-dire que tous ses éléments nutritifs fussent absorbés par les plantes, il faudrait que cet engrais ne perdît rien par la vaporisation; que la pluie, en dissolvant ses principes solubles, ne les entraînât pas hors de la sphère d'action des plantes, que les parties améliorantes du sol n'en absorbassent pas une partie, et, en les retenant dans leurs pores avec une certaine force attractive, ne les dérobassent pas à l'action des racines. Or, ces trois causes agissent plus ou moins énergiquement sur les engrais, selon la nature de ceux-ci, selon les climats, selon les terrains. Plus un engrais est long à se décomposer, et moins il est exposé aux effets de la vaporisation et de la dissolution par l'eau; plus l'affinité qui unit ses éléments est faible, et plus cette vaporisation est active, facile. On remédie à ces deux inconvénients en avançant assez la fermentation des engrais pour que les plantes puissent y puiser immédiatement leur nourriture; mais aussi, cette fermentation elle-même hâte la vaporisation des engrais ammoniacaux, si on ne fixe leurs principes volatils à mesure de leur production en les transformant en sels plus fixes que ceux formés naturellement, ou en les faisant absorber par des matières poreuses qui retiennent leurs éléments gazeux dans les tissus.

En se servant d'engrais dont la décomposition soit avancée, on sentira d'autant plus fortement la nécessité de fumer souvent et à petites doses. On évitera ainsi, autant que possible, la perte qui résulte de la dissolution des principes et de leur pénétration dans les couches profondes du sol, où elles sont hors de la portée des racines.

Enfin, il n'est pas douteux que les argiles, les ocres, les terreaux ne s'emparent d'une partie de l'ammoniaque des engrais, et que ce ne soit qu'après leur saturation que les terres qui les contiennent, arrivées à leur point de perfec-

tion agricole, laissent tout l'engrais excédant à la disposition des plantes. Nous avons estimé la dose d'azote absorbée par les argiles à 0,0015 p. 100 par chaque centième d'argile contenu dans la terre. Ainsi une terre qui contiendrait 50 centièmes d'argile ne serait saturée, ne laisserait en liberté tout l'engrais nouveau qu'on lui appliquerait, qu'après avoir absorbé 0,00075 kil. d'azote par kilogr. de terre. Si la terre pèse 1,200 kil. le mètre cube et qu'on laboure habituellement jusqu'à 25 centimètres de profondeur, elle contiendra à l'état latent par hectare

3,000,000 kil. × 0,00075 = 2,250 kil. d'azote
valant au cours actuel. . 16,875 kil. de blé (3,712 fr. 50 c.).

Est-il étonnant après cela que dans la plupart des terres, l'engrais ne produise qu'une partie de son effet, et qu'il ait ainsi une valeur réelle différente pour chaque position où l'on cultive.

Le premier soin de l'agriculteur doit donc être, avant d'adopter le système de culture continue auto-sitique, de s'assurer de la valeur de son engrais. Il ne peut le faire que par l'observation. Quel est l'excédant de récolte que l'on obtient d'une terre fumée avec une quantité déterminée d'engrais, en comparaison de celle qui en a reçu une moindre quantité, ou qui n'en a pas reçu du tout? Voilà les recherches préliminaires qu'il faut faire avec attention, en suivant tous les procédés de culture et leurs résultats dans des terres identiques à celles que nous cultivons, ou par l'expérience sur nos propres terres. C'est ainsi que nous avons pu trouver que sur nos terres fraîches du midi le produit de 100 kil. de fumier dosant 0,50 d'azote, était de 10 kil. de blé et sur nos terres sèches 3 kil. 40. Ces terres contenaient 48 pour % d'argile. Ainsi pour les premières un kilogr. d'azote avait une valeur de 20 kilogr. de blé, et dans les secondes de 6 kilogr. 80. La différence venait de ce que dans les terres

fraîches les plantes avaient pris un développement plus rapide et plus complet, et de ce qu'on avait pu faire succéder deux récoltes consécutives la même année sur le même terrain, ce qui avait été impossible sur les terres sèches et ce qui avait donné le temps aux principes de l'engrais de s'évaporer ou de se dissoudre et de pénétrer dans la terre. Quoi qu'il en soit, on voit quelle marge nous laissent les terres fraîches pour la production, et au contraire dans quelles limites étroites nous sommes renfermés pour les terres sèches.

2° A quel prix pouvons-nous produire l'engrais ? telle est la seconde question, qui n'est pas moins variable que la première, selon les circonstances où l'on se trouve. Nous avons vu, en effet, que selon les procédés employés le kilogr. d'azote de l'engrais nous revenait : avec des moutons sur des pâturages pauvres et un troupeau transhumane à 1f,20 (5 kil. 59 de blé) ; avec des moutons à l'engrais à 0 fr. 42 c. (1 kil. 90 de blé); avec des vaches 1 fr. 41 c. (6 kil. 68 de blé); avec des bœufs et des porcs à l'engrais, le fumier gratuitement ; avec des chevaux de labour, le kilogr. d'azote coûtait 61 c. (2 kil. 77 de blé)(1). Mais ces données sont loin d'être générales, elles dépendent de la valeur des fourrages, des frais de garde, etc., et il faut chercher le prix de revient de l'engrais pour chaque cas particulier. Cette valeur est toujours celle du solde que présentent les dépenses faites pour l'élève ou l'engraissement des bestiaux diminués de leurs produits. La plupart de ces industries se solderaient à perte, si l'on ne faisait pas entrer à leur profit le prix de l'engrais. Quand elles se soldent à bénéfice, l'engrais est obtenu gratuitement; et dans la situation actuelle de l'économie pastorale en France, il est rare que cela arrive autrement que par l'engraissement des animaux, ou bien parce que les bestiaux consomment des pâturages qui, sans eux, n'auraient aucune valeur.

(1) Tome I, p. 675 et suiv., 2e édit.

3° Si des circonstances particulières, telles que l'absence de pâtures, la difficulté de se procurer des fourrages, le haut prix auquel on peut vendre les fourrages produits sans pouvoir acheter des engrais pour les remplacer, ou bien encore la fréquence d'épizooties, qui compromettent l'existence du capital de cheptel, nous interdisent la production des engrais animaux, il nous reste la ressource des engrais verts, dont nous avons déjà traité plus haut (1). Dans les terres auxquelles le lupin convient, on se trouve fort bien de cette plante; la féverolle réussit dans celles où le lupin refuse une belle végétation. Si ces terres sont fraîches, on peut, dans le Midi, ensemencer ces plantes vers le milieu d'août, et vers le milieu d'octobre; elles ont une fane abondante propre à être enfouie au profit de la récolte suivante de blé que l'on sème immédiatement, ou d'une récolte de printemps. Dans les terres sèches on sème la féverolle au mois d'octobre, et au printemps suivant on a une superbe végétation que l'on enterre au profit des cultures de cette saison; ou bien on sème de nouvelles féverolles au printemps, en binant celles de l'automne, qui ont été disposées en allées, et l'on a une récolte de graines des féverolles d'automne, tandis que les fanes de celles du printemps sont enterrées au profit des semis d'automne. On a ainsi une continuité de cultures toujours bien fumées. Dans le nord, il faut semer ces plantes au printemps, et les enfouir en fleur. Les plantes légumineuses sont les plus propres à faire des engrais verts, parce qu'elles soutirent beaucoup de principes de l'atmosphère et qu'elles n'exigent pas des avances considérables de fertilité. Leur seul inconvénient est la cherté de leurs semences. Il faut deux hectolitres par hectare de féverolles semées en ligne et 5 de celles semées à la volée; il faut la même quantité de lupin.

On peut obtenir de ces plantes 2,640 kil. de fanes sèches dosant 54 kil. d'azote sur des terres qui ne donneraient

(1) Tome I, p. 553 et suiv., 2e édition.

qu'une récolte fort ordinaire de blé; si le kilogramme d'azote vaut pour nous 7,5 kil. de blé, c'est une valeur de 405 kil. de blé que nous obtenons avec :

des semences valant :	78 kil. de blé,
2 labours.	168
246	

L'engrais ne nous revient alors qu'à 4,5 kilogr. de blé au lieu de 7,5 kilogr. La réussite dépend beaucoup des saisons, et de l'époque favorable à laquelle on aura fait les semis.

Une fois qu'on est pourvu d'engrais, il ne reste plus qu'à en tirer le meilleur parti possible, en suivant les règles de culture et les lois des assolements que nous avons tracées.

CONCLUSIONS DE LA QUATRIÈME PARTIE.

DU RAPPORT DES DIVERS SYSTÈMES DE CULTURE AVEC L'ÉTAT SOCIAL.

Les divers systèmes de culture sont à la fois un effet et une indication de l'état social d'un pays. Sans doute, la nature du sol contribue à maintenir un système arriéré dans un pays avancé, exemples : la forêt de Fontainebleau aux portes de Paris, les sapins de Brandebourg aux portes de Berlin. Mais il fut un temps où la forêt de Fontainebleau s'unissait à celle des Ardennes et s'étendait encore sur la partie centrale de la France. Alors les meilleures terres étaient, comme les plus mauvaises, sous le joug du système forestier. Mais à mesure que la civilisation avance et que la population croît, chaque système tend à se renfermer dans les limites que lui assigne la nature du sol; et le défrichement des bonnes forêts est aussi peu un progrès, même dans un état de choses avancé,

que le serait l'abandon des bonnes terres à l'invasion des arbres ou aux pâturages. Or, il faut bien le dire, dans un état de civilisation prospère on est exposé à dépasser ces limites naturelles, à croire que toutes les situations peuvent entrer dans un système de culture plus actif; on défriche beaucoup sans opportunité, et le mal une fois fait, les vieilles futaies une fois tombées sous la hache, le mal est presque irréparable. On revient plus facilement de la faute du défrichement des pâtures; après quelques années de culture on peut juger de la convenance de les rétablir; c'est ainsi que beaucoup de communaux anglais, après avoir subi l'action de la charrue, sont retournés à leur ancien état de pâturage, mais de pâturage amélioré.

Pour bien saisir l'influence réciproque des systèmes de culture et de l'état de la société humaine, il faut supposer l'étendue entière d'un pays soumise à un de ces systèmes et observer à quel état de la société il correspond sous le rapport de la population du pays. La population est toujours dans un rapport exact avec les moyens de subsistance; ainsi, quand nous connaissons les aliments que l'homme peut tirer d'une étendue donnée de terrain soumise à un système, nous connaissons aussi la population, excepté dans les pays où la subsistance des hommes est importée par le commerce extérieur.

Le système forestier pur est exclusif de toute population; mais il acquiert de la valeur par la communication facile du sol forestier avec des pays qui consomment des bois de construction et des charbons; ceux-ci, alors, fournissent en retour la substance des habitants. C'est par le commerce que les bois de la Norwège entretiennent l'aisance dans ce pays. Au milieu des grandes forêts de la Russie, de la Pologne, de l'Amérique, quelques peuplades dispersées vivent des produits de la chasse, ou de défrichements qui les mettent en dehors du système forestier.

Le système des pâturages exploité seulement par des ani-

maux sauvages et utilisé au moyen de la chasse ne nourrit qu'une très-faible population. Le gibier ne manquait pas aux prairies de l'Amérique du Nord, et cependant on n'y trouvait qu'un habitant par 99 kilomètres carrés (1). On peut observer encore le même état des choses au sud de l'Afrique. On sait l'immense surface de pâtures que se réservent les différentes tribus nomades pour la consommation de leurs troupeaux. Mais pour se faire l'idée la plus avantageuse possible de l'état d'un vaste pays soumis au régime de la pâture, nous supposons au terrain la fertilité qu'ont nos terres en jachère, celle qui les fait produire tous les deux ans 9 hectolitres de blé, et qui donnerait 1,600 kil. de foin. Chaque hectare pourrait nourrir 100 kil. de chair vivante d'animal. Si l'on consommait de la viande et que l'on prît le quart des existences pour la consommation, on aurait donc chaque année 25 kil. de viande par hectare. La ration moyenne en dépense de viande étant de 0 kil. 75 par jour ou 273,75 kil. par an, ayant une valeur nutritive de 555 kil. de blé, il faudrait environ 12 hectares de terrain pour la nourriture d'un individu moyen. En supposant la surface de la France soumise entièrement à ce régime, sa population ne pourrait être que de 4,727,472 habitants de tout âge et de tout sexe. Si le produit était en lait, nous aurions 688 kil. de lait, donnant 0,60 rations annuelles. Ainsi l'on aurait 0,60 individus par hectare et 19,200,000 habitants pour la France.

Le système celtique ou alternatif cultive pendant huit ans et laisse en friche au moins pendant sept ans ; les 3/10 du terrain produisent 13 hectolitres de blé par hectare, les 7/10 une mauvaise pâture qui ne peut être évaluée à plus de 400 kil. de foin par hectare.

Nous avons donc pour chaque hectare cultivé 13 hectolitres de blé ou 988 kil. de blé, qui, diminués des semences, laissent 828 kil. de blé pour la consommation, et donnent

(1) Volney. *Tableau des Etats-Unis*, t. II, p. 472.

16 kil. 229 d'azote et 2,47 rations annuelles, soit pour 3 hectares 7,41 rations. Pour chaque année de pâturages, 6 kil. 25 de viande donnent 14 rations, et pour 7 hectares, 98 rations journalières ou 0,27 rations annuelles.

Ainsi les 10 hectares produiraient en tout la nourriture de 7,68 et chaque hectare celle de 0,77 habitants; étendue à 32 millions d'hectares, cette culture pourrait donc nourrir 23,640,000 habitants.

Le système des jachères produit 9 hect. 18 de blé (684 kil.) par hectare tous les deux ans, et avec les secours de l'engrais de la paille 780 kil. de blé, ou 15 kil. 326 d'azote, fournissant 851 rations et par hectare moyen 425 rations ; chaque hectare nourrit 1,17 individus. Si donc les 52 millions d'hectares de la France étaient snsceptibles d'être traités par le système de la jachère, ils pourraient nourrir plus de 60 millions d'individus; mais comme 52 millions d'hectares seulement sont en culture, sa population devrait être avec le système de la jachère pure de 37,440,000 habitants. Mais comme les différents besoins de vêtement, d'éclairage, de boissons, de chauffage, enlèvent au sol cultivé près de 4 millions d'hectares, et le réduisent à 28 millions, la population normale, sous ce système pur, serait de 32,760,000 habitants. On voit à quoi se réduisent les progrès que nous avons faits au delà dans la première moitié du 19e siècle; ils équivalent à ce qu'il faut pour nourrir 1,470,178 habitants, ou à l'addition de 1,256,526 hectares au sol cultivé de la France; nous obtenons de nos terres un peu plus de 4 0/0 en sus de ce que donnerait le système de jachère pure.

Il est bien difficile de saisir les effets du système continu dans l'état où il se trouve dans un pays quelconque, à cause des degrés infiniment nombreux de l'échelle d'amélioration où il est parvenu chez les différents cultivateurs. Il faut donc supposer ici que nous nous trouvions placés dans un système continu avec production d'engrais et sous un assolement qui ne produise que les aliments nécessaires à l'homme et aux

animaux qui cultivent, si nous voulons poursuivre la comparaison que nous avons établie entre les différents systèmes : de plus nous devrons supposer les cultures diverses portées à leur maximum de produit.

Nous considérerons cet assolement : 1, pommes de terre; 2, blé; 3, trèfle ou vesce; 4, blé. Cet assolement nous paraît présenter une heureuse alliance des aliments végétaux et animaux : parmi les premiers, la pomme de terre fournit beaucoup de nourriture sur un petit espace, mais une nourriture volumineuse, et le blé donne une nourriture plus riche, sous un plus petit volume ; parmi les seconds, le lait et la chair s'y trouvent en proportions convenables. Mais il faut bien se tenir pour averti qu'en présentant cet assolement comme susceptible de marcher par lui même et de favoriser l'existence d'une population nombreuse, il cesserait d'être possible et exigerait l'importation d'une partie de ses engrais, si en même temps qu'on destinerait aux hommes une grande partie de ses produits, toutes les déjections humaines n'étaient pas recueillies et utilisées avec le même soin que mettent les Chinois, dont l'agriculture se passe presque entièrement du secours auxiliaire des animaux. Nous ne mettons donc cet assolement en avant que pour le besoin de notre discussion, et quand, dans l'état ordinaire des choses, on voudra faire une culture dont une partie des produits devra être exportée et ne reproduira pas son engrais, on sera bien averti qu'il faut consacrer aux consommations locales intérieures une beaucoup plus large part d'autres produits, dont une portion devra provenir de plantes améliorantes, dans une proportion tellement combinée que ces plantes compensent l'exportation des principes nutritifs que l'on fait habituellement. En particulier, l'assolement que nous proposons pourrait fort bien subsister si l'on faisait consommer par des animaux la plus grande partie des pommes de terre.

Nous aurons :

1.	29,000 kil. de pommes de terre dosant	110 kil.	400 d'azote.
2 et 4.	6,000 kil. de blé dosant.	117	000
3.	9,140 kil. de trèfle, se décomposant en 2,000 kil. pour la nourriture de 1,25 tête de bétail, et en 7,140 kil. pour la production de 3,072 litres de lait dosant	17	496
		244	896

pouvant nourrir 37,26 individus, et par hectare 9,51 individus. Si 52 millions d'hectares pouvaient être soumis à cette culture, nous aurions une population de 484 millions d'habitants; nos 28 millions d'hectares donneraient encore 260 millions d'habitants. Réduisez autant que vous le voudrez le nombre d'hectares susceptibles de cette culture, et vous verrez de quelle énorme augmentation de population la France serait susceptible avec une agriculture perfectionnée.

Mais pour que cette augmentation eût lieu, il faudrait que le capital agricole se fût accru dans la proportion de ces progrès, et c'est une question qui nous reste à examiner.

Il serait trop facile de montrer quelle somme énorme représenterait le système forestier, si on avait à établir, par exemple, des futaies de cent ans sur un sol nouveau. Il serait impossible de jamais en retirer un intérêt approchant de celui sacrifié dans les avances des plantations et dans une attente aussi prolongée. Nous ne pensons même pas qu'il fût possible d'établir avec avantage des taillis de bois feuillus dont les coupes seraient beaucoup retardées au prix actuel des bois. Sur les terrains presque sans valeur les bois verts font une exception, surtout quand on peut les semer à aussi peu de frais que M. de Béhague, qui, sur un simple brûlement des herbes et fougères, et sur un double hersage, sème des bois de pins maritimes qui ne lui reviennent qu'à 25 fr. l'hectare (1). Les forêts sont une richesse acquise qu'il faut con-

(1) *Agriculture de l'Ouest*, t. II, p. 33.

server et utiliser le mieux possible. On les repeuplera, on les regarnira quand il s'y montrera des vides ; mais c'est la nature, qui ne calcule pas sur le temps et sur les avances, qui seule peut mettre un pays entier sous le système forestier.

L'exploitation du système des pâturages suppose l'existence d'un capital en bestiaux, et si nous reprenons les suppositions faites plus haut, celles où un hectare de pâture fournirait à la nourriture de 100 kil. de chair vivante pendant l'année, en supposant ce capital dans un état d'entretien éloigné encore de celui de l'engraissement, il vaudrait au moins 65 fr., et coûterait 25 fr. pour constructions et abris. Les 52 millions d'hectares de la France devraient être couverts de 5 milliards 200 millions de kil. de chair vivante, au lieu de 3,494,547,691 kil. qui est le chiffre actuel ; la valeur de ces existences est de 2,271,455,940 fr. ; on voit qu'il faudrait y ajouter plus de 1 millard de francs pour nous réduire à une population de 16 millions d'âmes, avec perte de tout le reste de notre capital agricole.

Les avances primitives du système celtique ne sont que celles nécessaires pour l'achat des animaux qui pâturent les 7/10 du terrain ; mais ce pâturage n'a qu'un quart de la valeur de celui qui n'est jamais entamé ; il ne suppose pas l'existence de plus de 175 kil. de chair vivante sur les 10 hectares, ou 17 kil. 50 par hectare valant 11 fr. 37 c. Les autres dépenses ne sont que des travaux annuels qui supposent cependant la possibilité de pourvoir à l'écobuage de 1 hectare de terrain sur 10, et à la culture de deux autres hectares. Ainsi, nous avons :

Pour les bestiaux.	11 fr.	37 c.
Écobuage d'un hectare. .	110	56
Culture de deux hectares.	113	96
Semences de 3 ans	105	60
Total pour 10 hectares.	341	49
ou par hectare	34	15

Nous avons vu que le système des jachères exige une

avance de 310 fr. (1,409 kil. de blé par hectare). Ainsi, les 32 millions d'hectares de la France, soumis à la jachère, auraient nécessité un capital de 9,920,000,000 fr.

Examinons maintenant les frais du système continu avec production d'engrais portée à son maximum. Nous supposerons que le sol moyen agricole contient 20 p. 100 d'argile. Cette argile a dû être saturée d'engrais pour que le terrain fût à son maximum de produit ; une couche de 1 mètre carré de surface et de 25 centimètres de profondeur pèse 500 kil., ce qui nous donne par mètre carré une absorption de 0,09 kil. d'azote, et par hectare 900 kil. valant 6,750 kil. de blé (1,485 fr.).

Nous admettons la nécessité d'un capital égal en force à celui de la jachère, nous y ajoutons le défrichement et nous en retranchons les semences ; il nous reste 1,180 fr. pour 4 hectares, ce qui nous donne par hectare 295 fr.

Il faut pourvoir à l'achat d'animaux pour consommer 7,140 kil. de fourrage ou à 442 kil. de chair vivante, coûtant 287 fr. 50 c. ; à leur nourriture d'un an, ci 241 fr. 90 c., et à leur logement, 100 fr. ; en tout 629 fr. 20 c.

Enfin nous avons les semences savoir :

pour 2 hectares de blé, ci. 3 hectol. 2. . . .	343 kil.	20 de blé.
— 1 hect. pommes de terre, 1700 kil. valant	141	66
— 1 hectare de trèfle, 40 kil. de grains. . .	200	00
	684	86

valant 150 fr. 67 c.

Nous avons pour 4 hectares les avances suivantes :

Engrais.	5,940 fr.	00
Forces	1,180	00
Bêtes.	629	20
Semences.	150	67
	7,899	87
ou par hectare.	1,974	92

et pour les 32 millions d'hectares cultivés en France, un ca-

pital de 63,197,440,000 fr. Or, les résultats précédents montrent que les 4/100 seulement du territoire sont entrés dans ce système d'amélioration, bien qu'il ne soit pas complet. Nous avons pour le capital agricole actuel de la France :

4/100 du capital du système continu. .	2,527,897,600 fr.
96/100 du système jachère.	9,523,200,000
	12,051,097,600
Pour faire entrer la France dans le système décrit, il faudrait ajouter. . . .	51,146,342,400

C'est-à-dire quintupler son capital agricole.

En comparant entre eux les différents systèmes de culture, nous trouvons :

	population par hectare.	avances primitives.	dépenses annuelles.	produit brut.	produit net.	produit brut par individu. fr.	produit net par individu. fr.	intérêt des dépenses annuelles pour 100.
Système de pâturages.	0,600	90 fr.	37 fr.	44 fr.	7 fr.	73,»»	11,66	19
Système celtique.....	0,770	34	34	65	29	87,50	40,»»	83
Système des jachères.	1,170	310	76	91	15	77,77	12,82	19
Système androctique. (culture continue.)	9,300	1,975	285	655	290	68,17	31,19	66

Ce tableau conduit aux conclusions les plus intéressantes ; ainsi :

1° La population peut s'accroître en passant de l'un de ces systèmes à l'autre, et l'accroissement de la population oblige à ces transitions. M. de Humboldt remarque que la race américaine, au Mexique et au Pérou, passa immédiatement de la vie de chasseur à la vie agricole, sans passer par la vie pastorale (1). On l'attribue à la répugnance qu'elle avait à se nourrir de lait. Ordinairement la transition de la vie sauvage à la vie agricole se fait par l'adoption du système des pâturages.

2° Les avances primitives sont plus fortes pour le système pastoral que pour le système celtique ; mais ces avances

(1) *Cosmos*, t. II, p. 580, note 15.

se produisent spontanément, d'elles-mêmes, par l'accroissement des troupeaux, tandis que, dans les autres systèmes de culture, c'est un capital qu'il faut débourser immédiatement en commençant l'exploitation. Ce capital est si faible, dans le système celtique, qu'il est facile de concevoir que le début de la culture ne soit pas fort entravé par l'obligation de le créer. D'ailleurs, dans cet état de la société, rien ne presse. L'étendue inoccupée se présente au cultivateur, et s'il ne peut défricher 1 hectare à la fois, il en défriche un demi, un quart, autant que ses avances de nourriture lui donnent de temps pour s'en occuper. Mais quand l'accroissement de la population force d'adopter le système de la jachère, toutes les conditions d'exploitation changent. La terre est partout occupée, appropriée ; il faut bâtir des fermes, acquérir des animaux de travail ; presque toujours le capital manque au simple cultivateur ; il faut qu'il appelle à son secours ceux entre les mains desquels il est réuni. Ce besoin devient plus grand encore dans le système de culture continue. A mesure que la population croît, il faut que non-seulement la facilité de travailler augmente, mais que l'économie s'accroisse aussi. Il faut qu'il y ait des riches qui puissent former chaque année une réserve assez importante pour pouvoir être utilisée, car les petites économies dispersées sont par elles-mêmes impuissantes, soit parce qu'elles se dissipent le plus souvent avant d'être appliquées à des dépenses productives, soit parce qu'elles sont si lentes qu'elles peuvent suivre à peine l'accroissement de la population qui les déborde. L'existence de la richesse est une condition de progrès pour les nations. Il faut qu'elles possèdent une classe qui, ayant satisfait à ses besoins, ait la passion de devenir plus riche encore ; qui, par l'attraction que les capitaux exercent sur les capitaux, en raison du carré de leurs masses, produise cet effet de la boule de neige devenu proverbial. Quand la création des capitaux est plus rapide que l'accroissement de la population, la nation est prospère et matériellement heu-

reuse ; elle souffre dès que l'effet contraire se produit.

5° Le produit brut par hectare augmente en passant d'un système à un autre plus avancé; mais le produit brut par individu est à son maximum dans le système celtique. Cela veut dire que s'il était possible de borner la population de manière à ce qu'elle pût ne cultiver que 1 hectare sur 10, laissant les 9 autres se gazonner et acquérir une nouvelle dose de fertilité, le 3,6 des habitants qui vivraient sur 5 hectares jouiraient d'un revenu brut et d'un revenu net supérieur à celui des 5,85 habitants et aux 46,5 qui vivraient sur le même espace de terrain dans le système de la jachère et celui des cultures continues. Il s'agirait donc seulement d'arrêter la population au-dessous de ce *maximum*, pour qu'elle fût dans une situation meilleure. C'est à quoi les républiques de l'antiquité pourvoyaient avec une admirable prévoyance par l'envoi de leurs colonies; c'est ce que les grands États modernes ne savent pas faire, parce que les éléments statistiques y sont plus difficiles à apprécier sur une grande surface de pays, que dans les limites d'un petit État. Cependant, si l'on considère la facilité actuelle des communications, et l'étendue immense de bonnes terres incultes qui couvrent une partie du globe, il semble que l'organisation d'un système permanent de colonisation, en rapport avec la situation des produits agricoles et industriels, devrait être une des principales affaires des gouvernements.

Les assolements continus semblent donner une bien vaste carrière à l'emploi des capitaux, comme au développement de la population. En partant de l'état des jachères, la population pourra devenir sept fois plus grande, mais en employant huit fois plus de capitaux. D'un autre côté, l'intérêt de ces capitaux s'accroît considérablement et surpasse tout ce que l'on peut attendre de tout autre emploi, puisqu'on peut les doubler tous les deux ans. Si l'on n'obtient que des résultats infiniment moins considérables et le plus souvent négatifs, il ne faut en accuser que l'insuffisance des fonds engagés dans

les améliorations, la timidité, les tâtonnements des entrepreneurs de culture, qui n'osent pas ou ne savent pas porter rapidement leurs terres au maximum du produit; d'où il suit qu'après avoir consacré beaucoup d'engrais à un terrain, et l'avoir vu disparaître sans fruit, parce qu'il passait à l'état latent en saturant les argiles, les ocres et les terreaux, on abandonne l'entreprise au moment d'entrer en jouissance, et on laisse gaspiller par d'autres les avances que l'on a faites. Mais que l'on se rende bien compte de ce qu'il y a à faire, qu'on n'hésite pas plus devant les dépenses nécessaires que ne le font nos jardiniers des bords de la Durance, qui achètent des sols peu productifs et savent les porter immédiatement à toute leur valeur en les couvrant d'engrais, et l'on obtiendra les résultats que promet la théorie.

L'agriculture, dans son état actuel, est-elle le dernier mode de la science? Est-il impossible de faire produire à la terre davantage et à meilleur marché? Est-il impossible de réduire la masse des capitaux qu'exige la transformation des jachères en assolements continus? Nous ne le pensons pas. En examinant les frais comparatifs des travaux et ceux des engrais dans la culture du blé, par exemple, c'est-à-dire 460 et 771, on voit bien qu'il y aurait peu à gagner sur les cultures, en supposant des instruments plus perfectionnés; mais si l'on pouvait obtenir les éléments des engrais plus facilement et à meilleur compte, non-seulement la culture annuelle, mais encore le capital primitif à exposer sur le sol, pourraient être fort allégés. Parmi ces éléments, les travaux de M. Balard nous donnent l'espoir que l'on finira par obtenir à meilleur prix les alcalis minéraux, en les extrayant de l'eau de la mer, où d'ailleurs ils sont alliés aux phosphates; et, quant à l'azote, il a déjà été fait, pour fixer celui de l'atmosphère, des essais qui permettent d'espérer qu'un jour on pourra le tirer de cette source. De nouvelles tentatives de la science peuvent rapprocher l'époque de ces perfectionnements de l'agriculture et de la vie de l'homme.

CINQUIÈME PARTIE.

DES ÉLÉMENTS CONSTITUANTS DE L'ENTREPRISE AGRICOLE.

INTRODUCTION.

Dans les parties précédentes de cet ouvrage nous semblions ne travailler qu'en vue et au profit des plantes; nous cherchions à leur procurer une position, un climat favorable, un sol meuble; nous mettions à leur portée les substances qui servaient à les nourrir. Or, ce n'est pas pour elles-mêmes que nous cultivons les plantes, nous cherchons à en tirer une utilité. Nous cherchons à convertir les substances élémentaires en produits agricoles propres à l'usage de l'homme, qui par conséquent aient une valeur échangeable et soient susceptibles de former un capital.

Le capital n'est à proprement parler que l'économie faite de ces produits, que l'on met en réserve sous une forme qui puisse être reconnue par tous comme une valeur capable d'acheter le service de toutes les forces et l'usage de toutes les substances qui sont au pouvoir d'autrui. Les nations civilisées sont convenues d'une unité commune qui mesure et résume la valeur de tous les produits; elles l'ont prise dans les matières qui par leur rareté et le travail qu'exige leur production présentent sous le même volume la valeur la plus élevée : ce sont les métaux. Le capital énoncé en or ou en argent est la représentation réelle de tous les autres produits et peut tous les acheter.

Le but d'une entreprise industrielle, c'est de se procurer des forces et des matières premières et de les mettre en action pour obtenir une production dont la valeur excède celle qui a été dépensée pour la produire. Disposer avec intelligence du capital primitif, de manière à ce que par un minimum de dépense on obtienne un maximum de récolte, telle est l'œuvre du directeur de l'entreprise; et l'agriculture, considérée sous le point de vue de ses relations avec l'utilité, n'est que la manufacture des produits végétaux. Pour établir une filature de coton, le fabricant doit d'abord choisir pour son exploitation le local qui soit dans les circonstances les plus favorables; il réunit le capital nécessaire à mettre son entreprise en mouvement, apprécie ce qu'il en faut consacrer au local, aux forces, aux machines, à l'achat des matières premières; il juge ensuite du genre de produit qui lui sera le plus profitable? Filera-t-il gros ou fin? Vaudra-t-il mieux dépenser plus de matière première, et épargner sur la perfection des machines et sur la main-d'œuvre en filant gros, ou le contraire ne serait-il pas préférable? Enfin il imprime l'impulsion à l'entreprise, il a soin de la diriger et de l'entretenir par une surveillance constante, et de se rendre compte du rapport qui existe entre la dépense et la recette par une bonne comptabilité. De même le directeur de l'agriculture possédant les secrets de la science, connaissant tous les éléments dont se compose la production, choisit son local, s'en assure la jouissance, distribue son capital entre les différentes parties de l'exploitation; choisit les forces qui doivent préparer la terre, s'assure la possession des engrais qui sont les matières premières de la production; combine le système de culture qui dans les circonstances données doit être le plus profitable, faisant dominer l'emploi du travail sur celui de l'engrais ou *vice versâ*; communique et entretient le mouvement de l'entreprise en plaçant à sa tête une intelligence capable de lui donner l'impulsion, de la diriger, de la surveiller et d'en réaliser les produits. Nous

avons donc à traiter successivement : 1° de la terre ; 2° du capital ; 3° des forces ; 4° des engrais ; 5° de la direction et de l'administration ; 6° de la comptabilité de la ferme considérée sous le nouveau point de vue que nous avons indiqué.

PREMIÈRE DIVISION.

DE LA TERRE.

CHAPITRE PREMIER.

De la Propriété.

En continuant à comparer l'entreprise agricole à une manufacture, la terre est le local où elle s'exerce, où agissent des machines, où se font les combinaisons des éléments de ses produits. Pour en obtenir la libre disposition, il ne faut que l'occuper dans les pays qui manquent de population ; mais chez les peuples qui ont depuis lontemps des demeures stables, presque toutes les terres sont depuis longtemps la propriété de communautés, de familles, ou d'individus dont il faut obtenir le consentement.

La propriété naît des travaux nécessaires à l'exploitation du sol ; le défrichement, l'assainissement, la clôture, le bornage, la construction des bâtiments ruraux. L'intérêt de la nation est de voir s'accroître l'étendue des terres cultivées qui est aussi la condition de l'accroissement de sa population et de sa puissance ; or comme le moyen le plus efficace d'obtenir leur mise en valeur est d'en garantir la propriété à ceux qui l'entreprennent, il se forme un contrat synallagmatique entre ceux-ci et la nation entière ; contrat tacite et

exprès qui ne peut être nié, si l'on considère que le défrichement est souvent suivi de plantations qui ne doivent donner leurs fruits et dont les frais ne sont amortis qu'après un grand nombre d'années : telle est par exemple la plantation des oliviers. Ailleurs, comme aux Etats-Unis d'Amérique, au Canada, dans l'Australie, le gouvernement vend à bas prix la propriété de ses terres inoccupées; en Algérie, il les concède gratuitement et fait des avances à ceux qui se présentent pour les cultiver; partout la foi publique est engagée à maintenir en possession les familles qui se sont consacrées à ce travail ingrat. La puissance nationale s'est élevée au moyen de leurs sacrifices; ces familles ont payé un prix qui a été accepté avec empressement : toute tentative patente ou occulte de revenir sur ce contrat serait une véritable spoliation. En détruisant la confiance dans l'avenir, elle arrêterait l'emploi du capital dans la culture, diminuerait les produits, priverait de subsistances une partie des citoyens. Ces conséquences sont infaillibles et.prouvées par les faits autant que par les raisonnements. La désolation de l'empire Turc est la suite du peu de respect que l'on y porte aux fruits de la terre, et nous avons un exemple récent de la rapidité avec laquelle disparaît le capital agricole dans ce qui s'est passé en France durant l'année qui a suivi la révolution de Février 1848 : les travaux d'amélioration et de conservation ont été abandonnés; le bétail a été vendu et non remplacé, les labours ordinaires qui, en favorisant la récolte pendante, préparent la récolte future, ont été diminués de moitié; voilà l'effet subit qu'ont produit un moment de désordre et les doutes jetés sur la stabilité de la propriété.

C'est que la culture du sol est une caisse d'épargnes où s'accumulent les capitaux ; qu'une fois qu'ils y sont déposés ils ne peuvent être ni dissimulés ni retirés à volonté, mais qu'ils restent exposés aux exactions du pouvoir ou au pillage des individus. Dès qu'une caisse de dépôt devient peu sûre on en choisit une autre, et l'on se hâte de sortir d'une spé-

culation qui ne présente plus que des risques et des dangers. Le premier devoir, comme le premier intérêt des gonvernements est de protéger ce gènre de capitaux, dont la diminution ou la privation entraînerait tous les genres de calamités.

Une société naissante ne pourrait-t-elle pas réunir ses forces pour cultiver son territoire en mettant les produits en commun, et conserver ainsi, pour les derniers venus, leur part indivise de la propriété? Si l'on considère que d'après les expériences journalières, chacun cherche à mettre le moins d'efforts possible dans un travail commun dont il ne doit retirer qu'une part égale à celle de tous les autres, on concevra d'abord combien la production serait languissante chez un tel peuple; mais de plus, une telle association suppose que les liens de subordination et d'obéissance à la volonté générale soient déjà fermement établis; or, ces qualités n'existent pas dans les premiers âges d'une société. La liberté individuelle ne cède que graduellement ses droits à l'intérêt commun; il faut que les intérêts particuliers se soient agrandis, compliqués, avant de sentir les besoins de sacrifices mutuels. Pendant longtemps d'ailleurs la propriété territoriale est d'une médiocre importance, et les idées d'un long avenir ne préoccupent pas la pensée des peuples enfants. Aussi, l'histoire ne nous présente-t-elle aucun exemple de semblables jouissances en commun. L'exemple des missions du Paraguay n'est pas admissible. Les Indiens n'y étaient que de véritables esclaves travaillant pour des maîtres qui leur répartissaient la subsistance. Les établissements des frères Moraves ne sont que des associations religieuses où le travail est exigé par un mobile plus puissant que les lois civiles, supérieur aux intérêts temporels.

D'ailleurs, il n'est pas exact de dire que chez un peuple tous les citoyens sans distinction ne participent pas à la jouissance de la propriété foncière, et même dans un rapport inverse du droit de propriété. Ainsi, en France, l'homme

qui acquiert ou conserve la propriété du sol perçoit 3 ou 4 pour 100 de son capital ; le fermier en retire de 6 à 10 pour 100. Le valet de ferme, dont les forces isolées ne produiraient que 16 hectolitres de blé, déduction faite de la semence, produit d'une valeur de 314 fr., gagne des gages et une nourriture qui valent plus de 500 fr., et chacun trouve ainsi l'emploi de son capital jusqu'à la limite où toutes les terres sont suffisamment pourvues de travailleurs; mais c'est aussi ce qui arriverait à la communauté dont l'accroissement serait arrêté par la même limite. Que ferait-t-elle alors ? Elle serait bien obligée de s'étendre au dehors. C'est que les frontières des États sont des lignes idéales. L'homme n'a pas été créé Français ou Allemand, les continents offrent toujours de vastes surfaces qui attendent le propriétaire. La Providence les met successivement en jachère. L'homme, affranchi des préjugés nationaux, peut braver pendant une longue suite de siècles, et probablement pour toujours, les menaces de Malthus.

CHAPITRE II.

Grande et petite propriétés.

La grande et la petite propriété, discussion intarissable des politiques et des économistes! discussion bien ancienne, car Virgile, en permettant de vanter les grands domaines, conseillait de n'en cultiver qu'un petit : *Laudate ingentia rura, exiguum colito ;* car Pline attribuait la perte de l'Italie à l'étendue exagérée des propriétés : *Latifundia perdidêre Italiam.* Chacun a jugé cette question à son point de vue. Les écrivains latins voyaient les inconvénients des énormes domaines de leur patriciat, et ils les condamnaient; les écrivains anglais, placés dans d'autres circonstances, en voyaient les avantages et les approuvaient ; puis sont venus

les temps où le choc des principes politiques a fait chercher de toutes parts des appuis pour les systèmes opposés. L'aristocratie a vu la garantie de sa puissance dans sa grandeur territoriale; la démocratie dans une propriété divisée : dès lors, l'étendue de la propriété n'a plus été une question agricole, mais une thèse politique, et elle a été obscurcie par tous les arguments que peut dicter la passion. Mais d'abord, la question a-t-elle été bien posée? N'a-t-on fait aucune confusion, et ne serait-t-il pas convenable de l'étudier de nouveau, avec un esprit plus libre et avec le sincère désir de lui donner une solution qui pût être acceptée de tous les esprits impartiaux?

Qu'entend-on par grande et par petite propriété? on n'est pas d'accord sur l'acception de ces deux mots. Les Anglais n'admettent pas de limite supérieure pour la grande propriété; mais en descendant, elle s'arrête pour eux à un domaine de 150 hectares de terres labourables, exigeant un fonds de roulement de 25,000 à 30,000 fr. Nos économistes voyaient encore la grande propriété dans une terre de 30 à 40 hectares; d'autres, enfin, étendaient la définition à toutes celles qui occupaient plusieurs charrues. Ces incertitudes font assez comprendre que ce n'est pas l'étendue absolue qu'il faut considérer pour établir la limite, que ce n'est pas même l'étendue relative, car dans un pays où le sol serait partagé en lots de 1 à 2 hectares, ceux de 4 et de 8 passeraient pour grands, et ils ne seraient pas cependant de la grande propriété. Il fallait donc tirer la définition des circonstances caractéristiques de la pratique de l'agriculture, et applicables à toutes les situations.

Dans toute exploitation agricole, on peut distinguer dans l'action de l'homme l'œuvre de son intelligence et le travail mécanique. Or, il nous semble que partout on est assez d'accord pour donner le nom de *grande propriété* à celle où le rôle assigné à l'intelligence est assez important pour nécessiter l'emploi de toutes les facultés d'un homme. Quand

l'emploi de directeur des cultures perd de son importance, et que, pour s'occuper entièrement, il faut qu'il participe, en outre, à la main-d'œuvre, nous avons : la *moyenne propriété,* lorsqu'il est obligé de s'associer des ouvriers étrangers à sa famille ; la *petite propriété*, lorsqu'il suffit avec sa famille à la culture du domaine. L'étendue de terrain assignée à ces différents ordres de propriétés varie nécessairement avec le système de culture adopté. Elle est bien moindre dans le système de culture continu que dans celui de la jachère ou dans celui des pâturages ; elle varie encore avec le degré d'intensité que l'on donne à la culture, c'est-à-dire selon que le capital employé sera plus ou moins considérable.

Et maintenant, si l'on nous dit que la grande propriété se trouve associée aux tendances aristocratiques du gouvernement, et la petite avec la démocratie, nous répondrons que les aristocrates de Venise et de Berne n'avaient que de petits domaines, mais qu'ils en possédaient chacun plusieurs qui, ensemble, composaient une grande fortune, et que les démocrates des États-unis d'Amérique ont d'immenses propriétés. S'ensuit-il qu'en politique il ne faut pas considérer si la propriété est grande ou petite, mais seulement s'il y a de grandes et de petites fortunes? Cette conclusion serait trop absolue ; il n'est pas douteux que l'état de division de la terre a sur la vie des sociétés une influence réelle dont il faut bien déterminer l'effet.

Il y a dans le cœur de l'homme un penchant inné pour la propriété ; posséder un coin de terrain est son vœu le plus cher ; il lui semble qu'il n'est définitivement établi que quand il possède cet enclos où il est maître, qui circonscrit son empire, où son avoir, celui de sa famille, participent à la stabilité du sol lui-même, tandis que la richesse mobilière lui semble chose mal assurée et périssable. On remarque qu'en atteignant ce but il s'associe à toute pensée sérieuse de conservation, de durée et d'ordre. Le petit fermier, que sa

bonne conduite perpétue de père en fils sur son exploitation, participe à ces idées morales. Le grand nombre de ces propriétaires ou tenanciers est donc pour un État une garantie de repos et de durée. Les deux pays qui, dans les temps modernes, ont subi les attaques les plus violentes du socialisme, la France et la Suisse, ont pu accomplir chacun deux révolutions politiques sans altération de leur ordre social ; le flot révolutionnaire lancé sans le secours de la population terrienne s'est arrêté quand il a voulu franchir les limites des institutions politiques et qu'il a prétendu s'attaquer aux véritables bases de la société. Ainsi, la division de la propriété, en donnant à un plus grand nombre la facilité de parvenir à ces deux positions de tenancier ou de propriétaire, est une sauvegarde contre les écarts de l'esprit d'innovation.

Examinons la question sous le point de vue agricole.

Supposons d'abord que l'on applique à la petite comme à la grande propriété des soins égaux, des capitaux proportionnés à leur étendue respective, quelles seront les différences que présenteront les deux exploitations? Supposons la grande propriété avec un directeur capable, au courant des progrès de la science et préalablement éprouvé dans son application. Sa comptabilité lui indiquera à temps les branches de sa culture qui occasionnent de la perte ; il pourra y porter les remèdes les plus efficaces ou les supprimer, et agrandir celles qui donnent du bénéfice ; ses achats comme ses ventes, faits en grand, le mettront en rapport direct avec les meilleurs négociants et lui feront obtenir les meilleurs prix. Rien de pareil dans la petite propriété. Son tenancier n'est guidé que par la routine, il ignore les progrès de l'art, et quand il en a connaissance il n'ose les appliquer de peur de compromettre dans ses affaires son capital trop borné. Il continue à suivre les procédés arriérés, par ignorance et par impuissance; faute d'une comptabilité détaillée il ne sait pas le prix de revient de ses produits ; ses articles de perte et de

gain se confondent dans un seul résultat final ; il ne peut choisir entre eux, et au hasard il abandonne les uns ou poursuit les autres; il perd beaucoup de temps à courir les marchés pour ses achats et ses ventes ; le marchand ne vient pas chez lui parce que le gain qu'il pourrait faire sur un petit lot de marchandises ne paierait pas la course ; il achète plus cher, il vend à un plus bas prix que le directeur de la grande propriété.

Dans celle-ci, il y a à labourer et à faire des charrois toute l'année ; on y trouve constamment des travaux qui exigent de forts ouvriers. tels que ceux de faucher, de bêcher, etc. ; il y a aussi d'autres travaux qui ne demandent que du soin et de l'adresse et que peuvent faire des ouvriers plus faibles, tels que le soin des étables, des greniers à foin et à blé, la garde des animaux, la laiterie, la boulangerie, la préparation des engrais, etc. : le directeur peut donc faire une certaine division des travaux, ce qui conduit à avoir des hommes plus habiles pour chacun d'eux, à économiser les forces, puisque l'on n'emploie jamais l'homme fort au travail du faible, *et vice versâ;* enfin, dans cette exploitation, il y a peu de temps perdu à changer d'ouvrage, parce que chaque tâche est assez longue pour occuper l'ouvrier plusieurs jours de suite.

Dans la petite propriété, le même homme doit faire tous les genres de travaux ; s'il est fort, il perd une grande partie de sa force à exécuter ceux qui en exigent peu ; s'il est faible, les ouvrages forts se font imparfaitement. Il ne peut acquérir d'habileté consommée pour aucun d'eux, parce qu'il ne les fait pas assez longtemps de suite ; enfin, il perd un temps précieux à changer de travail, en passant de l'un à l'autre, en changeant d'outils souvent plusieurs fois dans la journée et dans l'intermittence inévitable qui se trouve entre chaque changement.

L'emploi des bêtes de travail présente les mêmes avantages à la grande propriété, les mêmes désavantages à la

petite. La première peut varier la forme de ses attelages, selon le travail qui leur est imposé; faut-il faire un labour profond, elle multiplie le nombre des animaux. La seconde, réduite à des attelages faibles, est obligée de se contenter de cultures légères, ou de multiplier les labours pour en obtenir de fortes.

La grande propriété peut élever tous les genres d'animaux, du reste, parce que son étendue lui fournit les ressources nécessaires pour les nourrir, et que le grand nombre lui permet de les faire soigner économiquement; la petite peut aussi avoir des vaches à lait, engraisser des moutons, des bœufs et des porcs dans la proportion de son étendue; mais elle ne peut guère élever des animaux, parce que l'élève suppose la jouissance de parcours pendant une partie de l'année, ressource qui diminue les frais de nourriture, et que cette propriété ne peut en fournir d'assez étendues pour que les produits puissent payer les frais de garde, et qu'eût-elle hors de son enceinte la faculté de parcours, elle ne pourrait récolter assez de fourrage pour passer l'hiver.

Ainsi, en supposant, comme nous l'avons fait, les soins et les dépenses égaux de part et d'autre, la grande propriété a sur la petite tout l'avantage que les grandes manufactures ont sur les petits ateliers. On ne peut rien opposer de solide à cette conclusion. Mais nous avons raisonné ici comme on le fait dans la mécanique pure, où l'on suppose des leviers inflexibles, des points d'appui immobiles et l'absence de frottements; de ces abstractions, il faut descendre dans les réalités.

Ayez, comme en Angleterre, de gros fermiers très-riches et de petits tenanciers pauvres; alors, non-seulement les difficultés de la lutte de ces derniers augmente, mais la petite propriété elle-même disparaît.

Au contraire, supposez beaucoup de tenanciers possédant un petit capital et très-peu de tenanciers en ayant un grand; il est évident que si le nombre des grandes propriétés ex-

cède le nombre des petites, ces grandes propriétés seront occupées par des hommes qui auront un capital insuffisant, tandis que les petites pourvues convenablement de moyens d'action auront un avantage effaçant toutes les circonstances défavorables auxquelles elles sont soumises.

En effet, la grande propriété, mal pourvue de capitaux, n'aura probablement qu'un directeur mal payé et peu instruit; elle n'aura que des forces insuffisantes et des ouvriers mal choisis; ses opérations seront sans énergie; loin de pouvoir y faire des améliorations, on négligera tous les détails; le bétail de rente manquera comme les engrais, et, tandis que la petite exploitation proportionnée au capital produira tout ce qui est possible avec ses procédés plus ou moins parfaits, la grande ne donnera que des résultats comparativement inférieurs.

Cet état de choses est précisément ce qui existe dans la plus grande partie de la France et de beaucoup d'autres États de l'Europe. On y voit de grandes propriétés mal tenues, mal cultivées, couvertes de mauvaises herbes, sans sarclage, sans engrais, montrant de toutes parts l'image de la négligence et de la misère, parce que le capital manque au tenancier sans crédit; tandis que si la petite propriété n'est pas toujours bien fournie en argent, elle a, dans les bras du tenancier et de sa famille, l'équivalent d'un fonds de roulement qui excède le plus souvent les besoins de la ferme; qu'ainsi elle peut, outre les travaux annuels, s'appliquer à la clore, à la dessécher, à y pratiquer des cultures profondes, à y introduire des cultures industrielles très riches qui emploient les bras de la femme et des enfants dans des sarclages et des préparations trop coûteux quand on veut les faire exécuter par des ouvriers salariés, et qu'enfin son bétail, qui, au premier coup-d'œil, paraît insuffisant, dépasse presque toujours, relativement à son étendue, celui de la grande propriété.

Et voilà comment, en s'appuyant de part et d'autre sur

des faits vrais, mais incomplets, on décide chaque jour la question selon les influences qu'exerce sur nous le milieu dans lequel nous vivons, sans s'apercevoir que l'on transforme un cas particulier en lois générales, et que notre sentence appliquée à d'autres cas pourrait être une source des plus grandes erreurs. Quand donc nous aurons à prononcer sur la convenance de la grande et de la petite propriété dans une contrée, rappelons-nous que, comme toutes les autres industries, l'agriculture exige des capitaux; que l'étendue des domaines doit partout être proportionnée à la fortune moyenne des tenanciers; qu'ainsi, là où le nombre d'hommes riches qui se présentent pour occuper les fermes est considérable, il faut un grand nombre de grandes fermes; mais que là où il l'est peu, il ne faut qu'un nombre restreint de grandes fermes; et qu'enfin, là où ils manquent tout-à-fait, il faut se hâter de diviser la terre et de la réduire à la mesure de la fortune des fermiers, si cette division ne s'est pas faite naturellement (1).

Mais il faut reconnaître aussi que la propriété ne peut être divisée indéfiniment, et que cette division a des limites obligées. La famille ne peut exister sur un petit domaine qu'autant qu'il produit tout ce qui est nécessaire à son existence, ou qu'elle trouve, en outre de ses produits, des ressources qui suppléent à ce qu'il ne peut fournir. Si ces ressources n'existaient pas, il faudrait à chaque famille, sur des terres d'une qualité pareille à la moyenne de celle de France, 5,26 hectares de terrain, dont la moitié en jachère ou en production de pâture, dans le cas où les céréales seraient la base de sa nourriture. Cette étendue de terrain donnerait un produit de 2,279 kil. de froment, quantité qui représente la subsistance du père, de la mère et de trois enfants (2). On obtiendrait le même produit de 2 hect. avec un assolement qua-

(1) Voyez notre mémoire intitulé : *Des petites propriétés*, Paris, 1823.
(2) Tome III, p. 57 et 634.

driennal bien dirigé (1). Cette étendue pourrait être réduite, si le régime devenait moins bon, si le maïs, la pomme de terre en formaient les principaux éléments. On sait les terribles conséquences d'un régime abaissé à ses derniers termes; une population qui s'est accrue à ce niveau souffre toutes les horreurs de la famine, quand cette nourriture vient à lui manquer, parce qu'elle ne peut être suppléée assez abondamment par d'autres substances alimentaires qui exigent plus d'espace et plus de frais pour se développer. L'Irlande et certaines contrées de l'Allemagne offrent de tristes exemples qu'il faut se garder d'imiter.

Sans doute, une famille vit sur un espace moindre au moyen de cultures industrielles, du lin, du chanvre, de la garance, du houblon, de la betterave à sucre, du jardinage; mais ces cultures ne peuvent devenir générales, et elles sont nécessairement limitées par les besoins, par les facilités commerciales, par la situation topographique. Elles ne sont jamais que des exceptions dans la culture générale d'un pays.

Mais si nous supposions tout le territoire d'un État ainsi divisé que chaque famille pût subsister exactement sur son fonds, comme les marchés cesseraient d'être alimentés, que l'on n'entretiendrait que les artisans de métiers les plus grossiers, que l'État ne pourrait demander ni un écu ni un homme à ces habitants aussi étroitement pourvus, on verrait avec les arts libéraux périr tout ce qui fait la force et l'honneur d'une nation.

Il y a plus encore, les bras des hommes suffisant au travail de 2,65 de terrain, le service des animaux serait presque complétement banni. Les hommes assumeraient en entier la tâche dans laquelle ils sont aidés aujourd'hui par les attelages avec lesquels ils ne voudraient pas partager leur subsistance. L'intérêt que l'on doit porter au sort

(1) Cet assolement serait 1 hectare en blé; 1/2 hectare en trèlle; 1/8 hectare pommes de terres; 3/8 en vesces fourrages.

de la race humaine, à son développement, à son aisance, doit faire rechercher, au contraire, tous les moyens de bannir les travaux qui exigent un usage trop grand et trop fatigant de la force musculaire. Il faut employer l'adresse et l'intelligence de l'homme plus que les forces de ses bras. Ainsi, dans un pays qui serait privé de toute ressource supplémentaire à côté de la propriété, il serait à désirer quo chaque lot de terre fût de 10 hectares, cultivés par un homme et par deux animaux de trait. Telle serait la limite qui assurerait le mieux l'aisance de la famille et le bien-être de la nation, car chaque famille pourvoirait alors à la culture du terrain, et, en outre, exercerait une autre profession, se livrerait à d'autres industries ou à la culture des sciences et des lettres. L'approvisionnement des marchés, le revenu public et la force militaire de la nation seraient assurés.

L'existence de propriétés aussi exiguës que celles que nous voyons autour de nous ne peut donc s'expliquer que parce que les propriétaires trouvent autour d'eux des moyens d'existence qui couvrent le déficit de leurs produits. Ces moyens consistent en salaires qui rémunèrent le travail fait pendant les journées où il ne sont pas occupés sur leurs propres terrains, ou, ce qui revient au même, en fermages parcellaires de terres faisant partie des domaines plus grands qui les entourent. Que l'on suppose le territoire divisé en petites parcelles, dont les unes représentent la moitié, d'autres le quart, d'autres le centième peut-être de ce qui peut suffire au besoin d'une famille. Quelles terribles inégalités! quels sont les moyens de soulager les souffrances qui en dérivent? C'est par une autre inégalité que ces maux sont conjurés. Ces cultivateurs si différents de position viennent demander à la grande et à la moyenne propriété, les uns la moitié, les autres le quart, les autres les 99/100es de leurs subsistance, et le salaire, réparti selon les besoins, rétablit perpétuellement cette inégalité que la violence d'un partage des terres ne garantirait

pas pendant deux jours, et qui nous laisserait ensuite sans ressource autre que de nouveaux et violents partages. Le grand propriétaire est l'économe et le dispensateur de cette réserve d'où dépend la sécurité publique et le bien-être des populations.

Nous sommes loin d'être bien tranquille sur la conservation de cette réserve, telle qu'elle suffise à remplir cette importante fonction sociale, telle qu'elle soit toujours proportionnée à la petite propriété qui doit s'appuyer sur elle. Cette grande propriété ne résisterait aux coups qui tendent à la détruire, aux lois qui la divisent à chaque génération, que par un esprit de conduite qui peut bien être l'apanage de quelques familles, mais qui ne peut être celui de toute une classe.

Pour comprendre cette assertion, il suffit d'observer avec quelle facilité la propriété se divise, et avec quelle difficulté elle se réunit. Or, pour que la division s'arrêtât, il faudrait que dans chaque union le mari et la femme apportassent une quantité égale de terrain, et que chaque union ne produisît jamais plus de deux enfants, ou que par l'économie on eût amassé un capital égal à la part des enfants qui excéderaient ce nombre. Mais d'un côté, rien n'est plus rare que l'exemple d'une telle économie, et de l'autre, quoiqu'en moyenne chaque union ne produise guère que deux enfants survivants, comme un certain nombre d'entre elles en conservent plus de deux, chaque génération voit se réduire l'étendue de la propriété.

La division est encore accélérée par le père dissipateur et par la vente parcellaire, la plus productive de toutes.

Dans les pays où la division a été poussée à cet excès, où chaque lot de terre ne suffit plus à l'entretien de la famille, et où la grande propriété ayant disparu, les manufactures n'offrent pas de salaires supplémentaires, l'émigration absolue ou temporaire devient un usage habituel. En Savoie, les enfants expatriés ne reviennent dans leur patrie que quand

ils sont parvenus à se former un capital suffisant pour vivre; dans le Limousin, dans l'Auvergne, les hommes vont passer la belle saison dans les grandes villes, où ils remplissent les ateliers de construction, ou s'adonnent aux métiers les plus durs et les plus pénibles; on trouve des Suisses, des Allemands, dans toutes les parties du monde.

Ce qui peut éloigner encore pour nous cet état précaire dans lequel vivent les nations qui ont vu disparaître avec la grande propriété la garantie sur laquelle est fondée la sécurité de la masse de la population, c'est, avec l'esprit d'ordre et d'économie des grands propriétaires, la bonne administration de leurs domaines, le développement de toutes leurs facultés productives, par l'application judicieuse de la science à l'exploitation du sol.

CHAPITRE III.

Entrée en jouissance des terres par le défrichement.

Ce n'est plus dans les États les plus civilisés de l'Europe que l'on peut espérer de se créer un domaine rural au moyen du défrichement. Les meilleures terres y sont cultivées depuis longtemps, les médiocres et même les mauvaises ont été attaquées par la charrue, et s'il a échappé quelque étendue de terrain susceptible de bons produits, elle est sous le régime de prairies communales défendues jusqu'à présent contre toute tentative par les lois et par les préjugés des populations. Ce qui reste ensuite de terres incultes consiste en landes ou en terrains marécageux. Ces derniers offriraient quelquefois des chances avantageuses au cultivateur, si la situation du terrain et les pentes en permettaient le desséchement. On connaît sous le nom de landes de vastes espaces dont la végétation consiste principalement en arbustes, ajoncs, bruyères, et dont les gazons produisent une herbe peu abondante et peu nourrissante.

Les défauts de ces terrains consistent d'abord en ce qu'ils manquent d'un ou de plusieurs éléments nécessaires au succès d'un assez grand nombre de cultures ; plusieurs d'entre eux n'ont pas d'ailleurs de fond, et une couche de gravier y supporte une faible couche de terre friable ; chez d'autres on trouve des alternatives de sécheresse et d'humidité, dans les saisons qui exigeraient des qualités contraires. Ainsi, la culture des landes n'est réellement profitable que là où l'on peut leur fournir économiquement les principes alimentaires qui leur manquent : la chaux, les phosphates, l'ammoniaque. On sait depuis peu qu'une distribution intelligente du noir de raffinerie, mis en contact avec les plantes, et non dispersé sur tout le terrain, offre une solution économique du problème : on peut encore défricher les landes là où la couche arable a une suffisante profondeur, ou bien là où l'on peut, par des desséchements et des irrigations, se procurer un sol qui puisse convenir aux plantes. Après une lutte de vingt ans contre ses landes, M. Rieffel a reconnu que ce qui était le plus avantageux, c'était la conversion en prairies des bas-fonds où on pouvait conduire d'abondantes eaux de pluie, et le semis en bois des parties élevées. Dans quelques lieux, les eaux courantes portent en solution de riches principes qui ont permis de convertir en prairies des graviers arides, comme sur les bords de la Meurthe. En Belgique, c'est en vain que l'on a essayé de créer un fonds au moyen de l'irrigation des sables ; les eaux étaient trop crues, et l'on n'a pu obtenir de gazons sans couvrir préalablement le terrain de terreau transporté ou d'engrais animaux.

Dans le Midi, les terrains arides qui ont du fond peuvent être consacrés utilement aux cultures arbustives. Malheur aux pays qui laissent défricher les pentes rapides de leurs montagnes. Le Dauphiné et la Provence en font la dure expérience.

Dans tous les cas, constater par l'observation et par l'analyse ce qui manque au terrain que l'on veut défricher, re-

chercher les moyens par lesquels on peut y suppléer; ajouter à cette investigation de la science les résultats d'une expérience de culture, faite sur une assez grande échelle pour qu'elle ne puisse pas présenter d'illusions, assez petite pour qu'elle ne compromette pas la fortune de l'entrepreneur, telles sont les précautions qui doivent précéder toutes tentatives de défrichement. Ces entreprises, conduites avec intelligence et avec des moyens suffisants, procureront sans doute encore une addition assez importante aux terres cultivées de plusieurs États de l'Europe, mais le plus souvent elles occasionneraient de grands frais, exigeraient l'apport de grands capitaux qui sont encore peu disposés à se placer dans des spéculations agricoles, et qui alors pourraient être employés beaucoup plus utilement à la culture de bonnes terres déjà défrichées.

Mais, nous ne le dissimulons pas, c'est surtout dans les colonies fondées dans des pays qui manquent de population que se trouvent les ressources que l'on cherche de toutes parts pour donner de l'emploi à la population croissante de notre vieille Europe. Avec un très-petit capital que tout travailleur à la fleur de l'âge doit pouvoir se procurer par son économie, il peut y trouver pour lui et sa famille l'aisance qui lui échappe dans les rangs pressés de la société européenne. On estime aujourd'hui à 860 fr. le pécule qui permet de payer le passage d'une famille pour l'Amérique ; c'est à la condition de sa possession ou d'un engagement légal qui réponde de l'existence de l'émigrant que l'on permet le transit de la France à cette nuée d'émigrants partis de l'Allemagne. Le travail qui sur notre continent suffisait à peine à leur subsistance, leur procurera en peu d'années la possession d'un terrain qui assurera leur avenir, lorsqu'ils seront arrivés sur l'autre rive de l'Atlantique.

C'est ce que comprennent fort bien les peuples de l'Allemagne, de la Suisse, de l'Angleterre, de l'Écosse, de l'Irlande; mais il semble que l'instinct de la colonisation soit

perdu chez les peuples de l'Europe latine. Dans l'antiquité, la colonisation faisait une partie essentielle de l'économie politique des petits États de la Grèce, et les Romains peuplaient des colonies de leurs vétérans; dans les temps modernes, les Espagnols et les Portugais ont fondé de puissants États en Amérique et en Asie, les Français ont colonisé le Canada, la Louisiane, les Antilles; et aujourd'hui, avec une population qui soupire après la propriété territoriale, la France ne peut parvenir à coloniser l'Algérie, qui est à ses portes.

Au reste, il faut considérer que chaque peuple a son mode spécial de colonisation analogue à son caractère. Les Portugais et les Espagnols ont plutôt fait des conquêtes que des colonies, et ils ont imposé au peuple conquis le travail manuel qui leur était insupportable. Le Français, sociable par excellence, aimant à laisser à son gouvernement la responsabilité de ses actes, n'a colonisé que sous son autorité, avec son appui, et à condition que ses établissements se feraient par groupes nombreux, par villes, par villages, qui ne séparassent pas les individus; les Anglo-Saxons, d'une nature indépendante, aimant à faire eux-mêmes leurs affaires, se dispersent, au contraire, à de grandes distances les uns des autres, cachant leur vie et leurs opérations avec autant de soin que les autres les manifestent. D'après ses observations dans les États-Unis, Volney a tracé un tableau très-véritable et très-instructif de ces tendances des deux peuples, qui ont tant influé sur le succès de leurs établissements.

« Le colon américain, lent et taciturne, ne se lève pas de très-grand matin, mais, une fois levé, il passe la journée entière à une suite non interrompue de travaux utiles; dès le déjeuner, il donne froidement des ordres à sa femme, qui les reçoit avec timidité et froideur, et qui les exécute sans contrôle. Si le temps est beau, il sort et laboure, coupe des arbres, etc.; si le temps est mauvais, il inventorie la maison, la grange, les étables, raccommode les portes, les fenêtres, les serrures, pose des clous, construit des tables et des chaises,

et s'occupe sans cesse à rendre son habitation sûre, commode et propre. Avec ces dispositions, se suffisant à lui-même, s'il trouve une occasion, il vendra sa ferme pour aller dans les bois, à 10 et 20 lieues de la frontière, se faire un nouvel établissement; il y passera des années entières à abattre des arbres, à se construire d'abord une hutte, puis un étable, pui une grange, à défricher le sol, à le semer, etc.; sa femme, patiente et sérieuse comme lui, le secondera de son côté, et ils resteront ainsi quelquefois six mois sans voir un visage étranger; mais au bout de quatre ou cinq ans, ils auront conquis un terrain qui assurera l'existence de leur famille.

« Le colon français, au contraire, se lève matin, ne fût-ce que pour s'en vanter; il délibére avec sa femme sur ce qu'il fera; il prend ses avis, et ce serait miracle s'ils étaient toujours d'accord; la femme commente, contrôle, conteste; le mari insiste ou cède, se fâche ou se décourage; tantôt la maison lui devient à charge, il prend son fusil, va à la chasse ou en voyage, ou cause avec ses voisins; tantôt il reste chez lui et passe le temps à causer de bonne humeur ou à quereller et gronder. Les voisins font des visites et en rendent. Voisiner et causer sont pour des Français un besoin d'habitude si impérieux, que sur toute la frontière de la Louisiane et du Canada, on ne saurait citer un colon de cette nation établi hors de la portée et de la voix d'un autre : en plusieurs endroits ayant demandé à quelle distance était le colon le plus écarté : « Il est dans le désert, me répondit-on, avec les ours, à une lieue de toute habitation, sans avoir personne avec qui causer (1), »

Le pionnier américain, dont nous avons énuméré les solides qualités, se transporte ainsi dans le désert avec une avance de 400 fr., qui lui suffit pour vivre une année avant de percevoir sa première récolte de maïs. Placé au milieu des forêts, il abat les arbres, les brûle et obtient de la po-

(1) Volney. *Tableau des Etats-Unis*, t. II, p. 413.

tasse, premier article de vente; il laboure et sème entre les troncs qui restent debout. Ce n'est qu'à la longue et quand ces troncs tombent en pourriture qu'il les extirpe définitivement. Il parvient ainsi en cinq années, avec le secours de sa famille, à se mettre en possession de 20 hectares d'un défrichement facilité d'ailleurs par les pâturages environnants qui lui permettent d'élever du bétail.

Dans une autre partie des Etats-Unis, les fameuses prairies qui sont à l'ouest du Mississipi, les travaux de défrichement sont plus faciles. Prenons pour exemple de la marche d'une telle colonisation celle qui se fonde en ce moment dans l'Etat d'Illinois par une société de Suisses du canton de Vaud (Highland, près de Saint Louis). Un premier détachement d'hommes qui possédaient un certain capital s'est rendu sur les lieux. Après avoir parcouru le pays, la petite colonie a choisi la situation qui lui a paru la plus convenable, et y a commencé la fondation d'un village, et après s'être assurée par l'expérience de la convenance de son choix, elle a appelé à elle ses compatriotes, ses amis, ses parents, qui ont répondu à l'appel.

Les prairies qui s'étendent autour de Highland font partie du territoire fédéral, qui le vend à raison de 1 dollar l'acre, (5,30 c. les 40 ares), et 1/4 en sus pour différents frais d'enregistrement; on joint ordinairement à un lot de terre une étendue de forêt de moitié moins grande, pour se procurer du bois; le droit de pâturage est illimité sur les prairies non encore vendues.

Nous croyons devoir faire connaître les intéressants détails de cette opération de colonisation d'après des correspondances dont on ne peut mettre en doute la véracité. Voici comme on emploie un capital de 33,000 à 34,000 fr. qui va mettre dans une grande aisance une famille qui aurait végété tristement en Europe, et serait devenue pauvre après une seule génération.

1° Terrain et batiments, dépenses foncières.

Achat de 240 acres de terrain (67 hectar.)	1,590 fr. »	
Achat de 120 acres de forêts (48,5 hectar.)	3,180	
Clôture de 150 acres à mettre en cultures	1,590	
Défrichement de 150 acres.	1,590	
Bâtiment d'habitation très-confortable pour une famille.	7,950	
Bâtiment de ferme	5,300	
	21,200	21,200 fr.

2° Cheptel vivant.

30 vaches.	1,590	
8 bœufs de travail	848	
4 juments poulinières.	1,060	
50 moutons.	265	
Poules et canards.	53	
50 porcs grands et petits	265	
	4,081	4,081

3° Instruments.

4 charrues	159	
4 herses	106	
1 wagon	344	
1 wagon pour le bois.	265	
1 tombereau	212	
Menus outils.	212	
4 harnais.	159	
	1,457	1,457

4° Dépenses annuelles, fonds de roulement.

Gages divers. 5 valets de ferme et 1 fille, outre la nourriture.	3,500	
Entretien des bestiaux	500	
— des instruments agricoles. . . .	200	
Dépenses du ménage, outre la vie matérielle	2,000	
	6,200	6,200
Total des frais. . . .		32,938

PRODUITS OBTENUS DE LA FERME AU BOUT DE 2 à 3 ANS, OUTRE CEUX QUI SONT CONSOMMÉS.

186 quintaux de fromage	7,800 fr.
1000 mesures d'avoine (180 hect.)	500
3000 têtes de choux (portés à Saint-Louis). . .	750
80 mesures de grain de ricin (14 hect. 40) . .	200
1000 mesures de pommes de terre (280 hect.)	500
10 paires de bœufs gras	5,000
6 chevaux . . . , ...	2,100
50 porcs gras	500
100 moutons.	500
Produit de 2 acres de chanvres.	200
	17,550

On peut commencer beaucoup plus modestement, acquérir un espace de terre proportionné à son capital ou à ses épargnes ; l'on trouve ensuite à s'arrondir en achetant progressivement les terres environnantes.

On trouve à acquérir des fermes toutes montées, pour un prix qui ne s'éloigne pas de celui qu'on dépenserait pour les installer. On trouve aussi à louer des fermes appartenant à autrui, sur le pied de 6 p. 100 du prix d'achat. Ainsi, l'acquéreur obtient 6 pour 100 ; le fermier paiera la rente de 21,200 fr., ci, 1,272 fr.

Il y aura à dépenser pour bétail	4,081 fr.	11,738 fr.
Pour instruments.	1,457	
Pour frais annuels	6,200	

qui lui rendront 17,550 — 1,272 = 16,278, ou 138 p. 100 de ses avances.

Nous avons cru devoir donner cet exemple un peu détaillé, pour faire apprécier l'avantage de la colonisation bien conçue et sagement exécutée, quand une association de compatriotes prépare la place pour les nouveaux arrivants et les

préserve de tous les piéges qui les assaillent quand ils ne sont pas bien dirigés (1).

Les autres points de colonisation du globe sont le Canada, les provinces anglaises de l'Amérique du nord, l'Australie et la Nouvelle-Zélande. Un grand nombre d'émigrants n'ont que ce qui est nécessaire pour traverser l'Océan et comptent sur leur travail pour vivre et s'établir au-delà des mers. Or, il en coûte 150 fr. pour aller de Liverpool à Québec et 500 fr. pour aller à Port-Philippe. Ce motif est déterminant en faveur du trajet le plus court, quels que soient les avantages que l'on peut trouver dans un pays plus éloigné. Mais ensuite le prix de la terre est 20 fr. 20 c. l'hectare au Canada, et elle ne se délivre pas par lots moindres de 40 hectares; à la Nouvelle-Zélande et en Australie, on ne vend pas de lots inférieurs à 150 hectares, et la mise à prix est de 62 fr. l'hectare, tandis qu'aux Etats-Unis on peut acheter la quantité qu'on désire à 14 fr. 20 c. l'hectare. L'esprit aristocratique du gouvernement anglais perce jusque dans son système de colonisation; il semble dire : Nous ne voulons de propriétaires fermiers que ceux qui peuvent débourser immédiatement 16,000 fr.

Et nous, Français, notre esprit centralisateur, réglementaire, ne se fait-il pas assez connaître dans notre colonisation de l'Algérie, et n'est-il pas un de plus grands obstacles à son succès? Il y avait de grands propriétaires, il fallait examiner sans doute la réalité de leurs acquisitions ; mais ensuite devait-on les laisser sous le poids constant d'expropriations pour cause d'utilité publique, dans le but de distribuer leurs terres par parcelles, ce qui leur ôtait toute velléité d'amélioration? Ne devait-on pas sur les terres du domaine s'empresser de tracer les villages, de les enceindre, de mesurer les terrains et ensuite de les offrir à bas prix, de manière à ce que l'émigrant pût être mis en possession de son lot en arrivant?

(1) Rilliet Constant. *Extrait de la correspondance d'un colon américain à Highland.* Lausanne, 1849.

Ne fallait-il pas fonder dans les départements des associations d'émigrants peuplant entièrement des villages de compatriotes, et appelant par l'exemple de leurs succès leurs voisins et leurs parents? Au lieu de la condition de mise en culture des lots et des terrains acquis, condition si souvent mal remplie, ne devait-on pas se borner à exiger la possession d'un certain nombre de têtes de bétail par hectare, bien sûr que la résidence seule des propriétaires entraînerait tôt ou tard la culture? Ne devait-on pas sentir l'importance de mêler la grande et la petite propriété qui s'appuient et s'entr'aident si merveilleusement? Le système parcellaire exclusif éloigne les capitaux, et le manque de capitaux fait échouer le système parcellaire. Nous sommes convaincu qu'avec de bonnes dispositions préparatoires, l'appel énergique aux colons, fait par province ou département avec le concours des conseils généraux, avec l'assurance de l'entrée immédiate en possession lors de l'arrivée des colons, avec l'illimitation des lots accordés à chacun selon ses moyens, et l'obligation d'y entretenir une quantité déterminée de bétail par hectare, sous peine du retrait de la concession, on obtiendrait une émigration croissante et volontaire, d'une tout autre valeur que celle que nous faisons à prix d'argent, composée d'hommes sans habitudes agricoles et dont un grand nombre restera sans ressource quand cessera la subvention alimentaire de l'État.

CHAPITRE IV.

Entrée en possession de la terre par l'hérédité.

Transmettre le fruit de ses travaux à ses enfants, c'est le complément du droit de propriété, sans lequel il ne peut exister aucune agriculture prospère. Possession viagère, travaux viagers, travaux imparfaits qui ne peuvent porter tous leurs fruits; d'où suivent la dégradation du domaine rural,

l'absence de bâtiments suffisants, de clôtures, de desséchements, de plantations; la préférence donnée à la richesse mobilière qui se cache et se transmet, sur la richesse immobilière. L'Etat a plus à perdre que les particuliers dans la méconnaissance du droit de l'héritier. C'est ce qu'ont reconnu d'un commun accord toutes les nations civilisées.

Le domaine rural se ressent toujours de la vieillesse du propriétaire. Son activité est diminuée, il ne fait plus guère de projets, borné qu'il est pour leur exécution par une perspective trop courte; il renvoie à ses héritiers le fardeau des réparations et des améliorations; l'esprit d'épargne s'accroît avec les années, et il réduit les dépenses, même les plus nécessaires. Il est donc assez ordinaire que le domaine arrive dans les mains de ses héritiers dans un assez mauvais état. Quant au nouveau possesseur, il veut regagner le temps perdu, mettre ses terres au niveau du progrès fait par ses voisins, pendant la période de stagnation qu'elles ont subie, au déclin de l'âge de son ascendant. L'entrée en jouissance est toujours un moment de bonheur qui s'épanche généreusement sur l'objet de nos désirs. Il y a une lune de miel pour la nouvelle propriété comme pour la nouvelle épouse.

A ce moment si favorable à l'amélioration du sol national, un obstacle aussi impolitique qu'anti-agricole vient s'interposer entre la bonne volonté de l'héritier et l'exécution de ses plans. Une rude imposition sur les successions lui enlève son capital mobilier disponible et le force à renvoyer ses projets à un temps où la ferveur de son zèle se sera attiédie, ou bien se sera portée vers d'autres spéculations.

On ne cesse de parler de la nécessité du crédit agricole, apparemment pour le mettre à la disposition de ceux qui veulent s'en servir utilement et accroître la richesse de l'État en augmentant la production des terres; et pendant qu'on hésite sur les moyens de faire naître ce crédit, on n'hésite pas à dépouiller de son capital l'homme qui se trouve

dans les plus heureuses dispositions pour s'en servir, au moment où il faudrait stimuler son ardeur de novice par les secours les plus effectifs. Les impôts qui s'attaquent au capital sont détestables en tout temps, mais ils sont inexcusables quand ils absorbent les ressources, qui, selon toutes les probabilités, vont recevoir l'emploi le plus désirable dans l'intérêt général.

La minorité de l'héritier est, comme la vieillesse de l'ascendant, un temps de stagnation pour la propriété, mais elle a l'avantage de favoriser l'accumulation du capital. Quand le jeune homme, parvenu à sa majorité, veut bien s'occuper de son domaine, on le voit trop souvent se livrer aux embellissements, aux constructions de luxe, ou bien adopter des systèmes agricoles hasardés et dissiper les réserves qui, plus sagement administrées, auraient pu devenir la source de la prospérité future de la propriété. Nous savons combien la voix de la raison a peu d'empire contre les illusions, contre les entraînements de l'exemple, contre la confiance du jeune âge dans ses propres lumières. Nous savons combien il serait inutile de demander aux jeunes gens de prendre beaucoup de temps pour réfléchir, et qu'il serait dangereux de voir leur activité déborder vers des directions autres que celles de l'agriculture, et dont le péril serait encore plus grand; nous nous bornerons donc à leur offrir les réflexions suivantes, qui pourront avoir les plus heureux résultats sur le succès de leurs opérations.

Quand on veut améliorer un domaine rural, il se présente plusieurs ordres de travaux qui tous ont leur degré d'importance, mais qui tous s'enchaînent et rentrent dans les devoirs du propriétaire. Les uns sont nécessaires, urgents, et dans aucun cas on ne peut s'en dispenser; les autres tiennent, au contraire, à la direction particulière de notre esprit, à nos convenances individuelles, à des systèmes nouveaux que nous nous proposons d'adopter; eh bien! puisque dans tous les cas il faudra exécuter les travaux de la première espèce,

nous conjurons les jeunes propriétaires de commencer exclusivement par ceux-là, et de n'entreprendre ceux de la seconde que quand ils seront achevés. Ainsi, ils penseraient : 1° à arrêter par des travaux solides toutes les dégradations que peut subir la terre, telles que les ravinements, les éboulements, les érosions de terrain par les eaux de rivières et torrents, et le rétablissement des digues ou leur création partout où elles sont nécessaires; 2° à adopter un système destiné au desséchement des terres, consistant en fossés ouverts ou tranchées couvertes (aqueducs, vannes, drainage, etc.); 3° à établir les clôtures des champs, partout où elles sont nécessaires; 4° à créer ou compléter les plantations d'arbres; 5° à rétablir ou créer des chemins de communication solides entre toutes les parties du domaine, qui diminuent le tirage des animaux, et permettent d'accroître les charges des voitures, réduisent les frais d'exploitation; à faire des ponts sur tous les ruisseaux que ces chemins traversent; 6° à réparer les toitures, récrépir les murs, faire dans les bâtiments de la ferme les réparations et les distributions nécessaires, remettre les fermetures en bon état, créer une place à fumier qui facilite le transport des engrais, favorise leur conservation et en débarrasse les cours des fermes.

Pendant le temps qui s'écoulera pour remplir ces devoirs indispensables, les idées se mûriront; les rapports fréquents avec les agriculteurs du pays, avec les praticiens, amèneront à réfléchir sur les plans que l'on avait conçus et les modifieront, les changeront ou les confirmeront; et si l'on s'engage imprudemment, ce ne sera du moins qu'avec cette partie du capital qui seul pouvait être destiné à une innovation, celle qui restera après l'accomplissement des travaux qui étaient au-dessus de toute discussion, et pouvaient être applicables à tous les systèmes.

Si ces conseils de prudence peuvent préserver quelques jeunes gens des piéges que leur tendent trop souvent les

études mal digérées, une ardeur peu éclairée, des conseils irréfléchis ou intéressés, nous nous féliciterons de la confiance qu'ils auront bien voulu leur accorder.

CHAPITRE V.

Entrée en possession par achat.

En achetant une propriété rurale, on peut avoir pour objet ou de faire un simple placement de fonds, dont la rente représente l'intérêt de l'argent, ou d'acquérir un instrument pour pratiquer l'agriculture.

Le capitaliste se décide à acheter une terre parce qu'il suppose que son capital est placé plus avantageusement sous cette forme que sous toute autre. Si d'autres placements lui offrent un capital nominalement supérieur, il compte, comme addition à la rente du fonds, la prime d'assurance suffisante pour couvrir les risques que courent les autres genres de placements. Or, le calcul de ces risques n'est pas de ceux que l'on puisse effectuer facilement sur de simples données financières; ces données sont modifiées dans l'esprit de l'acheteur par une foule de considérations qui s'exprimeraient difficilement en chiffres, mais qu'il réunit et qu'il pèse par un travail intuitif. Ainsi il cherche en vain les traces des familles qui, par leur richesse purement mobilière, ont brillé de mémoire d'homme; la plupart d'entre elles ont disparu du pays, ou n'y tiennent plus qu'un rang secondaire. L'acheteur voit au contraire les domaines ruraux transmis de main en main des ascendants aux descendants depuis un grand nombre de générations, et les noms des familles patrimoniales inscrits sans interruption dans les archives de leur pays; il sait que la terre forme une dot inaliénable, qui passera sans altération de ses fils à ses petits-fils; que les enfants mettront de l'amour-propre à conserver le bien de leur père, tandis que les capitaux mobiliers seraient dissipés

avec facilité et sans que le blâme public pût arrêter les prodigues avant la catastrophe finale; il sait que c'est dans la terre que les familles comme les arbres étendent leurs racines, que, pour les compatriotes, il n'est pas de meilleure garantie de l'intérêt que l'on porte au pays et que, quelle que soit la constitution de l'Etat, c'est au propriétaire que reviendront la considération et l'influence politique ; aussi les pères de famille prudents se hâtent de mettre une partie de leur fortune à l'abri, sous la garantie de la propriété territoriale, et le négociant ne se croit arrivé au port que quand il a clos sa carrière en devenant propriétaire.

Mais d'autres fois l'acquéreur s'est convaincu qu'au moyen de certains travaux, il pourra beaucoup accroître la valeur du domaine. Il a vu qu'un certain étang pourra être desséché; qu'au moyen de digues il mettra le territoire à l'abri des invasions des torrents, des rivières, de la mer ; qu'il pourra conduire des eaux d'irrigation sur des terres arides, qu'il pourra les arroser ou les colmater; qu'il existe dans le voisinage des marnières et des pierres à chaux qui feront porter d'opulentes récoltes à des terres regardées comme improductives; que des fossés d'écoulements, des tranchées souterraines rendront à la fertilité des terrains habituellement noyés dans la saison des pluies, etc.; il calcule que le domaine ainsi transformé aura une valeur supérieure à son prix d'achat, joint à celui des travaux, et il tente cette spéculation pour son compte, ou la fait pour celui du propriétaire en se réservant une part de la plus-value.

D'autres fois encore, cette plus-value résulte seulement de la division d'une vaste propriété, qui par sa haute valeur ne trouve pas d'acquéreur ou ne provoque pas la concurrence dans un pays où les grands capitaux sont rares, en parcelles d'une étendue qui les met à la portée des petites fortunes. L'acquéreur est alors un marchand en gros qui revend en détail. Pour augmenter encore le concours des acheteurs, il vend à crédit et s'assure la rentrée de ses fonds en ne pas-

sant d'acte de vente définitif qu'après le paiement total. Ce genre de commerce s'est beaucoup répandu en France, où les compagnies qui l'exercent ont reçu le nom de *Bandes noires*. Si leur avidité, les poursuites rigoureuses qu'elles exercent leur ont valu ce surnom sinistre et la haine des populations, il faut convenir aussi qu'elles ont rendu de grands services à la société, en mettant en circulation des économies improductives, en plaçant entre des mains ayant des fonds de roulement des terres négligées, et en augmentant ainsi la production et par conséquent la richesse de l'Etat. Leurs opérations ne peuvent se prolonger indéfiniment dans la même contrée, et quand elles ont épuisé les bourses des petits acquéreurs, les économies faites par les paysans, ces compagnies sont obligées d'aller exploiter d'autres localités. La division des terres par le moyen de ces ventes a donc une limite naturelle, celle de l'aisance des classes inférieures qu'elle suit dans ses progrès.

Les compagnies *détaillantes* n'ont à s'informer que du rapport qu'il peut y avoir entre le prix d'achat et celui de vente. Ceux qui spéculent sur les améliorations ont à prévoir le prix et la durée des travaux, et la valeur de l'immeuble ainsi amélioré. D'autres considérations doivent occuper l'acquéreur qui veut faire un placement.

Et d'abord, le domaine que l'on veut acquérir est-il exposé à des dangers qui menacent son existence même? peut-il être emporté par les débordements, miné par les érosions des rivières, raviné par les eaux supérieures, ou recouvert par des matières infertiles entraînées par les torrents ou par des éboulements des montagnes? On doit bien peser ces dangers et les comparer aux compensations dont ils sont ordinairement accompagnés. Ainsi les empiétements des eaux sont ordinairement accompagnés de l'espoir des alluvions; de la possibilité de gagner sur le lit des rivières, sur les lais et les relais de la mer; on peut faire servir à des *colmates* les matières transportées par les eaux des torrents; les eaux supérieures bien

dirigées peuvent fournir à des irrigations; l'art a des remèdes pour s'opposer à tous ces fléaux et pour les transformer en bien; il faut seulement s'assurer que ces remèdes ne soient pas trop coûteux. Dans l'achat d'une terre, comme dans toutes les affaires, les grands bénéfices ne sont pas pour les trembleurs ; une parfaite sécurité se paye d'autant plus cher que le nombre des gens timides est plus grand ; mais l'homme hardi n'est pas toujours imprudent quand il a su calculer les chances et les mettre de son côté, et qu'il se risque à courir les mauvaises, devenues les moins probables par sa prévoyance : *Audaces fortuna juvat.* Il ne s'agit que de savoir bien calculer. Or, il faut en convenir, les événements dont nous parlons sont le plus souvent irréguliers dans leur fréquence comme dans leur intensité, et le passé n'est pas toujours un garant fidèle pour l'avenir.

Mais il est un autre genre de danger qu'il faut bien se garder de braver, et qui doit attirer toute notre attention. C'est celui qui résulterait de l'irrégularité des titres de propriété du vendeur à la possession qu'il vous transmet. Les lois de chaque pays présentent des dispositions qui peuvent la rendre plus ou moins complète, plus ou moins stable; qui peuvent ouvrir l'entrée à des droits occultes capables d'attaquer ou d'altérer ceux que l'acheteur tient du contrat de vente, qui peuvent du moins l'inquiéter et devenir la source de nombreux procès. Telles sont en France les hypothèques légales qui résultent des droits des femmes, des mineurs, des comptables, etc ; telle est dans d'autres pays la foi accordée aux actes sous-seing privé non enregistrés, etc. On ne peut mettre trop de soins à consulter les gens de loi les plus instruits et les plus honnêtes du pays avant de conclure définitivement. Mais les lois fussent-elles parfaites, on devra toujours regarder la propriété comme précaire dans les pays où la justice est mal administrée, où la magistrature est partiale, vénale ou trop mobile et dépendante de l'esprit de parti. La fréquence et la longueur des pro-

cès, sans attaquer le droit lui-même, créent des désagréments, sèment la vie d'inquiétudes qui doivent faire fuir les contrées où vous attendent soit la ruine, soit le dégoût de la vie de plaideur, au lieu de la sécurité et du repos que l'on cherche dans une acquisition rurale.

Les anciens ont recommandé d'acheter dans le voisinage de son domicile pour pouvoir visiter souvent sa propriété et que l'on y soit attendu plus souvent encore : *Censeo in propinquo agrum mercari, quò et frequenter dominus veniat, et frequentiùs se venturum, quàm sit venturus, denuntiet* (1). Cette maxime est très-importante même pour celui qui ne veut pas cultiver par lui-même, et dont les terres affermées peuvent le mieux se passer de son inspection habituelle. L'entretien du capital de fond restant toujours à la charge du propriétaire, il ne peut convenablement y veiller sans une fréquente inspection.

On a regardé *l'absentéisme* des propriétaires comme la grande plaie de l'Irlande. Si les domaines des propriétaires français sont dans un état d'infériorité évidente à l'égard de la petite propriété, s'ils se vendent en détail, cela provient bien moins de ce que leurs possesseurs manquent de capitaux que de ce qu'ils n'en font pas un bon emploi. Comment leur viendrait l'idée de l'amélioration d'une terre qu'ils ne voient jamais, quand ils n'ont jamais l'occasion de s'entretenir de ses besoins, de ses ressources, des placements avantageux qu'elle offre? Après une longue absence, viennent-ils la visiter, ils sont assaillis de demandes de réparations qui leur paraissent improductives : c'est un toit à relever, c'est un pont à reconstruire, c'est une clôture à regarnir, et au bout de ces dépenses pas un centime de revenu de plus; ils ne savent pas qu'il s'agit alors d'une restitution à faire à leur propriété, que ces dépenses négligées auraient dû chaque année être retranchées de la rente qu'ils ont perçue, et qu'il fau-

(1) Columelle, lib. I, cap. 2.

drait nécessairement les faire au renouvellement d'un bail ou supporter une réduction de la rente proportionnée à la détérioration du domaine. Or, ce n'est qu'après avoir remis les lieux dans un état analogue à la valeur de la rente perçue qu'ils peuvent faire des dépenses susceptibles de porter leurs fruits, parce que leurs résultats n'ayant pas été compris dans les calculs du fermier, il peut les compenser par une augmentation de la rente. — Que les propriétaires essayent de suivre nos conseils ; qu'arrivés sur leurs domaines une fois mis en état de réparation, ils demandent à leurs fermiers s'il n'y a pas quelque notable amélioration à y faire ; qu'ils lui proposent ensuite de l'exécuter pourvu qu'ils ajoutent à la rente l'intérêt du capital qu'elle exigera. S'ils ont des fermiers intelligents, ils découvriront ainsi l'occasion de faire des placements avantageux. La terre n'est pas simplement un banquier qui paie les intérêts d'un capital qui ne peut se détériorer, c'est le local d'une manufacture auquel il faut un entretien annuel ; s'il se détériore, le locataire ne voudra plus l'occuper sans exiger des réparations, mais s'il voit les moyens d'agrandir sa fabrication, il consentira volontiers à entrer dans les frais de nouvelles constructions qui lui seront devenues nécessaires.

Sans doute, dans ce siècle, les voyages étant plus faciles et moins coûteux, on cherchera moins à se dédommager par le bon marché, de l'éloignement du lieu de l'acquisition; *pedibus compensari pecuniam* (1); le cercle que l'on peut appeler le voisinage s'est agrandi; nous devons applaudir à ces succès qui facilitent les visites d'un plus grand nombre de propriétaires. Chaque visite en provoquera une nouvelle en accroissant l'intérêt qu'ils porteront à leurs terres. Heureux le pays, heureuses les familles où l'homme est possédé de ce *démon de la propriété*, démon bienfaisant qui rend le sol fécond et les familles durables et prospères.

(1) Caton dans Cicéron *pro Flacco* XXIX.

Thaër, frappé des dommages qu'avait subis la propriété quand sa patrie avait été le théâtre de la guerre, recommande d'éviter le voisinage des frontières, celui des places fortes, et enfin ces positions stratégiques indiquées d'avance par l'histoire comme des champs de bataille inévitables. La richesse de la Flandre, de l'Alsace, de la Lombardie, de la Silésie, nous prouvent néanmoins que ces grandes catastrophes sont trop passagères pour altérer d'une manière permanente la richesse d'un pays et la valeur de ses terres. Les trombes, les grêles, les gelées causent souvent autant de maux à une contrée que le passage des grandes armées, car le système de guerre actuel, par l'emploi des grandes masses sur un point, décide si promptement du sort du théâtre de la guerre, qu'il peut bien être momentanément opprimé, mais jamais d'une manière assez durable pour amener autre chose que la perte des approvisionnements, et celle d'une faible partie des récoltes encore sur pied.

Nous avons déjà parlé de l'inconvénient de l'insalubrité de l'air (1), nous n'y insisterons plus ici. Cette grave circonstance, de même que les ravages causés par les intempéries ordinaires, se trouve naturellement évaluée dans le prix des terres qui en éprouvent les effets.

L'acheteur doit ensuite examiner la rente que peut produire la propriété, défalcation des pertes et accidents, des impositions et de l'entretien du capital de fond. Pour les biens affermés, la rente étant une somme fixe, nous est donnée pour les baux, et, dans ce cas, il faut s'enquérir de la solvabilité des fermiers du pays, en général, car dans bien des cas leur insolvabilité habituelle, leurs fréquentes faillites rendent le taux de la rente un étalon très-imparfait de la mesure de la rente réelle. C'est encore un de ces faits notoires qu'il est facile d'éclaircir. Les rentes sont-elles exacte-

(1) Tome II, p. 34 et suiv.

ment payées? Leur paiement n'éprouve-t-il jamais de retard? Faut-il souvent recourir à des contraintes, à des saisies contre les fermiers? C'est ce que l'on peut apprendre d'une simple conversation.

Il faut surtout s'informer de l'historique de la rente du domaine acquis, observer si elle se maintient depuis longtemps au même taux ou si elle éprouve des variations, et si ces variations sont subites ou sont récentes; une augmentation récente n'est quelquefois qu'un piége tendu à la bonne foi de l'acquéreur; une rente fixée depuis longtemps peut donner l'espoir d'une augmentation, surtout si l'on fait au domaine les réparations convenables.

A l'expiration des baux, trouve-t-on un nombre suffisant de concurrents pour ne pas craindre de recevoir la loi? C'est une question importante qu'il faut examiner de près. Même dans les pays riches, il y a quelquefois une coalition entre fermiers pour empêcher toute concurrence, et se perpétuer ainsi sur les fermes, contre la volonté des propriétaires. C'est ce que l'on voit dans la campagne de Rome, où l'étendue des fermes est telle qu'il faut être très-riche pour les exploiter, et où quelques capitalistes opulents, ligués ensemble et tenant tous les fils de ces exploitations, rendent presque impossible l'accession de nouveaux concurrents; c'est ce que l'on voit aussi dans quelques-uns de nos départements du Nord, où cette coalition, moins bien colorée, s'appuie sur des désagréments et des violences qui menacent l'audacieux qui irait sur les brisées d'un ancien fermier; c'est ce que l'on appelle le *mauvais gré*. Cette coutume qui, dans son berceau, était fondée sur un droit réel, une espèce d'emphytéose, s'est étendue bien au-delà de ses limites légitimes. Il faut y réfléchir avant de s'exposer à de tels inconvénients, ou du moins les apprécier et les compter dans le marché que l'on doit conclure.

Notre Code civil (articles 1769-1771) admet l'obligation de consentir à des réductions du prix de la rente

dans deux ordres de cas, qu'il appelle : 1° cas fortuits ordinaires, tels que la grêle, le feu du ciel, la gelée, la coulure des fleurs ; 2° cas fortuits extraordinaires, tels que les ravages de la guerre et les inondations dans des saisons insolites auxquelles le pays n'était pas précédemment sujet. La réduction a lieu si la perte est de la totalité ou de la moitié seulement des récoltes, à moins que l'on ne puisse prouver que le fermier en a été indemnisé par les récoltes précédentes. Mais, par une clause spéciale de son bail, celui-ci peut se charger de tous les cas fortuits ordinaires ou extraordinaires.

Les cas fortuits ordinaires peuvent entrer dans l'évaluation des récoltes moyennes : le fermier n'est donc pas surpris par leur arrivée, et il peut se soumettre à les supporter. D'ailleurs, on a formé des compagnies pour assurer les propriétaires et les fermiers contre l'incendie, et même contre la grêle. Quant aux débordements périodiques des rivières, si le propriétaire est intelligent, le terrain est tout disposé à les recevoir, soit au moyen d'obstacles transversaux, de saussaies, etc., et le fermier, peut éviter leurs mauvais effets par le choix des cultures et des saisons de semis. Dans les terres qui sont recouvertes d'eau pendant plusieurs jours dans la saison du printemps, on cultive le chanvre, le maïs, le millet, dont le semis est tardif ; on les couvre de prairies, on y plante des arbres ; mais les débordements extraordinaires, qui par leur impétuosité et leur élévation surmontent tous les obstacles, détruisent les récoltes et le terrain lui-même, ne se renouvellent qu'après de longues périodes de tranquillité, et ne peuvent pas plus entrer dans les prévisions des fermiers que les fléaux de la guerre et des révolutions. Ce sont les banqueroutes de la propriété foncière; elles ne peuvent être à la charge des fermiers, et s'ils s'y soumettent, s'ils jouent à ce jeu du hasard, c'est qu'ils croient l'événement très-peu probable, et qu'ils pensent obtenir ainsi gratuitement certains avantages. Dans un bail de peu de durée,

ces avantages ne peuvent jamais compenser les risques, si ceux-ci viennent à se réaliser. Nous regardons donc comme peu équitable et immorale la clause qui met à la charge du fermier les cas fortuits extraordinaires, à moins qu'elle ne soit accompagnée d'une longue durée du bail.

Si la terre que l'on veut acheter n'est pas sous le régime du fermage ou de la rente fixe, mais est sous celui du métayage ou du partage des fruits, l'appréciation de la rente sera beaucoup plus difficile. L'acquéreur devrait faire alors les mêmes recherches que ferait le fermier. Nous avons cherché à donner les principes de cette estimation dans notre *Traité d'Agrologie* (1); nous ne pouvons qu'y renvoyer le lecteur.

On achète toujours avec plus d'avantage les domaines négligés que ceux qui sont très-soignés et portés à toute leur valeur. Cependant, il faut prendre garde de ne pas payer trop cher les espérances d'amélioration, et il faut posséder les capitaux nécessaires pour les réaliser. Il n'est que trop commun de se livrer à des illusions sur les résultats qu'ont ces améliorations, et à moins d'une opération facile et d'un succès immanquable, capable de changer d'un seul coup la face et la valeur du domaine, il ne faut payer celui-ci que sur le pied de la rente actuelle. Les opérations compliquées et d'un succès éloigné sont douteuses, et, en cas de réussite, dépendent tellement du talent de celui qui les conçoit et les exécute, que le vendeur ne peut s'en prévaloir pour élever le prix de sa propriété. Quant aux domaines qui sont entre des mains habiles, ayant su les porter au maximum de leur valeur, on doit avoir une défiance salutaire de soi-même, et penser qu'avec moins d'intelligence agricole, moins d'activité, moins d'esprit de suite et un moindre apport de capitaux, la rente ne pourra que décroître, surtout si des mains d'un propriétaire elle doit passer en celles d'un fermier. La

(1) Tome I de ce Cours, 6e partie de l'*Agrologie*.

décadence peut alors être très-rapide. Nous avons vu un domaine arrivé à la meilleure situation, qui, livré à des fermiers, est tombé en huit ans aux 2/3 de la valeur qu'il avait lors d'un premier bail.

Enfin, comme dernier conseil, nous dirons avec Caton à ceux qui veulent devenir propriétaires : *Prædium cùm comparare cogitabis, sic in animo habeto, uti ne cupide emas, neve opera tua parces videre et ne satis habeas semel circum ire. Quoties ibis, toties magis placebit, quod bonum erit.* « Quand vous voudrez acheter un fonds de terre, pensez bien qu'il ne faut pas le faire à la hâte, avec passion, que vous ne pouvez trop le revoir, ni vous en tenir à une seule inspection. S'il est bon, plus vous le verrez et plus il vous plaira. » Il faut faire ici la distinction d'une impatience sérieuse qui recueille à chaque fois les éléments propres à résoudre les difficultés, et de ces allées et venues qui ne recueillent que des ouï-dire contradictoires, prolongent l'incertitude et font manquer l'occasion de conclure une bonne affaire.

CHAPITRE VI.

Entrée en jouissance par location. — Du fermage en général.

Si l'on veut entreprendre une culture sans être propriétaire du terrain, il faut en louer la jouissance à ceux qui le possédent, c'est-à-dire, consentir à payer en retour de cette jouissance un certain prix, qui est une partie plus ou moins considérable du produit net qu'elle peut rapporter, supposée cultivée par des mains d'une habileté moyenne. Cette partie est réglée par des lois économiques que nous devons examiner avant d'aller plus avant. Ces lois, qui embrassent tous les modes de location, ont été cependant étudiées d'une manière plus particulière pour ce qui concerne le fermage proprement dit.

Si l'on avait voulu parler de fermage, il y a quelques années, on aurait commencé par rechercher sa valeur et ses variations, sans admettre la possibilité d'un doute sur sa nature et sur son origine. De nouvelles études, et surtout les ouvrages de *Ricardo*, ne permettent plus aujourd'hui d'aborder ce sujet avec autant de légèreté. Il nous faut examiner avec soin ce que nous regardions auparavant comme admis sans contestation ; il faut remonter à la source d'un produit qui devient la base des contrats qui font la matière de ce chapitre. En écrivant pour des propriétaires éclairés, qu'une éducation soignée rend de plus en plus familiers avec la science de l'économie sociale, nous devons procéder tout autrement que s'il s'agissait de composer une instruction pratique pour des ouvriers. Aussi nous allons commencer par exposer les trois doctrines principales qui règnent dans la science, et ensuite nous les soumettrons à un examen détaillé, où nous tâcherons d'ajouter quelques lumières à celles qu'une discussion éclairée a déjà fait jaillir de ce sujet.

Adam Smith, *Say* et *Ricardo* présentent trois explications différentes du fermage, et en trouvent l'origine dans des causes qui, bien qu'identiques si l'on y regarde de près, portent cependant à considérer le sujet sous des points de vue assez divers : c'est à leurs déductions que nous devons maintenant apporter notre attention.

SECTION I. — *Système d'Adam Smith.*

La rente, selon Adam Smith, est cette portion du produit d'une terre qui reste après avoir payé les semences, le travail, l'achat et l'entretien du bétail et des instruments d'agriculture, en y joignant les profits ordinaires des fonds d'une ferme, tels qu'ils sont dans le voisinage. Elle est nécessairement le taux le plus haut que le tenancier puisse donner de la terre parce que le propriétaire dresse les clauses du bail de manière à ne lui laisser que la moindre partie possible du

produit. Ce qui suppose, comme l'on voit, que la concurrence des preneurs est la plus grande possible.

Cette rente n'est pas nécessairement le profit qui résulte des dépenses de mise en valeur et d'améliorations faites par le propriétaire sur ses biens. Une partie de la rente peut représenter cette dépense, mais une partie représente aussi bien certainement le prix de ce qui n'est susceptible d'aucune amélioration de la part des hommes, des facultés productives inhérentes au terroir ; car on paie la rente des rochers qu'arrose la haute marée, et où il ne croît que des algues, que l'on emploie à l'engrais des terres. La rente payée pour l'usage du terrain est donc un prix de monopole; elle n'est pas proportionnelle à la dépense que le propriétaire peut avoir faite pour améliorer le domaine, mais à ce que le fermier peut en donner.

Comme on ne peut mener au marché que les produits dont la valeur vénale surpasse les frais, la partie de leur prix excédant ces frais ira à la rente de la terre; si la marchandise ne dépasse pas ce taux, quoiqu'elle puisse être menée au marché, elle ne peut rapporter de rente. Mais il y a certaines productions, comme les subsistances, dont la demande est telle que le prix excède toujours les frais d'exploitation; elles rapportent donc toujours une rente au propriétaire. Il y en a d'autres dont la demande varie au point que, quelquefois, le prix qu'elles ont coûté à produire excède le taux de leurs cours vénal : comme les habillements, les matériaux de construction, de chauffage; ces matières ne rapportent pas alors toujours une rente.

L'auteur établit ainsi une division arbitraire des propriétés : dans l'une se trouvent les terres arables, qui rapportent toujours une rente; dans l'autre, les pâturages, les carrières et les mines, qui rapportent ou qui ne rapportent pas de rente, selon les circonstances sociales.

Ne nous occupons pas en ce moment de la seconde division, mais voyons comment il établit le taux de la rente dans la première.

La rente des terres les plus ingrates n'est pas diminuée par le voisinage des plus fertiles ; au contraire, elle en est considérablement augmentée, les cultivateurs des dernières ouvrant, par leur grand nombre, un marché avantageux au produit de terres moins fertiles.

Toute terre donne des produits ; les pacages les plus déserts de la Norwége et de l'Écosse fournissent quelque pâturage pour le bétail; la rente croît en proportion de la bonté du pacage.

La rente varie avec la fertilité de la terre, quel que soit le genre de ses produits, et avec la situation, quelle que soit sa fertilité.

La culture du blé, comme la plus générale, règle la rente des autres terres cultivées pour d'autres produits.

Quant aux propriétés de la seconde espèce, qui fournissent les articles qui n'entrent pas dans la subsistance et ne font pas partie des denrées dites de première nécessité, la plupart de leurs produits sont en surabondance dans l'état de nature, et ne sont recherchés que dans l'état de société : leur valeur doit donc augmenter, et elles finissent par pouvoir donner une rente. La distance où elles se trouvent des lieux habités produit les mêmes effets : ainsi, une carrière de pierres, dans un district éloigné, est sans valeur ; elle en aurait une considérable auprès d'une grande ville.

En résumé, on voit, dans cet exposé : 1° qu'*Adam Smith* regarde la rente comme ce qui, dans les produits du sol, excède les frais de production ; 2° qu'il admet que toute terre produit une rente quand elle est consacrée à produire des subsistances ; 3° que la rente varie en proportion de la fertilité du sol ; 4° que le voisinage des terres fertiles augmente la valeur des terres ingrates, mais qu'il est une espèce de produits qui ne sont pas de première nécessité, dont la rente est réglée par d'autres principes ; 5° enfin que, dans tous les cas, la rente est en grande partie le prix du monopole.

SECTION II. — *Système de Say* (1).

La terre possède en elle-même la faculté de combiner les sucs nutritifs qu'elle contient ou ceux qu'on lui fournit, de manière à les transformer en fruits, en grains, en bois et en mille produits divers nécessaires à la société, et qui ont une valeur réelle. Cette action chimique ne peut être obtenue que par son moyen : la terre est donc l'instrument de la grande fabrique agricole. comme c'en est l'atelier. Cette utilité productive doit donc être payée par l'entrepreneur de culture à celui qui la possède, comme, dans une autre industrie, il paierait les outils et le local qui lui seraient nécessaires. Tel est, selon ce système, le véritable fondement du droit de fermage, qui n'est que le prix d'une utilité que l'on veut acquérir.

Mais la terre n'est pas le seul agent de la nature qui soit productif : le vent qui enfle les voiles de nos vaisseaux et les fait marcher, la chaleur du soleil, l'eau des rivières et de la mer travaillent aussi pour nous, et cependant on n'exige pas le prix de leur utilité. Mais ces agents ne peuvent pas devenir aussi facilement que la terre une propriété personnelle et exclusive, et, quand on peut se les approprier, ils entrent aussi dans les mêmes conditions : ainsi, un site favorable à un moulin à vent, une chute d'eau, une mer fermée, un abri avantageux acquièrent aussitôt une valeur, par la raison que leur circonscription définie les met à même de pouvoir devenir une propriété.

C'est donc l'appropriation du sol qui est la véritable cause du fermage : dès que ses facultés productives sont devenues la propriété d'une classe de la société, aussitôt ceux qui ont

(1) Say. *Traité d'économie politique*, t. II, p. 335 et suiv., 5e édition, 1826.

voulu y prendre part sans être propriétaires ont été obligés de payer cette utilité. Or, cette appropriation n'est pas un privilége arbitraire et non motivé; sans elle il ne peut y avoir d'agriculture. Ceux qui possèdent comme ceux qui ne possèdent pas sont intéressés à l'appropriation du terrain, sans laquelle il n'y aurait pas de produit; c'est la condition qui met l'instrument en état de servir.

Il est clair ensuite que les différents degrés de force productive que possèdent les terrains divers doivent avoir un prix proportionné à leur intensité. Ce qui peut seulement changer ce prix, c'est une plus grande quantité de terres mises sur le marché par des défrichements; car, ici comme ailleurs, l'école économiste de Say admet pour règle du prix des choses la proportion de l'offre à la demande.

Si un terrain ne peut donner de produit qu'exactement ce qu'il faut pour dédommager l'ouvrier de ses peines sans laisser aucun reste, il n'est susceptible d'aucun fermage, et par conséquent il reste inculte, à moins que le propriétaire lui-même ne le cultive.

Les terres diffèrent cependant des autres capitaux, en ce que, dans un pays donné, leur quantité est nécessairement limitée, et que la culture étant, de toutes les industries, celle qui exige le moins d'avances, le nombre de ceux qui veulent s'y livrer est plus grand: ainsi la demande des terres est toujours supérieure à l'offre dans les pays bien peuplés, et la quantité n'en peut pas être augmentée par la demande comme celle des autres capitaux; conséquemment le marché qui se conclut entre le propriétaire et le fermier est toujours pour le premier aussi avantageux qu'il peut l'être.

Ce système très-simple, est d'accord avec les faits; mais les économistes anglais ont trouvé qu'il n'atteignait pas le fond des questions, qu'il était stérile en conséquences, et ils ont cru devoir en proposer une autre, que nous allons maintenant exposer.

SECTION III. — *Système de Ricardo.*

Ricardo part de plus haut : chez lui, la théorie du fermage n'est pas une conséquence des autres principes économiques; elle n'en est, pour ainsi dire, qu'un appendice.

La terre possède différents degrés de fertilité. Dans un pays nouvellement habité, on commence par occuper les terrains de première qualité, et l'on ne passe à ceux de qualité inférieure que quand les premiers sont tous appropriés : jusqu'à ce qu'ils le deviennent, il ne peut y avoir aucun fermage; car il n'y a pas de raison pour payer un prix de la culture d'une terre, quand on peut se procurer gratuitement d'autres terres de même qualité. Mais dès que les terres de première qualité, que nous supposerons produire douze hectolitres de blé, se trouvent toutes occupées, les nouveaux arrivants sont obligés de se livrer à la culture de celles de seconde qualité, qui, avec le même travail, ne produisent que six hectolitres, et alors il leur est indifférent de cultiver cette seconde espèce, ou de payer six hectolitres à un de ceux qui possèdent les terres de première qualité, pour obtenir de prendre sa place; plus tard, le même raisonnement s'appliquera aux terres de troisième qualité, qui ne produisent que trois hectolitres, et alors on pourra donner neuf hectolitres de fermage des premières. Telle est, selon *Ricardo*, l'origine réelle du fermage, et sa mesure peut être définie, *la différence qui se trouve entre le produit d'un terrain et celui de la qualité la plus inférieure des terrains cultivés.*

Dans les pays très-peuplés, la culture s'arrête aux terrains dont l'ouvrier ne peut tirer que la valeur de son travail, qui alors n'excède pas le prix de sa subsistance et de celle de sa famille. S'il y a des portions de terre d'un degré encore inférieur qui soient soumises à la culture, il est évident que c'est ou par une erreur qui ne saurait être durable,

ou par convenance, soit parce qu'il s'agit de terres encloses dans un corps de domaine et liées à la culture de terres supérieures, soit parce qu'on y trouve l'emploi d'un temps qui serait perdu sans cette circonstance. Quand l'accroissement de la population exige que l'on mette en culture des terres inférieures encore à celles où l'ouvrier ne trouve que sa subsistance, il est évident que cela ne peut avoir lieu que par une réduction sur le taux de cette subsistance, et alors il devient impossible de cultiver des terres inférieures à celles qui commencent à porter un fermage, et le prix de toutes les terres supérieures hausse dans la même proportion.

Dans le prix du fermage il ne faut pas confondre le profit payé pour les améliorations et les travaux faits sur un terrain. Il est évident, par exemple, qu'il n'est pas indifférent d'entreprendre la culture d'une terre défrichée, ou d'une terre en friche : à qualité égale, la première se louera plus cher; mais cet excédant de prix n'est que l'intérêt ou le profit du capital employé au défrichement, et il ne peut nullement être attribué au fermage.

Après avoir donné une idée aussi claire qu'il nous a été possible des trois systèmes généralement admis sur la théorie du fermage, nous allons nous livrer à leur examen approfondi.

SECTION IV. — *Examen du Système d'Adam Smith.*

Le fondateur de la vraie science économique, qui a porté dans toutes ses branches la lucidité et la logique qui le distinguent si éminemment, semble n'avoir abordé le sujet du fermage qu'avec des données imparfaites, et si la justesse de son esprit lui a fait souvent toucher le but, les circonstances qui l'entouraient, et dont il n'a pas toujours démêlé la portée, l'ont quelquefois fasciné au point de le faire tomber dans d'étranges contradictions.

Il est certain, en effet, qu'Adam Smith n'a eu que l'état de l'Angleterre sous les yeux dans ses recherches sur cet objet, et qu'il ne connaissait pas assez les faits agricoles pour amener ses déductions à un haut degré de généralisation.

Sa définition de la rente est fort exacte : « C'est, dit-il, ce qui reste au fermier après avoir payé ses frais de culture, son entretien, et avoir prélevé les intérêts de ses capitaux tels qu'ils sont fixés dans le voisinage. » Mais les taux de ces frais, de cette subsistance, de ces intérêts, sont très-variables, et peuvent se porter fort haut dans les pays peu habités encore et où il n'y a pas de concurrence dans l'occupation des terres : aussi n'est-il pas exact de dire que, dans tous les cas, c'est le prix le plus haut que le fermier puisse donner de ses terres; car il est des circonstances où le fermier dicte la loi, quoique dans les pays très-peuplés ce soit le contraire qui arrive : or *Smith* n'a, ici, évidemment considéré que ces derniers. Ainsi, par l'effet de ces variétés infinies dans la proportion de la demande des terres à l'offre, cette définition ne laisse aucune idée nette dans l'esprit, et ne peut offrir de base que dans un cas particulier dont toutes les circonstances sont connues, mais elle ne saurait jamais servir de formule générale applicable à tous les cas, sans qu'on y fît entrer un tel nombre de termes variables, qu'elle formerait une idée trop complexe et trop indéterminée.

Il est ensuite fort difficile d'accorder deux assertions de l'auteur : selon lui tout terrain produit une rente ; et, d'un autre côté, si la rente des produits d'un terrain ne surpasse pas les frais, il ne peut pas porter de rente. Il a été visiblement déterminé ici par deux idées différentes : dans la première assertion, il avait en vue les pâturages et autres terrains qui donnent un produit sans culture ; dans la seconde, les terres cultivées. Or, il est facile de voir que la vérité de la seconde proposition ne change pas dans le premier cas.

Les rochers couverts d'algues, destinées à l'engrais, produisent une rente, parce que la valeur de cet engrais excède les frais qu'il faut faire pour l'extraire; mais un rocher nu, un terrain aride ne produisant point d'herbe, ou en produisant trop peu pour la dépaissance; un pâturage qui, dans certains pays, pourrait avoir quelque valeur, mais qui est placé auprès de pâturages plus gras et suffisants aux besoins du pays: tous ces terrains, dis-je, ne peuvent produire de rente, et rentrent dans le second cas, soit par impossibilité d'en tirer aucune substance propre à avoir une valeur, soit parce que la bonté des pâturages voisins réduit le prix des animaux à un taux tel, que le produit de ceux qui seraient nourris sur les pâturages maigres ne paierait pas l'intérêt du capital d'achat et de garde. Si ces circonstances ne se rencontrent pas en Angleterre, ce dont nous doutons fort, au moins ne sont-elles pas rares ailleurs, et elles prouvent que tout terrain n'est pas propre à produire une rente, et que l'auteur avait été mieux inspiré par son bon sens, quand il avait affirmé que, lorsque les produits ne surpassent pas les frais de production, ils peuvent encore être menés au marché, mais que la terre sur laquelle ils ont été récoltés ne peut produire une rente; et il aurait évité de tomber plus tard dans l'erreur s'il eût achevé son raisonnement, et s'il eût ajouté : *Et si le prix des produits était inférieur au prix de production, non-seulement ils ne pourraient être menés au marché, mais on cesserait de cultiver le sol dont ils proviennent.* Cette réflexion eût été un trait de lumière qui l'eût peut-être conduit à la découverte de la vraie théorie du fermage.

Ce qui me fait penser qu'il ne fallait à *Smith* qu'un pas de plus et un plus grand nombre de connaissances positives en agriculture pour arriver à la vérité, c'est la proposition qu'il émet, sans en déduire les conséquences, *que la rente varie avec la fertilité de la terre, quel que soit le genre du produit, et avec la situation, quelle que soit la fertilité.* S'il s'était attaché à la développer, certes un esprit tel que le sien

n'eût rien laissé à dire à ses successeurs : en la combinant avec les précédentes, il eût montré que la limite de la culture est la terre qui ne paie pas actuellement, dans l'état de l'art agricole, de la population et de la richesse du pays, les frais de production, et il fût parti de ce point, comme l'ont depuis fait *Malthus* et *Ricardo*, pour conclure que, dès lors, la rente des terres plus fertiles étant en raison de leur fertilité, elle n'était autre chose que l'excédant du produit d'une qualité de terre sur celui de la dernière qualité de terre qu'il était possible de mettre en culture. Toute la vérité se trouve donc en germe dans *Smith;* mais elle y est mêlée à beaucoup d'erreurs.

Par exemple, c'est une erreur, au moins dans les termes dont l'auteur s'est servi, de croire que le voisinage d'une terre fertile augmente la valeur d'une terre stérile. Il est évident que cette proposition n'est pas faite en termes assez positifs pour avoir une application générale. *Smith* n'a vu ici que des pâturages placés près des terres fertiles, et il a conclu que la valeur de ces pâturages était augmentée par ce voisinage ; mais à prendre ces expressions au pied de la lettre, la proposition est fausse. Si le pays n'a pas une nombreuse population, les terres stériles seront sans valeur, jusqu'à ce que toutes les terres fertiles soient occupées. L'opinion de *Smith* est donc relative à la population qu'il suppose sur les terres fertiles, bien plus qu'à leur fertilité même ; mais il aurait eu raison en disant : la valeur des terres stériles augmente en proportion de l'accroissement de la population.

C'est encore une erreur grave que de diviser les produits du travail en deux classes, les subsistances et les choses qui, provenant de la terre, ne peuvent pas servir à la nourriture ; l'une et l'autre de ces classes sont régies par les mêmes lois générales.

Une mine de charbon, située dans un pays où le bois surabonde, ne peut être exploitée, de même qu'une terre très-

propre à porter du blé ne serait pas cultivée dans celui où le sol offrirait une nourriture suffisante sans exiger aucun travail. Mais dès qu'il devient nécessaire d'exploiter des mines de charbon, on commence par les plus riches, de même que pour la culture de la terre : on passe ensuite à celles qui produisent moins et avec plus de frais, et alors le prix du charbon doit s'élever, et les mines les plus productives doivent payer une rente; on s'arrête enfin à celles qui ne peuvent produire que les frais de l'exploitation sans aucune rente, et il est clair que la rente des qualités supérieures est exprimée par la différence de leur produit avec celui de la qualité la plus inférieure qui est exploitée. Au contraire, *Smith* prétend que c'est la mine de la qualité supérieure qui règle le prix de toutes les autres, parce qu'elle peut baisser ses prix, et, par conséquent, forcer les mines voisines, moins favorisées, à suivre son cours; mais en supposant deux mines, l'une très-riche, et l'autre qui ne payât que les frais d'exploitation, il est clair que, dès que la plus riche baisserait son cours, la seconde cesserait de pouvoir payer les frais d'exploitation ; dès lors la première fournirait tout le charbon, et pourrait, à volonté, hausser son cours; mais elle ne le pourrait faire sans que la seconde reprît son travail, d'où suivrait une nouvelle baisse. On ne voit donc pas ce que la première gagnerait à maintenir sa houille au-dessous de ses frais de production, pour atteindre à une hausse momentanée et éphémère; et si elle se tient au prix naturel de ses produits, il est clair que le fermier pourra payer au propriétaire tout ce qui excède ses frais, c'est-à-dire la différence qu'il y a entre les produits de la mine inférieure à la supérieure.

On voit bien qu'ici *Smith* a cru devoir mettre une différence entre les mines et les terres, en ce que le nombre des mines est borné, et qu'il est plus facile à un ou deux propriétaires de mines riches de faire la loi qu'il ne le serait aux propriétaires des bons terrains : en effet, si le nombre

des mines est très-petit, elles peuvent facilement devenir un monopole, et sortir ainsi des règles communes; mais pour peu que le nombre des propriétaires de mines soit considérable, aucun caractère particulier ne peut distinguer cette propriété de celle des terres.

On conçoit que les forêts et les pâturages rentrent aussi sous la loi commune toutes les fois qu'ils ne seront pas sous l'empire d'un monopole restreint : car ce dernier a ses règles à part, auxquelles la question du fermage ne participe que faiblement dans les pays où la propriété est suffisamment divisée. Mais en règle générale, et en supposant une égale liberté légale dans le commerce des différentes sortes de propriétés, elles sont toutes soumises aux mêmes conditions, et c'est sans fondement que *Smith* a prétendu les distinguer.

SECTION V. — *Examen du Système de Say.*

Pour pouvoir entrer dans l'examen raisonné des deux derniers systèmes que nous venons d'expliquer, il est nécessaire de poser quelques principes fondamentaux, sur lesquels les deux écoles sont également d'accord.

Le *prix réel* des choses, ou la valeur échangeable des produits, consiste dans leurs frais de production ; il est clair, en en effet, qu'une marchandise ne peut continuer à être produite si son prix vénal ne rembourse pas ses frais.

Mais le *prix courant* des choses n'est presque jamais leur prix réel, il dépend de la proportion de l'offre à la demande. Ainsi, quand une marchandise est plus offerte que demandée, ses détenteurs sont obligés de baisser le prix pour pouvoir s'en défaire, même au-dessous de la valeur réelle, sauf à vendre une autre fois au-dessus, quand l'offre sera réduite au-dessous de la demande ; car alors les acheteurs sont obligés de hausser les prix pour obtenir un objet pour lequel il y a plus de demandeurs que de gens qui peuvent l'obtenir.

Ce concours, toujours et essentiellement variable, constitue le *prix courant* des marchandises ; et il est clair que la moyenne arithmétique d'une longue série de prix courants doit être égale, ou du moins fort approchée du prix réel, dont les prix courants s'éloignent sans cesse en plus ou en moins.

Ces principes fondamentaux et irrécusables une fois posés, il semble qu'ils devaient suffire pour établir la vraie théorie du fermage, comme nous le ferons voir plus loin : examinons comment les économistes en ont profité.

Il est clair que la notion du prix réel doit précéder celle des prix courants dans toutes les recherches d'économie, comme on prend pour base des recherches météorologiques la pesanteur de l'atmosphère, et non pas ses variations journalières. Or, *Say* ne traite que légèrement et en passant, dans toutes ses déductions, la question des prix réels, et il ne s'appuie que sur les prix courants. Ayant ainsi subordonné sa théorie tout entière à cette vue, il était naturel qu'arrivant au fermage, et ne considérant la terre que comme un outil, un instrument, il lui appliquât les mêmes principes. Le prix courant du fermage, c'est-à-dire le prix fixé par la proportion de l'offre à la demande, est le seul élément dont il s'enquiert ; de là résulte qu'il ne voit la question que superficiellement, et que si ses déductions sont en général exactes, elles manquent cependant de profondeur, et qu'elles n'arrivent pas à cette analyse bien plus complète qu'a trouvée *Ricardo* en suivant une autre marche.

Ainsi la théorie de *Say* ne nous apprend pas quelle est la proportion qui existe dans la rente des différents terrains; quelle est la raison de cette proportion; sous quelle condition cesse la culture, s'élève ou baisse la rente dans les mêmes terrains donnés. Nous acquérons avec lui une seule idée vague: c'est que, comme les autres marchandises, la valeur du fermage est réglée par le rapport de l'offre à la demande ; mais il est impossible de se former aucune opinion fixe sur ce qui

caractérise ce genre particulier de marchandise, et sur ce qui influe sur ce rapport. En refusant d'appliquer la notion plus profonde des prix réels à sa matière, il n'a laissé dans l'esprit de ses lecteurs qu'un principe juste, mais stérile dans sa généralité, parce qu'il n'offre aucun moyen de prévoir et de sentir le terme moyen autour duquel oscillent les prix courants. Troublés par ces balancements en sens contraire, entourés de termes extrêmes, les lecteurs cherchent en vain la moyenne autour de laquelle se font les oscillations; *Say* n'aurait pu l'offrir qu'en partant des prix réels, qu'il s'est toujours refusé de prendre pour base de ses déductions. Nous verrons, plus tard, quelle lumière cette considération lui aurait fournie.

On pouvait donc désirer, après la publication du Traité de ce savant professeur, une exposition plus satisfaisante de la théorie du fermage. Voyons maintenant jusqu'à quel point *Ricardo* y a réussi.

SECTION VI. — *Examen du Système de Ricardo.*

Quoique *Ricardo* pénètre bien plus profondément dans les racines du sujet, le défaut de son système est d'abord de ne pas être lié, comme celui de *Say*, à l'ensemble de sa théorie économique. Chez *Ricardo*, le fermage est un corps à part, qu'il semble n'avoir pu soumettre au joug des principes généraux ; ce n'est qu'après s'être débarrassé de ce sujet importun qu'il passe à sa théorie des prix, et que le reste de sa doctrine s'enchaîne convenablement. Ainsi, premier défaut du système de l'école anglaise, défaut de liaison avec l'ensemble de la doctrine, de sorte qu'il semble que le fermage soit un fait réfractaire que l'on ne puisse traiter que par exception. Quand on a lu, en effet, l'analyse que nous en avons donnée, on voit que le raisonnement qui s'applique au fermage ne peut convenir qu'à lui, qu'il est à lui-même

son point de départ, et qu'également on ne peut rien en conclure pour la valeur et la distribution des autres objets de commerce.

On a voulu aussi lui objecter que dans un pays anciennement peuplé il n'y avait pas de terre qui ne fût susceptible d'un fermage.

Il faut restreindre cette assertion dans ses justes limites. Dans un pays où toutes les terres sont appropriées, il n'y a pas sans doute de terre occupée par un tenancier sans fermage; mais aussi personne, si ce n'est le propriétaire, n'y cultive une terre qui soit d'un produit inférieur à la subsistance de l'ouvrier, plus le fermage, si minime soit-il. Il est évident que le contraire serait impossible; les pâturages les plus maigres dont on paie une rente sont eux-mêmes soumis à cette loi. Quand on loue une grande étendue de terrain, il y en a sans doute une partie qui est d'un trop faible produit pour pouvoir payer un fermage, si elle est détachée du corps; mais alors il y a compensation, et c'est sur l'ensemble du produit que se règle le fermage : cela est tellement vrai que si, en affermant le pâturage d'une montagne, le propriétaire voulait en détacher le sommet rocailleux ou les glaciers, il n'éprouverait aucune réduction pour cette réserve. Ainsi, quoiqu'il soit vrai que le droit de propriété est un droit jaloux qui préfère qu'il n'y ait pas de jouissance plutôt que de laisser jouir autrui gratuitement, cependant ce droit ne peut faire naître un fermage là où il ne saurait y en avoir par la nature des choses.

Maintenant, au lieu de partir, comme le fait *Ricardo*, de l'état impossible d'une société agricole où les terres ne seraient pas appropriées, supposition qui a élevé contre son système tant d'objections, nous dirons que ses conclusions sont justes, mais avec cette restriction qu'à ce principe *le fermage est la différence qui se trouve entre le produit d'un terrain et celui de la qualité la plus inférieure des terres cultivées*, il faut ajouter *cultivées par leurs propriétaires*,

ce qui revient à dire : le fermage est toute cette portion du *revenu d'une terre qui reste au fermier quand il est remboursé de ses avances de travail*, puisque l'auteur suppose que la qualité de terre la plus inférieure doit payer au moins la subsistance de l'ouvrier, c'est-à-dire ses avances de travail, et que les terres supérieures paient, à titre de fermage, tout ce dont elles surpassent cette qualité inférieure.

Or, cette expression se présente d'une manière bien plus claire que les précédents énoncés; elle sera admise par le plus grand nombre de ceux qui trouveront l'énoncé de *Ricardo* paradoxal, et cependant on voit qu'elle n'en est que la traduction littérale.

La théorie de *Ricardo* est aussi identiquement la même que celle de *Say*. En effet, plus il y a de demandes de terres, plus l'on cultive les qualités inférieures, et plus la rente des qualités supérieures croît, *et vice versâ*; mais ces demandes s'arrêteront toujours, dans l'un comme dans l'autre cas, autour du point où la terre ne rendrait que les frais de production.

Satisfait d'avoir ainsi éclairé et concilié les deux théories, nous devrions peut-être nous arrêter à cette limite; mais le désir de lier la théorie du fermage à l'ensemble de la science économique, de manière que, d'un côté, elle se présente dans toute son étendue, avec toutes ses circonstances et les conséquences qui en résultent, et que, d'un autre, elle ne forme plus un simple appendice en dehors de la science, nous engage à proposer ici une nouvelle théorie, qui nous paraît présenter les caractères que nous cherchons en vain dans les autres.

SECTION VII. — *Nouvelle théorie du fermage.*

Après nous être expliqué franchement sur les deux théories du fermage qui se partagent le monde savant, il est

inutile de déclarer ici que celle de *Ricardo* nous semble offrir, de la manière la plus complète, les faits relatifs à ce sujet, et nous avons assez fait entendre que le seul défaut que nous lui trouvions était son manque de liaison à l'ensemble de la théorie économique : c'est ce lien désirable que nous avons cherché à lui donner, en envisageant le fermage sous le même point de vue que toutes les autres marchandises et non pas sous un point de vue particulier et spécial, comme l'a fait *Ricardo*. On trouvera donc de grandes conformités entre les idées que nous allons proposer et les siennes ; et peut-il en être autrement, puisque, reconnaissant la justesse de ses vues, nous ne faisons que donner une forme différente à ses principes?

Avant d'entamer notre sujet, nous devons expliquer complétement un mot que l'on pourrait trouver trop vague ; il s'agit de ce que nous entendons par la *subsistance de l'ouvrier*. D'abord par l'ouvrier, nous entendons non-seulement l'homme qui travaille actuellement, mais une portion de sa famille nécessaire pour le remplacer : ce qui équivaut à dire que nous entendons par une journée de l'ouvrier la moyenne de la subsistance complète d'une journée de sa vie, prise depuis sa naissance jusqu'à sa mort, c'est-à-dire la totalité de la subsistance de l'individu divisée par le nombre de ses journées occupées utilement. Il est évident que c'est à cette seule condition que l'on peut continuer à trouver des ouvriers.

Cette subsistance diffère beaucoup selon les pays : dans les uns, elle se réduit, presque exactement, à la nourriture, à l'habillement et au logement ; mais, dans d'autres pays, la même somme de travail est tout autrement récompensée, et l'ouvrier perçoit une valeur qui excède de beaucoup sa simple subsistance. C'est ce qui se passe, par exemple, aux Etats-Unis d'Amérique, où le travail est chèrement payé. Dans ce cas encore, c'est l'état d'aisance générale qui représente ce que nous appelons ici la subsistance de l'ouvrier, subsistance

qui ne pourra être réduite que quand il sera obligé de cultiver des terres inférieures en qualités à celles qu'il cultive aujourd'hui, ou, en d'autres termes, quand une plus grande concurrence d'ouvriers augmentera l'offre et diminuera la demande de travail.

Il était nécessaire de bien s'expliquer sur ce point, qui s'applique à toutes les théories, avant d'en venir à l'exposition de nos idées.

La base de notre système consiste à appliquer au fermage la notion des prix réels. Il est évident que *Ricardo* n'aurait pas manqué de suivre cette marche, si, pressé par la rigueur de sa définition des prix réels, il ne s'était cru obligé de chercher une théorie particulière du fermage. Mais il n'aura pas manqué de se dire que le prix réel d'une chose étant ce que sa production a coûté, la fertilité de la terre, qui est un produit de la nature, ne peut pas être évaluée de la sorte, et comme la terre est la seule force naturelle qui ait un prix de location, il a pensé qu'il fallait faire une classe à part pour cet objet unique. Mais une analyse exacte va nous montrer d'abord que la terre n'est pas le seul produit naturel que l'on paie, et ensuite qu'on peut lui appliquer une mesure d'évaluation.

Quant au premier point, il est évident qu'une mine est absolument dans le même cas que la terre. La houille, par exemple, possède en elle-même une force productive de la chaleur, et l'on n'a pas songé à l'évaluer autrement que par les frais de son extraction. Ainsi, d'abord, la terre n'étant pas la seule force productive de la nature qui serve à nos usages, il n'y avait pas de raison pour chercher une théorie particulière propre à expliquer le fermage; tous les principes qui s'appliquent à la valeur du charbon pouvaient s'appliquer à la terre ; et, réciproquement, tous les principes du fermage pouvaient s'appliquer aux mines de charbon. Les mines présentent des inégalités dans leurs produits comme la terre; la qualité du combustible et les frais d'exploita-

tion y varient, de même que changent les produits et les travaux relatifs aux différents sols. Nous pouvons donc dire : le loyer ou le prix de vente d'une mine est la différence de produit qu'il y a entre la mine la moins productive qu'il soit possible d'exploiter et celle de qualité supérieure.

En second lieu, il y a, pour la terre comme pour les autres marchandises, une mesure d'évaluation qui doit constituer son prix réel ; car ce n'est pas seulement la quantité de travail dépensée pour extraire qui constitue la valeur réelle, mais aussi celle qu'il aurait fallu dépenser pour produire un objet déterminé. Supposons, en effet, que l'on trouve par hasard dans une mine un morceau de fer façonné par la nature en forme de hache, et mettons de côté la valeur que la curiosité y attacherait ; n'est-il pas évident que ce fer de hache naturel aurait pour celui qui le trouverait précisément la valeur d'un fer de hache travaillé artificiellement, c'est à-dire la quantité de travail dépensée pour produire la hache artificielle, et que l'on ne pourrait pas dire que ce ne fût son prix réel. Or, une terre qui ne produit que la subsistance de l'ouvrier n'a pas pour lui un prix réel, puisque cette subsistance il la trouverait dans d'autres emplois ; mais si elle produit deux fois cette subsistance, elle a, en prix réel, la valeur d'une fois la subsistance, puisque par sa force productive elle ajoute au travail de l'ouvrier une valeur égale à celle qu'il avait. Autrement, on peut dire que, pour donner un égal produit sur une terre sans valeur, il aurait fallu deux ouvriers. Ici, la terre produit donc naturellement ce qui exigerait le travail d'un ouvrier ; son prix naturel est donc d'une fois la valeur de la subsistance de l'ouvrier : or, ce prix réel est justement le taux du fermage, selon le système de *Ricardo*.

Dès que nous avons trouvé la source du prix réel des forces de la nature et leur évaluation, ces forces peuvent être assimilées aux autres marchandises, et nous pouvons poser en principe :

1° Que la valeur de la terre la plus inférieure, cultivée dans un pays comme l'emploi le moins avantageux qu'un ouvrier fasse de son temps, est toujours égale à la valeur de la subsistance de l'ouvrier dans tous les emplois qui exigent la même force, la même activité, le même capital, la même industrie dans un pays;

2° Que le fermage de la terre (abstraction faite du profit des capitaux qui y sont employés et qui doivent être comptés à part) est le prix réel de la valeur du produit de la terre;

3° Que ce prix réel consiste dans ce qu'une terre donnée peut produire au-delà de la subsistance de l'ouvrier, ou dans ce que sa force productive ajoute à la valeur de ce travail;

4° Que, moyennant cette explication, la théorie du fermage rentre complétement dans toutes les théories du loyer des autres objets produits artificiellement, et qu'elle ne fait plus un corps séparé dans la science de l'économie sociale.

On sent que cette théorie des prix réels ne nous empêchera pas de nous servir de la notion des prix courants toutes les fois qu'elle nous paraîtra plus commode pour l'exposition, et c'est ce que nous allons faire dans l'article suivant. Ainsi, les théories de *Say* et de *Ricardo* viennent se réunir sur le terrain de notre système, comme elles doivent marcher d'accord dans tout le reste de la science, ayant pour patrons des esprits aussi justes et aussi élevés que ceux de ces illustres écrivains.

SECTION VIII. — *Valeur de la rente.*

La rente dont nous venons de discuter la nature peut être fixée par une moyenne prise sur un certain nombre de récoltes, le tenancier courant les chances bonnes et mauvaises que présentent les années pendant lesquelles il exploite la terre; elle est alors payée en argent ou en denrée, au taux du jour de la vente (fermage proprement dit), ou bien en ser-

vices rendus par le cultivateur. Elle peut aussi être proportionnelle au produit de chaque récolte successive, et alors, le plus souvent, le propriétaire perçoit en nature une part déterminée de la récolte (métayage).

La durée de la location imprime aussi des modifications particulières au contrat de louage du terrain : 1° si le fermage est conclu à perpétuité, moyennant une somme déterminée d'avance, on a le contrat à rente foncière ; 2° s'il est conclu avec une condition éventuelle de résiliation, dépendant de circonstances déterminées, telles que la jouissance pendant un certain nombre de générations de fermiers se succédant de mâle en mâle, ou dans des degrés convenus, on a un *bail emphytéotique ;* 3° si la location doit durer pendant un nombre d'années déterminé, on a le fermage ordinaire ; 4° si le contrat peut être annulé par la volonté du propriétaire, avec indemnité au profit du fermier pour les améliorations que la ferme a reçues pendant sa durée, on a ce que l'on nomme *bail comptable ;* 5° si le système des corvées est garanti par les lois, de sorte que les colons ne puissent abandonner la culture du domaine et que les propriétaires ne puissent la leur retirer, on a le *servage,* la culture des serfs.

La rente, stipulée par les baux éternels ou très-longs, peut être payée en denrée ou en argent. Dans ce dernier cas, la dépréciation progressive du numéraire finit par rendre insuffisante la rente qui était représentée à son origine par une valeur beaucoup plus forte. Ainsi la rente d'une bonne terre était prisée en Bourgogne, en 1459, à 10 sols tournois le journal. Ce journal étant de 22,6 ares, on avait pour l'hectare 44, 2 sols tournois. Le marc d'argent valait alors 11 livres tournois ; il vaut aujourd'hui 220 fr. ; ainsi l'on paierait cette rente avec la vingtième partie de la valeur stipulée originairement. Et si on la compare au prix du blé, on trouve que le prix de l'hectolitre de blé était de 59 sols (25 sols le setier). La rente valait donc 1,15 hect. de blé,

au prix actuel de 21 fr. 50 c., que l'on paierait toujours avec 44 sols ou avec le dixième de la valeur actuelle. On voit ainsi combien il eût été avantageux de stipuler la rente de longs baux en denrées (1).

Ces modes de location à terme indéterminé sont loin de produire une agriculture florissante. L'emphytéote, par exemple, peut se livrer dès le début à des améliorations du fonds; mais, quand son terme approche, il cherche à l'épuiser, à le dégrader à son profit, de même que fait le fermier; seulement il peut mieux y réussir parce qu'il a plus de temps devant lui. D'ailleurs, payant une rente proportionnée d'abord à la valeur du fonds, il fait alors des efforts pour élever la production; mais la valeur intrinsèque de cette rente décroissant sans cesse par l'effet naturel du temps, sa culture devient aussi plus indolente à mesure que ses obligations deviennent plus légères. C'est dans l'exacte et complète division des intérêts du propriétaire et du fermier que se trouve ce puissant *stimulant* qui a porté l'agriculture à son point de perfection. Le propriétaire est obligé sans cesse à améliorer le capital de fonds pour accroître sa rente lors d'un nouveau bail, ou pour ne pas la voir décroître; le fermier, pressé par la concurrence, accorde la rente la plus élevée possible, et sollicitant d'autant plus la terre, emploie le capital circulant le plus fort, les méthodes les plus avancées pour obtenir des bénéfices de son entreprise : c'est cette lutte établie entre ces deux intérêts qui les excite l'un et l'autre à produire, et qui fait à-la-fois la fortune des Etats et celle des particuliers. Quoique le fermage soit l'expression la plus avancée de l'état agricole d'une contrée, quoique l'on n'y arrive qu'après avoir passé par des états inférieurs, néanmoins, négligeant l'ordre chronologique, c'est de lui que nous allons d'abord nous occuper; la comparaison

(1) Dupré de Saint-Maur. *Recherches sur la valeur des monnaies*, p. 50, et *Essai sur les monnaies*, p. 65.

que nous en ferons avec d'autres méthodes en manifestera mieux la supériorité.

CHAPITRE VII.

De la manière de contracter le fermage.

Dans quels cas un homme qui possède un capital doit-il l'employer à acquérir une propriété, ou à obtenir seulement la jouissance d'une terre en devenant fermier? Crud a posé cette question au début de son *Economie de l'Agriculture*, et il la résout uniquement par la comparaison des intérêts que l'on peut tirer du capital dans ces deux positions de propriétaire et de fermier. Il suppose deux amis de l'agriculture possédant chacun 100,000 fr.

Le premier, A, emploie 70,000 fr. à acquérir un domaine qui lui produit 4 pour 100,

Ci.	2,800 fr.
Il lui reste 30,000 fr. pour fournir à sa culture, qui lui produira 12 pour 100, ci.	3,600
Revenu.	6,400

Le second, B, prenant à ferme une terre de 220,000 fr., paie 8,800 fr.; et consacrant son capital entier à son exploitation, il en retire net 12,000 fr.

Si tous deux suffisent à leurs dépenses personnelles au moyen de 5 pour 100 du capital, et qu'ils placent à intérêt l'excédant qui restera; si on suppose en outre que chacun d'eux ajoute ses épargnes au capital primitif,

A se trouve posséder, vingt ans après :

Son capital primitif.	100,000 fr.
Ses épargnes et intérêts annuels.	28,000
Total. . . .	128,000

et B se trouve avoir :

Capital primitif.	100,000 fr.
Épargnes.	178,000
Total. . . .	278,000

plus du double de A (1).

De quelque manière que l'on modifie ces termes, il est évident que, l'intérêt du capital employé dans la culture étant plus fort que celui du capital engagé en achat de terre, la situation relative des deux amis devra être fort différente au bout d'un certain temps. Mais n'oublions pas que nous n'exigeons de A qu'une économie vulgaire, le soin de ne pas dépasser son budget annuel, tandis que, pour réussir, B devra avoir des connaissances agricoles, le talent de l'administration, l'activité et les qualités morales sans lesquelles toute réussite devient impossible. Avec ces conditions, la fortune du fermier est assurée et suivra une progression rapide; si elles lui manquent, nous aurons beau grossir l'assurance que nous faisons payer à ses recettes pour garantir son capital engagé, il le dilapidera et se trouvera pauvre après s'être donné beaucoup de peine, en présence de son ami qui aura conservé sa fortune en se croisant les bras.

Dans la conduite à tenir dans la location d'une ferme, nous devons tenir grand compte des conseils d'A. Young, qui en a fait une longue et quelquefois fâcheuse expérience. « Il n'est pas d'opération plus importante pour un fermier, dit-il, que la location de la ferme qu'il a en vue. Pour la bien faire, il lui faut, comme à un général d'armée, du courage et de la circonspection. Si le premier prédomine, il est en danger de voir, dans la terre qu'il examine, des avantages imaginaires qui n'existent pas en réalité, et de passer légèrement sur des défauts qui, pris séparément, sont peu de chose, mais qui, s'ils sont réunis, deviennent un objet fort important. S'il est trop prudent, il lui arrivera certainement de voir et de reje-

(1) Crud. *Economie de l'Agriculture*, § XI.

ter, dans ses incertitudes, plusieurs fermes dont la location lui eût été fort avantageuse, et peut-être de louer la moins productive de toutes, si, pressé par les circonstances, il n'a pas le temps nécessaire pour l'examiner..... Il faut quelques fois se déterminer promptement : c'est lorsqu'un homme, n'ayant que le temps suffisant pour visiter une ferme, voit autour de lui plusieurs concurrents, prêts à accepter le marché à son défaut. Ces sortes de fermes sont fréquemment les plus productives, et, comme elles doivent être louées à jour fixe, si celui qui se propose d'en exploiter une est aussi prompt que prudent, il peut y trouver des avantages considérables. C'est particulièrement en ces circonstances que les fermiers ordinaires manquent presque tous de jugement, et que trop de précautions leur font perdre l'occasion d'un excellent marché.

« Combien d'objets divers doivent alors occuper l'attention du fermier ! Dans le cours d'une seule promenade, qui ne peut, par conséquent, avoir lieu que dans une seule saison, prendre connaissance de la nature du sol, en apprécier les défauts aussi bien que les avantages, d'après les signes particuliers à la saison; se tenir en garde contre les erreurs qu'on peut commettre si l'on ne considère pas que certaines saisons sont particulièrement favorables à certains sols » (nous avons vu un propriétaire ensemencer une grande étendue de landes stériles en avoine, qui y devint superbe au printemps et se dessécha en été avant sa maturité, afin de tromper, par cette magnifique apparence, un acheteur trop confiant); « comparer les clauses présumées du bail avec les qualités de la terre; observer l'état des clôtures, etc., et pouvoir faire à l'instant l'évaluation du travail que la ferme exigera; prendre note des champs qu'il faudra particulièrement soigner pour les améliorer, après qu'un tenancier avide les aura épuisés; voir en quel état sont les routes, prendre des informations sur les taxes, et une foule d'autres détails; calculer les réparations des bâtiments, fos-

sés d'écoulement, et prendre connaissance des ouvrages que le propriétaire doit finir avant la signature du bail ; telles sont les particularités qu'il doit embrasser d'un coup d'œil froid et rapide.

« Le fermier a tous ces objets et plusieurs autres encore à considérer. Il doit être assez versé dans cette partie pour pouvoir calculer la différence de capacité entre lui et le fermier ordinaire, et celle des sommes nécessaires à l'un et à l'autre pour monter, tant en bétail qu'en ustensiles, un nombre d'acres donné. Il doit, s'il songe à retirer quelque profit de sa culture, examiner sur quelle espèce de terrain il peut placer utilement son argent; si les sols déjà améliorés lui offrent plus d'avantages que les sols incultes, et, lorsqu'il se déterminera pour ceux-ci, connaître tous les détails de l'entreprise qu'il projette, pour pouvoir les proportionner à ses moyens pécuniaires; en un mot, il aura besoin de toute l'attention dont un homme est capable, pour se tenir en garde contre lui-même et contre ceux qui le servent (1). »

Dans la suite de son *Guide du Fermier*, l'auteur donne de beaucoup plus grands développements à ses préceptes; plusieurs d'entre eux ne sont applicables qu'à l'Angleterre de son temps. Ce livre doit être lu avec attention, mais aussi avec précaution, quand on veut l'appliquer à d'autres contrées. Nous avons consacré dans notre premier volume beaucoup d'espace à l'estimation de la rente du sol (2); nous n'y reviendrons pas ici. Nous devons seulement faire remarquer que la position de l'acquéreur et celle du fermier diffèrent en ce que le premier, moins pressé par les circonstances, peut examiner plus à loisir la terre qu'il veut acheter; que souvent il peut y consacrer des mois et des années, tandis que le second n'a le plus souvent qu'un temps très-court pour le faire. Cependant il n'est pas toujours dans cet embarras décrit par

(1) A. Young. *Guide du Fermier*, p. 18.
(2) Tome I. *Agrologie*, 6e partie.

Arthur Young; les fermiers anglais cherchent et louent des propriétés fort éloignées du lieu de leur résidence; peu leur importe la distance s'ils croient faire une bonne affaire : ils se dépaysent avec une grande facilité. Il n'en est pas tout à fait de même ailleurs, et chaque domaine a sa réputation trop bien faite dans la contrée pour qu'on puisse s'y tromper.

On connaît bien souvent le montant de la rente payée par le fermier; on sait aussi si sa position s'est améliorée ou a périclité pendant la durée du bail; alors, en supposant que ses revers ne tiennent pas à sa mauvaise conduite, il faut examiner quel était le capital dont il disposait et juger s'il n'était pas insuffisant. C'est la cause la plus fréquente des mécomptes. Si le fermier n'est pas à l'aise, il n'a pas les forces nécessaires; ses animaux de travail sont faibles et mal nourris; ses valets sont de la pire espèce; ses bêtes de vente sont chétives et trop peu nombreuses; les engrais lui manquent. Si, au contraire, le fermier pourvu de tous ces moyens se retire sans bénéfice, et qu'on ne reconnaisse en lui aucun vice ruineux, on ne doit pas chercher à le remplacer sans obtenir une réduction convenable sur la rente. L'écueil principal des bonnes résolutions du fermier, ce sont les enchères publiques. Il y a peu d'hommes assez maîtres d'eux-mêmes, quand il s'agit d'évincer un concurrent, pour résister à cette lutte de rivalité, et pour ne pas élever leur prix au-dessus de celui qu'ils avaient d'abord résolu de donner.

Il faut aussi se mettre en garde contre l'appât du gain, qui, dans nos calculs intimes, nous fait exagérer les dépenses et déprécier les recettes que nous pouvons faire. Le propriétaire agit en sens contraire, et c'est ce qui fait la difficulté de ces sortes de négociations. Néanmoins, et dans l'intérêt des deux parties, nous les préférons aux enchères. Ce dernier mode est trompeur pour les deux parties contractantes : le fermier tombe dans le piége de son amour-propre excité par la rivalité; mais le propriétaire ne tarde pas à se repentir

d'avoir été obligé d'accepter un fermier qu'il n'a pu choisir, dont le caractère et la conduite conspirent contre la conservation de sa terre, ou qui, moins riche qu'il ne le faudrait, s'endette pour payer une rente supérieure à ses produits nets et finit par faire faillite.

Le point principal est donc de ne pas s'engager à payer une rente qui surpasse la valeur réelle des produits. Cette rente doit donc être égale à celle des produits moyens, diminués : 1° de l'intérêt du capital de cheptel et du fonds de roulement, au cours auquel l'argent s'obtient sur la place avec de bonnes garanties ; 2° de l'assurance de ces deux natures de capitaux, selon leurs espèces (1); 3° du salaire du temps du fermier comme directeur et entrepreneur de culture, qui doit être égal à celui qu'il pourrait légitimement retirer de cet emploi de son temps et de ses talents; — si les membres de sa famille s'emploient sur la ferme, leur salaire fera partie du fonds de roulement ; on est toujours sujet à se faire illusion sur ces derniers articles et à les estimer beaucoup trop haut; —4° du profit que tout chef d'entreprise qui expose le capital, et qui le fait valoir, doit retirer en sus de l'intérêt des fonds placés sûrement. On conçoit que tous ces termes sont extrêmement variables, selon les pays où l'on contracte.

Le fermier doit posséder, en entrant en jouissance, tout le capital nécessaire à son exploitation, et, en outre, celui qui peut représenter les risques à courir dans une année, à moins qu'il ne soit certain d'obtenir un crédit qui, malheureusement, manque ou se renchérit beaucoup au moment où l'on éprouve des sinistres.

Si l'entreprise agricole se concentrait sur une seule opération, et qu'elle n'eût à courir qu'un seul genre de risque, ce capital en réserve devrait être de la somme totale des risques ; mais, heureusement, les sinistres n'arrivent pas tous à la fois ; ceux qui frappent le bétail n'atteignent pas

(1) Tome I, p. 359 et suiv.

les récoltes de tous les genres. Pour simplifier, supposons une ferme où l'on ne cultiverait que du blé, et où l'on aurait :

		assurances.
Des bêtes de travail valant.	3,300 fr.	275 fr.
Un troupeau.	4,500	450
Un fonds de roulement.	12,000	2,400
	19,800	3,125

La chance la plus fâcheuse est une perte de moitié sur chacun de ces articles; mais comme elle peut tomber sur le capital le plus fort, le fonds de roulement, on voit qu'il faudrait avoir dans ce cas une réserve de 6,000 fr., le tiers du capital avancé et le double de la prime d'assurance annuelle.

Que si, au lieu de ne cultiver que du blé, on avait la moitié de la valeur de sa récolte en d'autres produits qui ne courussent pas les mêmes chances que le blé, les risques étant divisés, il suffirait aussi d'affecter le quart du fonds de roulement à l'assurance.

Nous ne disons pas aux fermiers, comme nos prédécesseurs : Ne prenez pas une ferme qui dépasse vos moyens ; mais bien : Que vos moyens dépassent toujours les besoins de la ferme. Soyez plus fort que la terre, si vous voulez la dominer, être son maître et non son esclave.

En donnant un bien rural à ferme, un propriétaire doit avoir deux buts : d'en retirer la rente réelle et de le conserver sans détérioration, de sorte qu'à la fin du bail il puisse encore se louer au même prix, ou mieux, accroître sa valeur et celle de la rente. Si le propriétaire prévoit des détériorations, il doit les faire entrer dans le taux de la rente ; s'il exige des améliorations, le fermier, de son côté, en reprendra la valeur sur cette même rente, qui, dans le premier cas, sera augmentée, et dans le second diminuée. Nous citerons des exemples de ces deux espèces de stipulations. Le premier est tiré de la pratique de notre pays (Vaucluse). Les terres qui n'ont

pas encore porté de garance, ou qui n'en ont pas porté depuis longtemps, donnent, en général, et sans engrais, une première récolte de cette plante qui dépasse les frais d'exploitation. En affermant un terrain avec la faculté d'y faire cette culture, on aliène cette richesse latente, et la rente est alors très-supérieure à la rente ordinaire. Plusieurs autres récoltes, celles du lin, entre autres, doivent amener de semblables stipulations. D'un autre côté, exigez que le fermier sortant vous laisse une certaine étendue de jeunes luzernes; celui-ci ne manquera pas de calculer ce que coûtera leur établissement, et de le porter en déduction de la rente qu'il doit payer.

Il faut donc prévoir l'avenir de part et d'autre, et peser la valeur des stipulations qui concernent la culture; pour en démontrer la nécessité, il suffira de mettre sous les yeux de nos lecteurs l'*Alphabet d'or* des fermiers qui se sont *mis au-dessus de leur devoir et de la probité*, tel qu'il nous a été transmis par Thaër (§ 122).

« 1° Avant tout, cherche un domaine qu'une culture bonne et améliorante, ou le peu d'emploi donné aux terres, ait mis dans un état prospère. Tu peux, en proportion de son étendue, payer, pour un petit nombre d'années, une rente double de ce que tu aurais donné d'un autre domaine qui aurait été appauvri par une culture avare, ou des fermiers industrieux. Dans le premier tu pourras employer les plus grands raffinements de l'art d'épuiser, tandis que dans le dernier, tu ne pourrais que suivre la route ordinaire.

« 2° Ne cultive que des grains de vente, partout où cela sera possible; absolument rien pour le bétail, parce que celui-ci ne paie pas immédiatement une meilleure nourriture, et que, dans la courte durée de ton bail, tu n'aurais pas le temps de tirer toute la substance des engrais que tu aurais employés.

« 3° Entre les récoltes jachères, cultive celles qui donnent le produit pécuniaire le plus grand, des graines à huile, du

lin, du chanvre, du tabac, etc.; et si tu ne peux en entreprendre toi-même la culture, loue le terrain à de pauvres gens du voisinage contre une rétribution en argent, ou une part des produits. Qu'ils ne donnent pas de paille, peu importe; car, le plus souvent, il est interdit au fermier d'en vendre, ou tout au moins n'oserais-tu te le permettre en trop grande quantité et d'une manière trop ouverte.

« 4° Comme ces récoltes exigent beaucoup d'engrais et que chaque jour tu en produiras en moins grande quantité, borne-toi à les cultiver sur les champs qui sont dans le meilleur état, et les plus rapprochés de ta ferme; de cette manière, les transports absorbent moins de temps. Si même, dans la dernière année de ton bail, les autres champs ne pouvaient plus rien rapporter, tu serais suffisamment indemnisé de ce mécompte, et tu aurais le droit de te plaindre de la stérilité du fonds et de demander du rabais. Outre cela, les fonds rapprochés donneront mieux dans la vue du propriétaire, et si quelqu'un disait que le lin, le colza, le tabac épuisent le sol, tu n'as qu'à en appeler à ce beau froment qui croît à côté. Mais ne porte jamais de fumier aux champs qui en ont le plus besoin, car le champ maigre ne paie jamais le premier amendement.

« 5° Les premières années, donne au terrain, avec la charrue, la herse, le rouleau, le travail le plus complet, afin de détruire les mauvaises herbes, de mettre en action tous les engrais que le sol peut contenir. Ainsi, augmente tes attelages. Dans le cours du bail, tu en seras assez dédommagé. Mais vers la fin de celui-ci, tu dois renoncer à cette perfection dans le travail, afin de pouvoir diminuer tes attelages, et les employer à des entreprises accessoires qui produisent davantage.

« 6° C'est un grand avantage si l'on te permet de rompre de vieux gazons et d'extirper des bois. Dans la recherche d'une ferme, tu dois, avant tout chercher à l'obtenir. Mais alors consacre, dès le commencement, à ces terres, toutes les

forces dont tu peux disposer. Les terrains mis ainsi en culture te donneront d'abord de belles récoltes de grains à vendre, et eusuite ils produiront bien, sans fumer, des grains moins précieux, jusqu'à la fin de ton bail. Peu importe qu'alors ils soient tout à fait épuisés.

« 7° Si, ayant reçu le cheptel sur estimation, tu dois le rendre de même, fais auparavant disparaître les meilleurs chevaux, les meilleurs bœufs, etc., et mets-en de mauvais en place; ou bien paie en argent ce qui manquera. Dans les estimations de ce genre, le bon est toujours estimé proportionnellement plus bas que le mauvais. Vers la fin du bail, il ne faut pas donner le taureau aux vaches; la prolongation du lait des vaches non pleines te dédommagera bien de l'excédant que t'eussent donné celles qui auraient vélé récemment, etc. »

Ces maximes du fermier sans probité nous indiquent assez qu'il est nécessaire d'opposer à ces pratiques des stipulations qui ne permettent pas même d'en concevoir la pensée; elles nous apprennent surtout le prix que nous devons attacher à choisir des fermiers honnêtes, incapables non-seulement de s'affranchir des conditions de leur contrat, mais encore de chercher à profiter de ses lacunes ou de son obscurité.

Les dispositions que l'on a imaginées sont de trois sortes: 1° celles qui prescrivent un système de culture dont le fermier ne puisse pas s'écarter, et qui doive embrasser tout ou partie des terres du domaine; tel est, par exemple, le système de jachère, aidé d'une certaine étendue de prairies naturelles; l'étendue des jachères et celle des terres en culture étant invariables, et les prairies ne pouvant être défrichées; ces prescriptions sont accompagnées de la défense d'exporter hors du domaine les fourrages, la paille et autres matières pouvant servir à faire des engrais, et de celle d'exécuter des coupes de bois.

2° Ce mode étroit de bail ne pourrait s'accorder avec l'in-

térêt des fermiers riches, capables de faire des avances et d'entrer dans les meilleurs systèmes de culture. Aussi, dans les pays plus avancés, laisse-t-on la culture entièrement libre; mais le fermier est obligé d'entretenir une certaine quantité de bétail, dont l'engrais ne peut être exporté, ce qui suppose l'existence d'une quantité correspondante de fourrages (1); ou bien on stipule l'étendue que devront avoir les prairies. Enfin, dans un degré encore plus perfectionné de l'agriculture, où souvent l'engrais créé par la ferme ne suffirait pas, et où l'on en importe une quantité plus ou moins considérable, on estime la quantité d'engrais en terre au commencement du bail et à sa fin, et on paie au fermier la valeur de la quantité excédante dans la deuxième estimation, ou bien le fermier paie la valeur de la quantité manquante. Dans les pays où cet usage est établi, on trouve des experts qui jugent admirablement de l'état de fécondité du sol. De telles conventions sont une garantie pour le fermier, que l'on ne songe pas à évincer pour profiter de ses améliorations, et pour le propriétaire, dont la terre conserve sa fertilité.

3° Quand le pays où se trouve la ferme est trop peu avancé pour qu'il soit facile d'y trouver des experts capables d'évaluer avec certitude l'état de fécondité laissée au sol, on peut avoir recours à la clause de lord Kames, au moyen de laquelle c'est le fermier qui fait lui-même l'évaluation des améliorations dont il est l'auteur, ce qui lui donne intérêt à les faire. Dans ce système, le propriétaire s'engage à payer au fermier, à la fin du bail, dix fois l'augmentation de rente que celui-ci propose pour renouveler le bail, s'il n'accepte pas ses propositions. Soit un bail de 50,000 fr. que le fermier propose de porter à 55,000 fr. pour le nouveau terme. Si le

(1) Article du bail. Le fermier entretiendra constamment sur la ferme la quantité de..... têtes de bétail, du poids de 200 kilogrammes l'une dans l'autre. Dans les visites qui en seront faites, les quantités manquantes seront supposées manquer depuis la visite précédente, et le fermier paiera 8 fr. par mois au propriétaire pour chaque tête manquante.

propriétaire refuse et veut reprendre sa ferme, il paiera 50,000 fr. au fermier sortant, pour prix de ses améliorations. On suppose ici un bail de vingt ans au moins, pour que le fermier, obligé de payer en totalité 100,000 fr. de fermage de plus, n'ait pas intérêt à supposer des améliorations fictives. Dans tous les cas, le chiffre du multiplicateur de l'augmentation devrait être tel, que le bénéfice fait sur le capital se partageât entre le propriétaire et le fermier pendant la durée du nouveau bail. Ainsi le coëfficient de soulte payée par le propriétaire serait la moitié seulement des années de durée du bail, c'est-à-dire, cinq fois la valeur de l'augmentation pour un bail de dix ans, trois fois cette valeur pour un bail de six ans.

Il semblerait, au premier abord, qu'avec cette forme de bail l'amélioration progressive de la terre serait certaine; mais elle a un vice originel qui s'opposera toujours à son adoption générale. Le fermier est bien assuré d'obtenir le prix de ses travaux : il en fixe lui-même la valeur; mais si, au lieu d'un accroissement de fertilité, il y a épuisement, il se retire sans proposer d'augmentation de rente, et le propriétaire n'a en sa faveur aucune réciprocité. Il paie les améliorations sans être indemnisé des dégradations, et si le fermier devient insolvable après avoir proposé une forte augmentation de rente et en avoir reçu le prix, le propriétaire trouvera-t-il toujours un nouveau fermier qui apprécie bien le prix de ce que son prédécesseur avait regardé comme une amélioration pour la propriété? Et que serait-ce encore si la mauvaise foi s'en mêlait, et que, la soulte une fois touchée, le fermier se retirât en faisant faillite? La clause de lord Kames exige entre les contractants une confiance qui peut ne pas toujours durer. L'histoire de Roville, dont le bail était fondé sur ce système, est là pour nous apprendre que les bonnes relations entre eux ne sont pas éternelles, et qu'il est prudent de ne pas aliéner un long avenir sur la foi de leur durée.

C'est par de longs baux que l'agriculture anglaise a été portée à une haute perfection. Le fermier ne peut employer des capitaux considérables sur la terre, se mettre ainsi au lieu et place du propriétaire, sans l'espoir d'en être indemnisé pendant la durée de son bail. Il ne peut se pourvoir d'un nombreux bétail s'il est exposé à le vendre à perte au bout de peu de temps. Des cultures profondes dont l'effet doit durer neuf ans ; des marnages qui ne se renouvellent qu'au bout de vingt ans ; des fumures dont les récoltes se ressentent pendant quatre ans, et dont les premières sont presque entièrement absorbées, sans profit immédiat, par les terres amaigries; l'état parfait des fossés et conduits d'écoulement, dont la durée est très-prolongée; tous ces travaux supposent une longue sécurité pour celui qui les entreprend, et cette sécurité ne peut être garantie que par un bail dont la durée soit proportionnelle aux efforts qu'il tente.

D'un autre côté, on a remarqué que, quand le bail était trop long, les fermiers étaient sujets à se ralentir après un premier effort, et qu'une fois assurés d'un profit sur la rente ils se livraient à une indolence contraire aux intérêts du propriétaire comme aux leurs propres. Les emphytéoses sont généralement mal cultivées, et cependant la sécurité des fermiers y est complète. Il semble qu'ils aient toujours le temps de faire, et ils renvoient d'une année à l'autre l'exécution de leurs projets, jusqu'à ce qu'ils s'endorment dans leur inertie. De son côté, le propriétaire de terres louées à long terme ne se livre à aucune dépense pour l'amélioration du capital, parce qu'il n'a pas l'espoir de s'en voir bientôt dédommagé par un accroissement de rente. Nous ne sommes donc pas exclusivement partisan des longs baux ; nous ne croyons pas qu'ils soient la meilleure garantie du progrès ; le second moyen que nous avons indiqué plus haut serait beaucoup plus efficace.

S'il fallait cependant fixer la durée des baux d'une manière générale, nous penserions que, pour les fermiers ordi-

naires, qui ne cherchent pas à accroître la fertilité dans laquelle ils ont trouvé le sol, on doit leur ménager la chance de trois retours, au moins, de la récolte principale sur chaque portion de terrain, temps pendant lequel se balancent les risques que les intempéries font courir aux récoltes. Dans les pays du Midi, et avec le système de jachères bisannuelles, les baux sont ordinairement de six ans; au Nord, les baux de même durée donnent deux récoltes de froment et deux d'avoine, cette dernière étant l'auxiliaire de la récolte de blé. Dans l'assolement de douze ans de la plaine de Nîmes, le bail de douze ans donne quatre à cinq retours du blé sur le même espace de terrain.

Si le fermier qui veut porter ses récoltes au maximum opère sur des terres déjà saturées d'engrais, sa position est la même que dans le cas précédent, puisqu'il ne court également que la chance des saisons.

La question change de face si le fermier entreprend la culture d'une terre pauvre et argileuse, et qu'il veuille cependant tirer tout le parti possible de ses avances. Il faut alors qu'il sature lui-même les terres d'engrais, et il ne peut le faire sans être remboursé de ses avances ou garanti d'éviction jusqu'à l'entier amortissement du capital qu'il dépensera.

Nous avons déjà vu (p. 226) la manière de calculer l'avance nécessaire. Supposons une terre pesant 1,200 kilog. le mètre cube, tenant 0,50 d'argile, et ne produisant en première récolte, en sus de 9 hectolitres par hectare produits par la jachère, que 50 kilog. de blé au lieu de 100, pour chaque quantité d'engrais dosant 8,79 kil. d'azote. Il faudra ajouter à ce terrain, pour le saturer à $0^{m},25$ de profondeur, $\frac{0,000015\times30}{2}\times300=0^{k},0675$ d'azote par mètre carré, ou par hectare, 1,800 kilogr. valant 675 fr. Tel est le dédommagement auquel on devrait prétendre.

Cette opération mettait en perte, si l'on obtenait annuel-

lement un excédant de bénéfice moindre de 54 fr. par hectare, intérêt à 5 p. % de l'avance faite ; avec un bénéfice de 100 fr., l'amortissement n'aura lieu qu'en 16 ans, durée que devrait avoir le bail. Ainsi s'explique la nécessité des très-longs baux tant recommandés par les auteurs ; ils supposent la condition tacite ou expresse qu'à leur expiration les terres seront dans un état complet de perfection ; ce qui veut dire qu'elles seront tombées dans des mains qui savent employer convenablement leurs capitaux. Le temps viendra où les saines doctrines agricoles plus répandues nous procureront des tenanciers intelligents, où les longs baux seront nécessaires, et où ils seront sans danger pour le propriétaire qui les consentira.

Selon la nature de la propriété, le système de culture et les usages des baux, il y a ensuite une foule de stipulations de détail bien connues dans chaque pays, et dont l'énumération serait infinie. Les notaires les connaissent bien, et il suffira d'apprécier chacune d'elles à sa juste valeur. Nous nous arrêtons et renvoyons nos lecteurs à notre *Guide du propriétaire des biens affermés ;* ils y trouveront ce qui manque nécessairement ici.

CHAPITRE VIII.

Métayage (colon partiaire).

Le régime du fermage suppose une classe d'agriculteurs qui, outre les capitaux nécessaires à l'exploitation, possèdent encore les fonds suffisants pour courir les chances qui résultent des mauvaises années, et qui, nonobstant ces revers fâcheux, paient exactement la rente qui est le prix annuel de sa jouissance. Mais, quand les agriculteurs disposés à se mettre à la tête d'une exploitation ne possèdent strictement que le capital de cheptel, que leur fonds de roulement est modique, et consiste principalement dans leurs bras, ceux de leur famille, et une avance de quelques mois de nourriture, les

propriétaires ne peuvent songer à leur confier un fermage, car, s'il survient une ou deux années de stérilité, la rente ne se paierait pas, et leur seule garantie serait la saisie et la vente des produits à mesure des récoltes. Ce régime de saisies et de comptes courants à régler sans cesse, objets de discussions toujours renaissantes, la misère des tenanciers, l'abandon des cultures, qui en serait la suite, sont des perspectives trop peu encourageantes pour devenir la base d'un système régulier de transactions. Si le propriétaire ne veut ni ne peut exploiter lui-même, il faut donc qu'il prenne un gérant intéressé, un associé qui se charge de la direction et de la fourniture d'une partie du capital d'exploitation, moyennant sa part dans les produits. Cet associé, c'est le métayer ou colon partiaire.

Quoique le mot de *métayage* indique que les produits seront partagés par parties égales, la variété des terrains et des circonstances n'emporte pas ce rapport uniforme dans la part des deux contractants. Elles sont relatives à la mise de chacun d'eux. Cette mise varie pour le propriétaire suivant qu'il apporte dans la société une terre qui produit des récoltes plus ou moins abondantes. Elle varie pour le métayer selon que la difficulté de la culture sera plus ou moins grande. Ainsi, soient les frais de la culture d'un hectare de 70 fr.; le prix moyen du blé, 20 fr.; la récolte moyenne, 7 hectolitres. La moitié du produit couvre les dépenses du cultivateur et représente ainsi la part de chacun $\frac{7\times20}{2}=70$. Si le produit est de 10,5 hect., la part du propriétaire sera $10{,}5\times20-70=160$, ou les deux tiers du produit. Mais si, dans le premier cas, les frais de culture étaient de 100 fr., la part du propriétaire serait $140-100=40$ fr., et dans le second cas, $210-100=110$ fr., ou un peu plus de la moitié. Ces nombres arbitraires ne représentent pas d'ailleurs des situations réelles.

La manière la plus exacte de représenter les droits des contractants n'est pas cependant de changer les fractions

qui assignent les parts respectives. En effet, on ne peut employer pour cela que les fractions les plus simples, dont chaque terme n'ait qu'un seul chiffre, ce qui ne permet pas d'arriver au degré d'exactitude que le numéraire introduit dans le fermage. Il y a une si grande différence de la $\frac{1}{2}$ aux $\frac{2}{3}$, et des $\frac{2}{3}$ aux $\frac{3}{4}$, que les pays où ces variétés sont en usage sont ceux où le métayage excite le plus de plaintes et où la condition du métayer est la moins bonne. On arrive à un degré d'exactitude bien plus grand en maintenant le partage par moitié et en compensant les différences par des conventions accessoires. Par exemple, s'il s'agit d'élever la part du propriétaire, le fermier fournit toute la semence, et même une certaine quantité de blé ou d'argent en sus; il fait certains travaux, certains transports au profit du maître. Et au contraire, s'il faut élever la part du tenancier, le propriétaire fournit le cheptel entier, ou l'entretient de moitié avec son métayer; ou bien il lui abandonne le produit du bétail de vente, etc.

L'incertitude du revenu, qui varie comme le succès des récoltes et comme leur prix, crée pour le propriétaire de biens en métayage une situation différente de celle du propriétaire de biens affermés. Ces derniers, comptant sur une vente fixe, peuvent établir leur budget normal; les premiers ne le peuvent pas, et ce n'est que par un grand esprit d'ordre que, dans ces alternatives d'aisance et de gêne, ils parviennent à niveler leurs dépenses sur un résultat moyen. Cet esprit de prévoyance poussé à l'excès fait naître trop souvent des habitudes de lésinerie qui détournent des opérations profitables, font redouter les innovations qui présentent des chances de perte, et retiennent l'agriculture dans un état très-marqué d'infériorité.

Le métayage exige aussi le concours perpétuel du propriétaire, soit pour surveiller la culture, soit pour empêcher que le métayer n'emploie son temps hors de la ferme, qu'il n'en exporte les pailles et le fumier, soit pour empêcher qu'il

ne cultive au-delà de la quantité convenue les plantes dont il peut retirer la plus grande part, tels que les ortolages, les légumes, etc. Vient ensuite le partage des fruits, auquel il faut qu'il assiste; enfin il doit songer à vendre les denrées récoltées. On voit que ce mode de tenure enchaîne la liberté du propriétaire; qu'il n'est plus un simple capitaliste touchant sa rente, mais un associé dans l'entreprise agricole.

Par le métayage, le colon acquiert la certitude de l'emploi de son temps, que n'a pas le simple manouvrier; la fixité de sa position, sa qualité de chef d'exploitation, lui donnent un degré de considération qui le relève. La probité étant une qualité essentielle du colon, qui peut si facilement détourner une partie des récoltes, surtout de celles qui se conservent dans la ferme, elle est héréditaire dans cette classe quand elle se trouve dans des conditions normales. Les conditions du métayage n'étant pas sujettes à variations, comme la rente de terres affermées, il faut des raisons très-puissantes pour qu'un colon soit renvoyé, et les familles se perpétuent sur le même domaine. Leur continuité y est même plus assurée que celle de la famille du propriétaire lui-même, chez laquelle les biens passent, de génération en génération, dans des branches différentes; tandis que les lois de succession n'ont rien à voir au remplacement du métayer par son fils aîné. Partout où les colons sont bien traités, on trouve chez eux des modèles de vertu, de bonne conduite, d'attachement à la famille du propriétaire. Le métayage est la véritable association du capital et du travail, réalisée bien longtemps avant qu'on en fît la théorie.

Les améliorations du capital du fonds tournent au profit direct du propriétaire, sous le régime du fermage, puisqu'en augmentant la valeur de la terre elles accroissent la rente dans la même proportion, si elles sont faites d'une manière judicieuse. Il n'en est pas de même sous le métayage; la difficulté d'en changer les conditions fait que, si le propriétaire entreprend de tels travaux, il ne perçoit que la moitié des

produits qui en résultent, et que la pauvreté du colon ne lui permet que rarement d'exiger son concours. De son côté, ce dernier évite les entreprises exigeant beaucoup d'avances, parce qu'il serait obligé d'en partager le produit avec ses maîtres, et que, dans les clauses du métayage, le travail qu'il peut, sans perte, consacrer à la culture du terrain est pour ainsi dire fixé d'avance. Il n'arrive que trop souvent qu'un propriétaire pourrait faire une spéculation profitable, acheter et conduire des eaux d'irrigation, par exemple, et qu'il ne le fait pas, parce que le colon en profiterait autant que lui et que la moitié seulement du produit net de cette amélioration ne lui paraît pas présenter de bénéfice. Le colon, de son côté, fait les mêmes calculs; il ne donnera pas de labours plus profonds, parce qu'il lui faudrait un plus fort travail, un plus grand nombre d'animaux et de valets. Aussi les métairies sont-elles généralement en mauvais état sous le rapport de l'entretien des terres, des bâtiments et des cultures. Tant que les parties continuent à vivre dans cet état de susceptibilité et d'hostilité calculées, le métayage ne saurait avoir les mêmes résultats que pourrait donner une autre disposition d'esprit. C'est aux propriétaires éclairés à rompre cette glace qui paralyse les moyens des deux parties. Pour cela, il faut qu'ils se pénètrent bien l'un et l'autre de l'étendue réelle des obligations qu'ils ont contractées en signant leur contrat : d'une part, livrer et entretenir la terre, les bâtiments, les ouvrages d'art de toute espèce dans l'état normal de ceux du pays; de l'autre, faire consciencieusement les travaux qu'exige l'assolement convenu. Tout ce que le fermier ou le propriétaire fait au-delà de ces obligations est matière à dédommagement de la part de l'autre partie.

Dans les contrées les plus pauvres, le métayer ne possède que ses bras, et le capital du cheptel est fourni par le propriétaire : c'est une compensation qu'il offre pour l'infériorité de ses terres. D'autres fois, le métayer et le propriétaire possèdent le cheptel en commun, et fournissent par

égale part à son renouvellement. Plus souvent encore les animaux de travail appartiennent au métayer; le fonds des animaux de rente appartient au propriétaire, mais son entretien et son renouvellement se font en commun. Enfin le métayer devient fermier pour les bestiaux et les animaux de rente ; il paie une rente au propriétaire, qui est étranger à cette spéculation.

On remarque dans le Sud de la France, où ces différentes combinaisons sont le plus variées, que celle qui produit les plus heureux effets est l'association complète du propriétaire et du colon dans la possession des animaux de rente. Le concours des moyens des deux parties permet de les augmenter plus facilement, et leur intérêt réciproque tend à multiplier les moyens de les nourrir, et par conséquent de multiplier les engrais. Le propriétaire, qui pourrait voir avec regret l'extension des prairies, s'il ne devait pas participer à leur produit, y encourage son tenancier, et le goût que montrent nos paysans pour le commerce des bestiaux les engage dans une voie de production animale qui tourne au bien du domaine. Cependant nous avons vu cette manie de courses réitérées aux foires et aux marchés n'être pas sans inconvénients pour les familles des colons, surtout quand leur chef n'a pas le don de bien contracter, et qu'il se laisse entraîner à la vie de cabaret. Ici, comme dans toutes les autres branches du métayage, on peut dire que le résultat est d'autant plus heureux que la fusion des intérêts est plus complète, et que les rapports des propriétaires et des colons deviennent plus fréquents et plus intimes.

Dans les pays qui sont en progrès, les colons sont plus portés qu'on ne le croit à entrer dans des arrangements avantageux aux deux parties; nous en citerons un exemple domestique. M. Aug. de Gasparin proposa à un métayer de lui fournir tout le fumier qu'exigerait l'établissement d'une luzerne, à condition qu'il en retirerait seul le produit jusqu'à ce qu'il fût remboursé de cette dépense. C'é-

tait opérer une transformation complète du sol. On élevait les terres à une haute valeur, en saturant d'engrais pour l'avenir des terrains alors assez pauvres, mais d'une bonne nature. Le métayer intelligent, ayant des engrais à discrétion, en mit pour une valeur de 1,700 fr. par hectare, savoir, 1,060 quintaux métriques de fumier, dosant 848 kilog. d'azote. La luzerne valait alors 7 fr. le quintal métrique, et 243 quintaux par hectare remboursaient cette dépense, qui fut couverte en trois ans. Tout le travail avait été fait par le métayer. Après ce remboursement, l'on rentra dans les conditions du métayage, partage du fruit par moitié. Voici les résultats : Un terrain qui était traité par le système de la jachère alterne est entré dans un assolement régulier avec luzerne et garance, et la rente du propriétaire s'est élevée de 70 fr. à 255 fr., et celle du métayer en proportion.

Voilà donc un exemple où le concours du tenancier et du propriétaire a réalisé en peu de temps une grande amélioration. On ne se trouve pas partout dans la condition d'avoir des terres d'une bonne nature et de pouvoir acheter de l'engrais à volonté; mais il est une foule de spéculations que l'on peut exécuter dans la même pensée de justice distributive. Le concours du propriétaire comme bailleur de fonds lui promet un placement bon et assuré de ses avances, et nous osons croire que le métayage est plus favorable à cet égard que le fermage lui-même, où les améliorations dépendent entièrement du fermier, dont les intérêts sont constamment distincts de ceux du propriétaire, et qui n'envisage que celles qui lui seront profitables pendant la durée de son bail, tandis que, dans l'association du métayage, il a sa voix consultative, n'est pas suspect au tenancier, dont les intérêts se confondent avec les siens, et qui ne répugne pas à voir exécuter des travaux durables dont il sait qu'il peut profiter. C'est ainsi que les plantations d'arbres, par exemple, odieuses aux fermiers, sont ordinairement bien accueillies par les métayers.

Dans les pays à métayage, la population ne participe pas

à ces agitations qui sont le propre de ceux où se produisent des changements brusques et fréquents dans les positions. Les fortunes ne s'y font et ne s'y défont pas rapidement; des intrigues ayant pour but des déplacements mutuels ne donnent pas naissance aux jalousies et aux haines entre les familles. La stabilité des conditions des baux ne donne lieu ni aux enchères passionnées, ni aux coalitions d'un colon contre l'autre. Le vœu de chacun est de conserver la situation dont il jouit; le propriétaire comme le métayer voient dans la tranquillité publique une garantie pour l'avenir de leurs familles, car l'un et l'autre ont un héritage à transmettre : le premier, la propriété; le second, le colonat. Dans les temps de révolution, on a vu ces deux classes marcher d'accord, réunies sous le même drapeau, et l'histoire de la Vendée est un exemple frappant de leur unanimité.

Aussi, le métayage, inférieur au fermage comme système agricole, lui est-il supérieur sous une multitude de rapports, et l'on ne doit pas toujours se plaindre de la nécessité qui y enchaîne encore cette vaste étendue de pays qui commence à la Loire, pour ne finir vers le Midi qu'aux confins de la civilisation et de la culture.

DEUXIÈME DIVISION.

LE CAPITAL.

CHAPITRE PREMIER.

Nature du Capital.

L'ouvrier qui économise sur son salaire de la veille la subsistance qui lui est nécessaire pour suffire au travail du lendemain a créé un capital; mais comme ce capital ne peut pas porter immédiatement ses fruits, il est obligé de deman-

der, à quelqu'un qui en soit pourvu, l'avance nécessaire pour l'attendre. Si ce capital nécessaire pour pourvoir à ses besoins n'existe pas, l'entreprise ne peut être poursuivie jusqu'à son accomplissement. Sans capital, toute industrie, toute vie même est impossible. Or, le capital n'est autre chose que l'accumulation de fruits du temps écoulé, destinés à pourvoir aux besoins des temps futurs.

Le commencement de cette accumulation n'aurait pas eu lieu s'il n'existait pas un capital primitif formé par la nature; elle nous a donné les animaux des champs, l'herbe des prairies, les fruits des arbres et des plantes. Mais les tribus indiennes de l'Amérique du Nord occupaient 99 kilomètres carrés par individu (1); or, en supposant la France entière couverte de pâturages, elle nourrirait 15 habitants par kilomètre carré, tandis que dans son état de médiocre culture elle en nourrit aujourd'hui 65. Ainsi, sur ce nombre, 50 individus ne vivent que des produits du travail humain, et ce travail n'a été rendu possible et n'est alimenté que par l'économie faite d'abord sur les produits naturels, et plus tard sur ceux du travail lui-même.

Le capital d'une nation a pris différentes formes selon les applications qu'il a reçues. Il consiste : dans les avances et les travaux faits en tous genres, et dont le résultat ne peut être obtenu immédiatement; dans les hommes adultes qui sont élevés pour la consommation des ressources accumulées par leurs pères; dans les animaux qui doivent les aider et les nourrir; dans les constructions qui doivent les abriter; dans les fruits emmagasinés pour la consommation à venir; dans les matières préparées et fabriquées grâce aux ressources qui ont nourri les ouvriers, et spécialement, parmi ces matières, dans les métaux tirés des mines, qui, par leur inaltérabilité et leur grand prix sous un petit volume, représentent toutes les autres valeurs. Posséder une de ces choses, c'est posséder un capital.

(1) Volney, *Tableau des Etats-Unis*, t. II, p. 472.

C'est sous cette dernière forme, la forme métallique, que l'on reconnaît surtout cette partie du capital que l'on peut appeler disponible, parce qu'elle peut mettre en possession de toutes les autres, tandis que toutes les autres ne peuvent pas toujours facilement et promptement se transformer en elle.

La vertu de la prévoyance et de l'économie, qui créent le capital, n'appartient pas à tout le monde. Les uns possèdent un capital, et il manque à d'autres. Ces derniers obtiennent de ses détenteurs la faculté d'y participer, en faisant pour eux un travail égal en valeur à ce qu'ils demandent, ou en prenant l'engagement de le rendre plus tard, après en avoir fait usage. Dans le premier cas, les capitalistes sont des entrepreneurs d'industrie; dans le second cas, ils sont des prêteurs. Si les premiers existaient seuls, le nombre des entreprises agricoles et industrielles serait limité comme le nombre de ces capitalistes; avec le secours des seconds, ceux qui ne possèdent pas de capital peuvent aussi devenir entrepreneurs, quand ils inspirent confiance dans leur loyauté et leur capacité.

Il n'y aurait pas de raison pour qu'un capitaliste se dessaisît de son capital au profit d'un autre, s'il n'y trouvait pas un avantage. Son capital n'est nulle part plus en sûreté qu'entre ses mains; en le transmettant à d'autres, il a à craindre qu'il ne périsse par l'inhabileté ou la prodigalité de celui qui l'emprunte, ou qu'il lui soit définitivement soustrait par mauvaise foi; de plus, il se prive lui-même de l'usage fructueux qu'il pourrait en faire. Il ne prêterait donc pas s'il n'espérait rentrer dans la possession de ce qu'il confie à d'autres, et si, outre le capital prêté, il ne retirait encore le fruit qu'il en tirerait lui-même. Ces deux éléments sont ce qui constitue l'intérêt du capital, savoir : une prime d'assurance de la restitution proportionnelle aux risques courus; une part dans les bénéfices que l'emprunteur fera par son aide.

La prime d'assurance ne peut être réglée que relativement à chacun des emprunteurs; les risques qu'ils font cou-

rir dépendent de la connaissance acquise de leur caractère, de leur moralité, de leur aptitude. La part de bénéfice que l'on peut exiger n'est indiquée que par la concurrence de ceux qui veulent obtenir l'emprunt, dont l'affluence augmente avec les avantages qu'ils attendent, et cesse quand ces avantages ne compensent pas l'intérêt demandé.

Pour que le capital fût accessible à tout le monde, il faudrait qu'il fût assez abondant pour satisfaire à toutes les demandes; que tous les hommes inspirassent le même degré de confiance, enfin qu'au milieu de cette foule d'entreprises qui surgissent de toutes parts, en produisant une énorme concurrence, elles réussissent toutes de manière à ne pas compromettre l'existence du capital existant, à donner au contraire des bénéfices qui encourageassent l'économie et la formation de nouveaux capitaux. Or, 1° le capital n'a jamais atteint cette extension qui suffirait pour servir à l'accomplissement de tous les projets, à toutes les améliorations désirables et possibles, ensuite à tous les plans que pourrait former l'imagination en délire ou l'ambition de devenir chef d'entreprise; 2° il n'y a aucun moyen physique de discerner *à priori* la capacité, l'intelligence, l'activité, la probité qui assureraient la conservation du capital, tandis que son attribution au premier venu, sans autre distinction que le désir d'en obtenir une part, entraînerait sa ruine imminente et rapide ; 3° le choc de tant d'entreprises rivales, qui n'auraient pas la limite de l'intelligence des capitalistes, mais qui se multiplieraient et s'étendraient au gré du caprice, de l'ambition et de l'ignorance, amènerait des dilapidations nombreuses qui tariraient bientôt la source qui les alimentait, et, par les pertes qu'elles feraient essuyer, rendraient inutile et dangereuse toute nouvelle accumulation du capital.

Ces difficultés ne sont surmontées que par la limitation du capital et son accroissement graduel, et non subit, qui laisse le temps d'étudier ses différents emplois et l'extension qu'on doit leur donner ; par l'intérêt bien éclairé de ses possesseurs,

qui fait discerner et choisir ceux qui sont capables d'en faire un bon usage. De là aussi, exclusion de cet usage pour un grand nombre de ceux qui ont l'amour-propre de se croire aussi habiles que les élus; de là la guerre qui a été déclarée au capitaliste et au capital lui-même. Il faudrait un capital indéfini, un capitaliste unique, désintéressé et aveugle. Le capitaliste, ce serait l'État; le capital, le capital national lui-même.

Pour que l'Etat pût suffire à cette tâche, il faudrait qu'outre les contributions nécessaires à ses dépenses, il pût prélever encore des sommes supérieures aux économies faites chaque année par les citoyens; car ces économies, transformées en capital, sont déclarées insuffisantes. Il ne reste donc plus qu'à trouver le moyen d'imposer à la nation entière un surcroît d'économie pour grossir le capital disponible, qu'à la mettre tout entière au régime de la Trappe. Mais, en arrêtant la consommation, les lois somptuaires n'arrêteraient-elles pas aussi la production, et, sans former de nouveau capital, ne détruiraient-elles pas le capital déjà existant? Voilà le résultat de toutes les combinaisons artificielles, de tous les moyens d'économie publique qui n'ont pas pour base la liberté de l'industrie et celle des citoyens.

CHAPITRE II.

Du Crédit agricole.

En agriculture, le capital peut être employé à acheter la terre ou à l'exploiter. Emprunter pour une de ces deux choses, c'est supposer que le produit de la terre achetée ou celui de l'exploitation surpasse l'intérêt payé pour obtenir l'argent. Dans le temps où nous vivons, en France, c'est aussi supposer que l'intérêt de l'argent baissera beaucoup, ou que le prix des terrains deviendra beaucoup moins élevé et l'industrie agricole beaucoup plus habile. Il semble donc

qu'aucun de nos compatriotes ne devrait emprunter pour acheter, et cependant le commerce des terres est immense en France, et le plus grand nombre des achats se fait à crédit. Mais c'est que le démon de la propriété y domine étrangement, et que les acquéreurs se condamnent à de longues privations pour refaire par l'économie et le travail la partie du capital sacrifiée pour obtenir le titre si envié de propriétaire. Le crédit n'est donc pas sourd aux demandes de l'agriculture; seulement il prend bien ses mesures pour ne pas risquer son capital. Il n'y a qu'un insensé qui achèterait dans l'espoir de s'acquitter sur le revenu d'un domaine qui rend 2 1/2 ou 3 p. 100, tandis qu'il est obligé d'emprunter à 5 ou 6 p. 100.

L'exploitation agricole n'est pas généralement assez habile chez nous pour contracter à ce taux des dettes avec l'espoir de les payer. L'industrie de l'engraisseur de bestiaux est la seule qui donne cette perspective, quand elle est bien conduite. Mais il y a des opérations qui peuvent augmenter considérablement la valeur d'une terre, sans coûter tout l'excédant de valeur qu'elles lui ajoutent. Un desséchement, une irrigation, etc., sont dans ce cas.

Quand, par des succès constatés et réitérés dans une profession lucrative, on donne au prêteur la confiance que son capital ne sera pas dilapidé; quand cette profession est telle qu'elle nécessite l'emploi habituel du crédit, et que, pour le plus léger manquement d'exactitude, l'emprunteur perd le crédit et sa profession, le prêteur trouve dans ces circonstances une assurance morale d'une fidèle restitution; elle est pour lui un gage suffisant; car c'est l'avenir de l'emprunteur, son existence tout entière qu'il a pour garantie. C'est ce qui arrive pour le commerçant et le manufacturier. La contrainte par corps est une dernière sanction pénale contre la mauvaise foi; la juridiction des tribunaux consulaires, dégagée de formalités, sommaire et expéditive, régit les obligations commerciales, et n'épouvante pas les capitalistes de la

perspective fâcheuse des procédures compliquées dont les menaceraient d'autres natures de transactions.

Mais quand, au lieu d'avoir affaire à un commerçant, c'est un agriculteur qui se présente pour obtenir un prêt, la situation est complétement changée. Plus de garantie personnelle; les opérations de l'agriculteur sont à long terme; ses succès ou ses revers ne sont pas distinctement appréciés; ils n'ont pas la publicité des opérations commerciales. Il peut manquer à ses engagements sans compromettre sa position d'agriculteur, sans perdre son état; son recours au crédit est rare, et il peut resserrer ses opérations de manière à se suffire plus ou moins bien, après avoir perdu la confiance des prêteurs. Ce n'est qu'au moyen d'une fiction contestable qu'on le transforme en négociant et qu'on l'entraîne devant le tribunal de commerce. Les saisies de ses récoltes conduisent dans le dédale de la chicane. En un mot, l'agriculteur n'a pas de crédit personnel; il faut qu'il donne un gage pour obtenir de l'argent. S'il est propriétaire, ce gage est une hypothèque sur sa terre.

Le prêt hypothécaire devient très-cher par les formalités dont il est entouré, et par la prime d'assurances contre l'éventualité d'un procès en expropriation que ne manque pas de prendre le prêteur. Un emprunt remboursable à court terme devient une véritable aliénation ; car si, le terme venu, on n'a pas réalisé le bénéfice ou l'amélioration que l'on projetait, il faut emprunter de nouveau ou vendre. Dans les conditions agricoles, qui exigent beaucoup de temps pour obtenir des résultats, le crédit hypothécaire n'est réellement utile qu'autant que le remboursement est éloigné et qu'il peut s'opérer au moyen d'un fonds d'amortissement payé ou économisé annuellement, ce qui produit la libération au bout d'un certain nombre d'années de sacrifices, dont la portée peut être mesurée d'avance.

Pour qu'une banque hypothécaire pût se former, dans des conditions de viabilité, afin de prêter de l'argent à long terme

avec amortissement de la dette (en cinquante années, par exemple), pour qu'elle pût trouver les sommes immenses qui lui seraient nécessaires, il faudrait qu'elle pût être assurée de la validité du gage, de la sûreté et de la facilité du remboursement, et qu'elle eût la faculté d'émettre un papier de crédit qui appelât à son aide une foule de petits prêteurs. Ainsi : 1° plus d'hypothèques occultes ou générales ; inscription de toutes les créances, de quelque cause qu'elles provinssent, dots, cautionnements, garanties de tutelle, engagements envers l'Etat, emprunts, etc. ; 2° affectation d'un immeuble ou d'une partie d'immeuble spéciale à chaque dette, sans que cette hypothèque pût se transporter sur un autre immeuble ou une autre partie d'immeuble du même propriétaire ; 3° droit pour la société de mettre immédiatement en vente le bien hypothéqué, sans formalité longue et coûteuse, faute de paiement d'une ou de deux annuités ; 4° le prêt serait effectué en billets portant intérêts, remboursables à bureau ouvert (dans les contrées de l'Allemagne où ces banques existent, ces billets ont cours avec une prime) (1).

On a proposé de rendre les hypothèques transmissibles par voie d'endossement, et l'on a cru avoir résolu par là le problème de rendre le prêt plus général et plus facile ; mais il est aisé de voir que ce moyen ne donnerait aucune garantie aux tiers-détenteurs de ces contrats, contre l'imprudence ou la connivence du premier prêteur, et qu'on n'accepterait pas une condition aussi suspecte. De son côté, le débiteur aurait un créancier inconnu, qui pourrait le mettre sans pitié sous le coup d'un remboursement, au lieu du créancier connu de lui et qu'il aurait accepté.

Mais si du crédit hypothécaire nous passons au véritable crédit agricole, à celui qui serait ouvert aux simples exploitants, aux fermiers, aux métayers, nous manquons de base

(1) Royer. *Institution du crédit en Allemagne.*

à lui donner, car nous n'avons plus de gage à offrir. En effet, les tenanciers ne possèdent qu'une propriété mobilière, leur cheptel, et elle est engagée en première ligne au propriétaire pour le paiement de sa rente. Le prêteur ne viendrait donc qu'en seconde ligne, et à travers les difficultés des tribunaux civils. La garantie personnelle n'existe pas pour eux. En Angleterre et en Amérique, la fréquence des transactions, l'activité de l'industrie agricole, le bas prix de l'intérêt, l'abondance des capitaux, et par-dessus tout l'assimilation complète de l'agriculteur au commerçant, favorisent le crédit agricole, et le fermier n'est pas exclu du crédit par son seul titre d'agriculteur.

CHAPITRE III.

Emplois divers du capital agricole.

Le capital est destiné à pourvoir à tous les besoins de l'exploitation ; il reçoit les divers emplois qui sont indiqués par ces besoins. Tantôt il se transforme en fonds de terre, d'autres fois en bâtiments, ou en bêtes de travail, en bestiaux de rente, ou en salaires d'ouvriers.

On a fait de bonne heure la distinction de ces emplois, et elle a été dictée par la nature des choses. Il était naturel que le capital employé d'une manière si fixe qu'il ne faisait, pour ainsi dire, qu'un corps avec la propriété elle-même, qu'il en était inséparable, et que sa durée dépassait le terme le plus éloigné des baux, appartînt au propriétaire lui-même, fût fourni et entretenu par lui. On l'a appelé capital fixe ou capital de fonds .Son caractère est donc de n'avoir besoin que d'un entretien ou d'un renouvellement à long terme.

Une autre partie du capital est employée en achat d'instruments, de bestiaux, qui ont une durée bien moins longue, et qui ne gardent toute leur valeur pécuniaire qu'au moyen de remplacements partiels, opérés succcssivement, à mesure de

leur dégradation; mais cette valeur primitive une fois constatée, il est facile de déterminer à chaque époque ce qu'elle a perdu, par conséquent la valeur de l'altération qu'elle a subie, et qu'il faut lui restituer pour la remettre en son premier état. Cette partie du capital qui se distingue ainsi non-seulement par la moindre durée ou la mobilité de ses parties, mais encore par la fixité de sa valeur totale, tandis que le capital fixe est invariable dans chacune de ses parties et variable dans sa valeur totale plus ou moins altérée par le temps, a pris le nom de *cheptel*.

Ce mot de *cheptel* n'est autre chose que la corruption du mot *capital* lui-même, et c'était en effet la principale partie du capital agricole, quand la possession des terres, dans leur état vague d'inculture et de négligence, était à peine considérée comme un avantage. Les tribus nomades n'ont d'autre capital que le *cheptel*. Aujourd'hui, la plupart des fermiers sont possesseurs du cheptel, et ce n'est que dans les pays les plus pauvres qu'il est attaché à la terre par le propriétaire, qui le fournit, ou plutôt le loue, à son tenancier.

Enfin, une dernière partie du capital doit fournir aux dépenses qui se transforment et se reproduisent sous d'autres espèces; dépenses qui, une fois faites, disparaissent comme argent ou comme matières premières, et deviennent des produits de différentes sortes, du blé, de l'huile, de la laine, du lait, etc.; dépenses annuelles, et qui doivent être renouvelées annuellement. Cette partie du capital prend le nom de capital circulant ou fonds de roulement. Je lui donnerais volontiers le nom de *capital transformé*. Elle doit nécessairement appartenir à l'exploitant qui en dispose.

Dans le capital fixe, qui représente des objets toujours intrinsèquement les mêmes, comme matière, si ce n'est comme valeur, se trouvent les fonds de terre, les bâtiments d'exploitation, les travaux fixes de desséchement ou d'irrigation, les clôtures, les chemins, etc.; enfin l'entretien de tout ce matériel.

Le capital de cheptel, qui doit renfermer des objets sans cesse variables, mais fixes quant à leur valeur au moyen de leur renouvellement proportionné à leur déperdition, comprend les bêtes de travail, les animaux de rente, les instruments agricoles, les voitures, les harnais, le mobilier de la ferme.

Enfin, le capital circulant ou fonds de roulement se compose des provisions nécessaires pour nourrir les hommes et les animaux, du salaire des ouvriers, des semences, des engrais, des sommes nécessaires pour amortir les pertes du capital du cheptel, de celles qu'exige la protection de l'Etat, la direction, la surveillance et l'entretien du domaine, la rente, etc. Il arrive souvent que la partie de ce fonds qui sert à payer les impôts reste à la charge du propriétaire; celle qui concerne la surveillance lui est aussi dévolue en partie.

CHAPITRE IV.

Du Capital fixe ou foncier.

Le capital fixe comprend tout ce qui concerne l'acquisition du fonds, sa mise en état de passer entre les mains de l'exploitant, qui ne doit plus avoir à y faire que l'application du fonds de roulement. Le capital doit pourvoir, en outre, à l'enlèvement de tous les obstacles qui s'opposent à la culture, arbres, broussailles, pierres, ce qui constitue le premier défrichement; à purger le sol des eaux nuisibles, ou le desséchement; à y amener les eaux utiles, ou l'irrigation; à créer des abris contre les vents et contre le maraudage, ou les clôtures; à construire les bâtiments pour abriter les exploitants, leurs bestiaux et leurs récoltes; à ouvrir les voies de communication du centre aux différentes parties de l'exploitation, et du centre de l'exploitation aux marchés de vente ou d'approvisionnements; enfin à garantir le tenancier de tout trouble et à surveiller l'exécution de ses engagements.

SECTION I. — *Acquisition du fonds.*

Nous avons vu dans le premier volume de cet ouvrage les moyens de déterminer la valeur réelle de la rente : cette valeur n'est qu'un des éléments de celle du prix réel de la terre. Les causes qui font varier le rapport entre la rente et ce prix sont très-nombreuses et très-variables. Ainsi, pour n'en citer qu'une, sur le même territoire on trouvera à acheter la terre en payant vingt-cinq fois la rente, dans une situation éloignée du centre de population ; on aura de la peine à en trouver au prix de quarante fois la rente, près de la ville où la population est réunie. Pour la terre comme pour toute autre marchandise, c'est la concurrence des acheteurs qui fait hausser le prix ; la proportion de l'offre à la demande est ce qui le constitue.

Les risques que peut courir la possession, dans l'opinion du public, éloignent la demande. Ainsi, on paie moins cher les terres exposées aux ravages de la guerre, aux inondations qui peuvent menacer l'existence du sol. Quand ces inondations viennent d'avoir lieu, les terres mêmes qui ont été épargnées baissent de prix ; quelques années de tranquillité, où les eaux n'ont fait aucun ravage, le font hausser.

Dans les temps ordinaires où l'on a joui de plusieurs années exemptes de crise, la valeur générale des terres prend bien une certaine proportion avec l'intérêt commercial de l'argent ; mais ce n'est pas une règle constante. A l'époque de la folie de l'agiotage et des chemins de fer, beaucoup de grands domaines furent vendus pour acheter des actions, et le prix relatif des terres baissa dans leurs environs. Dans les pays où les paysans sont laborieux et ont de l'aisance, il y a une hausse constante dans la valeur des terres ; puis les siècles amènent des variations considérables dans cette valeur. Guy Coquille nous apprend qu'au XVI^e^ siècle le

prix d'un domaine *roturier* était estimé valoir vingt fois la rente (1); au moment de la plus haute prospérité de la France, celui qui a précédé la révolution de 1848, il fallait pour acheter une terre en payer quarante fois la rente. Le taux de l'intérêt placé en rentes sur l'Etat était alors de vingt-quatre fois la rente, et en compte courant les banquiers ne recevaient l'argent que sur le pied de trente-trois fois la rente. Les terres incultes se paient dans la proportion de la rente que l'on retire de leur pâturage. Presque toujours la valeur des terres est une mesure du degré de civilisation, de prospérité générale, de richesse, et d'une bonne administration de la justice. Leur bas prix n'est que trop souvent compensé par des difficultés de plusieurs sortes : difficultés pour trouver de bons tenanciers, procès, avances, déprédations, inquiétudes et dangers qui imposent une masse de risques et de désagréments que l'on paie toujours trop cher en achetant à bon marché.

Aussi, avant de s'enthousiasmer pour une terre, faut-il connaître la position des propriétaires du pays. Nous nous défierons toujours des contrées où ce n'est pas de leur propre volonté que les propriétaires deviennent eux-mêmes exploiteurs du sol, mais bien faute de trouver des tenanciers capables ou assez riches; de celles où les chefs de l'Etat et de l'administration ont des pouvoirs illimités, avec quelque douceur qu'ils soient momentanément exercés; où des impositions arbitraires peuvent être exigées, où l'on fortifie les habitations et où l'on trouve habituellement des armes de guerre en état; où les procès ont une longue durée; où les hommes de lois sont nombreux et font des fortunes rapides; où la liberté de conscience n'existe pas, et où les prêtres ont une juridiction sur notre for intérieur; où il y a un grand nombre de médecins et de pharmaciens, et où l'on vend beaucoup de quinine; de celles qui sont des points stratégi-

(1) *Coutumes du Nivernais, assiette des terres*, art. 8.

ques, ou qui environnent les places fortes ou autres, occupées, traversées, dévastées dans toutes les guerres entre deux voisins puissants, etc. On pensera sans doute que si ces circonstances fâcheuses n'empêchent pas de faire une acquisition, elles doivent entrer en sérieuse considération dans le prix que l'on offre de la terre.

D'un autre côté, quand le pays est libre et prospère, on fait quelquefois une très-bonne spéculation en achetant à un taux qui paraît élevé par rapport à la rente, parce qu'alors les méthodes de culture sont en voie de perfectionnement, que le capital de cheptel et le fonds de roulement s'acroissent, que la concurrence des tenanciers s'augmente, et qu'ainsi, par la seule impulsion du temps, la rente s'élève, et la valeur de la propriété s'accroît dans la même proportion. N'avons-nous pas vu fréquemment, dans notre Midi, le prix des terres s'élever de 10 à 18 dans la période qui s'est écoulée de 1810 à 1840, par l'effet combiné d'une plus grande sécurité d'une bonne administration, d'une justice impartiale, et du progrès de l'industrie? Il y avait à la fois accroissement de la rente et du *denier* (taux relatif) auquel on achetait les terres.

Si l'on ne tient aucun compte de ces circonstances sociales, si l'on suppose la société parvenue à un état stationnaire, si l'on ne considère la terre que comme un simple placement d'argent, sans prétendre y faire d'autres dépenses que celles nécessaires à son entretien, sans rien sacrifier à son amélioration, il ne faut se préoccuper en achetant que du montant de la rente, et nous avons dit ailleurs comment il fallait l'apprécier; mais si l'on comprend que la terre peut devenir un instrument d'accroissement pour notre fortune, il faut examiner aussi l'état de son agriculture, le système par lequel elle est exploitée, le degré de perfection avec lequel il est conduit, et la possibilité de faire mieux dans ce système ou de passer à un système plus avancé. Dans le premier cas il suffit de réserver sur son capital, en sus du prix d'achat, une somme suffisante pour que son intérêt pourvoie à l'en-

tretien du domaine, ou régler son budget de manière à ce qu'une partie de la rente soit réservée à cet usage. Dans le second cas, le solde du prix d'achat doit nous laisser encore disponibles les sommes nécessaires pour effectuer les perfectionnements que l'on médite.

SECTION II. — *Partie du capital de fonds employée à la mise en valeur du domaine.*

La partie du capital de fonds qui doit être employée à mettre en valeur le domaine lui est applicable depuis le moment où il est encore en friche jusqu'à celui où il est dans un état de fertilité très-avancée.

Soit d'abord une lande ou un pâturage qu'on achète pour le soumettre à la culture. Il faut en premier lieu le défricher, car le tenancier ne se chargera de son exploitation que quand le propriétaire aura fait cette dépense, à moins qu'on ne convienne de la laisser prélever sur le produit futur de la terre. Il faudra ensuite procurer un abri à l'exploitant, à ses bestiaux, à ses récoltes ; il faudra créer des abris et des clôtures, mettre le terrain à l'abri des inondations et des eaux courantes ou stagnantes. Ce n'est qu'après l'exécution de ces travaux que la culture de toutes les plantes herbacées pourra s'y établir convenablement. Mais quant aux plantations d'arbres et d'arbustes dont la durée dépasse celle des baux ordinaires, elles deviennent partie intégrante du fonds et doivent aussi être exécutées par le propriétaire, parce que, attendu la longue durée de leur production, une partie seulement profite au tenancier, dont le bail est plus étroitement limité, et l'autre partie reste incorporée à la terre, et sert à augmenter sa valeur lors du renouvellement du bail.

Nous avons traité longuement du défrichement dans notre troisième volume, et nous ne reviendrons pas ici sur les méthodes que l'on emploie et les frais qu'elles occasionnent. On est rarement dans le cas de débuter par cette opération dans

nos pays avancés en civilisation ; excepté quelques pâturages communaux ou portions de forêts de bonne nature, l'agriculture s'est emparée depuis longtemps des terrains de quelque valeur. Ce n'est que dans les nouvelles colonies que le défrichement devra suivre l'acquisition. Dans tous les cas, il ne faut pas perdre de vue que l'état du sous-sol peut exiger des travaux plus ou moins profonds, et ne pas s'arrêter à la surface pour calculer les frais de cette opération. De nombreuses broussailles exigent des opérations préliminaires, peut-être l'écobuage. Les palmiers nains de l'Afrique sont un des plus sérieux empêchements des colons qui veulent cultiver ce pays. De grands arbres à extirper peuvent être un avantage dans les pays où le bois a une grande valeur; mais ils sont un grand obstacle dans d'autres contrées. Ce n'est qu'après un examen sérieux que l'on peut déterminer le prix d'un défrichement.

Après le défrichement, il faut considérer si le terrain conserve en certaines saisons une humidité superflue. Nous avons traité aussi de la manière de s'en débarrasser, au moyen de fossés ou de tranchées couvertes, quand on possède la pente nécessaire pour l'écoulement des eaux (1). Cette opération assainit le sol, modifie ses propriétés, en le transportant, quant à la chaleur propre, dans un autre climat; elle ajoute à l'épaisseur de la couche dans laquelle les plantes peuvent étendre leurs racines, et les fermiers anglais n'hésitent pas à payer au propriétaire qui entreprend ces travaux un intérêt élevé (5 p. 100) de la dépense de capital qu'il fait. Le *drainage* (c'est ainsi qu'ils appellent le défrichement par tranchées couvertes) s'étend de plus en plus dans la Grande-Bretagne, et bientôt toutes les terres y seront soumises. On le doit surtout à l'invention et au bon marché des tuyaux de poterie qui forment des canaux souterrains dont la durée est éternelle (2). D'après les expériences faites en An-

(1) Tome I, p. 462, 2e édit.

(2) *Du Drainage*, par NAVILLE ; PARKES, *Mémoires divers dans le*

gleterre, l'augmentation de la rente est d'un quart au moins de la dépense dans les terres où le besoin s'en fait sentir. Elle s'est portée de 200 à 450 fr. par hectare, selon l'état du terrain, la facilité d'approfondir la tranchée et le besoin de la multiplier.

L'irrigation du terrain est aussi une dépense très-variable, selon la distance où l'on doit prendre l'eau, les obstacles pour la conduire et la manière de se l'approprier. Elle doit être calculée pour chaque cas particulier. Ici il faudra faire des écluses coûteuses, des canaux prolongés, des ponts-aqueducs, des bassins de retenue, etc.; ailleurs il suffira d'un simple fossé de conduite (1). Mais il est un autre élément qu'il faut considérer avant de se livrer à cette opération : c'est le bénéfice que l'on en retirera, en comparant le revenu des terres irriguées aux terres sèches de la contrée. Plus l'on cultive dans un pays méridional et plus cette différence est grande, parce que l'eau permet d'y prolonger la végétation pendant la saison de l'été, saison où elle est arrêtée par la sécheresse des terrains, et parce qu'elle rend possibles des semis d'été, dont on fait la récolte en automne.

Dans les pays où le vent souffle avec force on ne doit pas négliger de créer des abris. M. Hardy le recommande pour les terres de l'Algérie, où les vents du nord ont une action si marquée, et où ils arrêtent la croissance des arbres à une certaine hauteur. Il veut créer à la tête de chaque champ une triple haie de cyprès, de lauriers et d'arbres verts de différentes sortes (2). Les haies de cyprès sont aussi usitées en Provence. MM. Trochu et Rieffel forment leurs abris dans les terrains des Landes, avec des pins maritimes;

Recueil de la Société d'Agriculture de Londres; BARRAL, *Drainage des terres arables*, etc., etc.

(1) Tome I, p. 435 et suiv.

(2) *Comptes rendus de l'Académie.*

à Belle-Ile, des plantations de 20 mètres de hauteur préservent un espace de 300 mètres de l'impression des vents d'ouest; ils arrivent donc sur le sol avec une inclinaison de 8 ou 9 degrés. A Orange, les vents du nord nous arrivent sous un angle de 15 degrés; une rangée de cyprès de 10 mètres d'élévation préserve 267 mètres du vent; une haie de lauriers de 5 mètres préserve 80 mètres. Mais comme ces derniers se dégarnissent et qu'il faut les couper tous les sept ou huit ans, il faudrait disposer les abris de 40 en 40 mètres, et ne les couper qu'alternativement.

Les clôtures contre le maraudage ou la divagation des bestiaux sont d'une autre espèce; il suffit qu'elles soient difficiles à franchir et qu'elles ne déplacent pas les limites en s'avançant par les rejetons de leur pied.

La mise en état des terres exigerait encore une dépense foncière que le propriétaire fait rarement, mais qui est faite graduellement par les exploitants, si les baux sont bien entendus, et qui est réellement payée par des réductions faites sur la rente. Nous voulons parler de l'opération de porter la terre à son plus haut degré de fertilité, opération que l'on ne doit tenter que sur des terres qui soient d'ailleurs parfaitement saines.

Nous savons que certaines parties constituantes de la terre, l'argile, les oxydes de fer, le charbon, ont la propriété de condenser dans leurs pores et de conserver à l'état latent une partie de l'engrais déposé dans le sol, de telle sorte que, jusqu'à ce que ces matières en soient saturées, les fumures ne produisent qu'une partie de l'effet que l'on eût obtenu sur des terres saturées. C'est la dose relative de l'engrais latent que possèdent les terres qui place les mêmes natures de sol dans les périodes fourragères, céréales ou commerciales. Avant d'être parvenue au point de saturation, la valeur productive de l'engrais, au lieu d'être 100, ne sera plus, par exemple, que 80, 75, 50, et même moins, pour les terres où on le dépose.

Or, nous avons vu (1) que le sol n'était saturé que quand il possédait une quantité d'engrais contenant en azote 0,000015 du poids total de la terre cultivée, pour chaque centième d'argile entrant dans la composition de cette terre. Supposons que le mètre cube de terre pèse 1200 kil., et qu'on laboure à $0^m,25$ de profondeur, l'hectare de ce terrain sera saturé par un engrais contenant $0,000015 \times 50 \times 10000 \times 0,25 \times 1200 = 2250$ kilogr. d'azote, ayant une valeur actuelle de $2250 \times 7,5 = 16,75$ kil. de blé (5,712 fr. 50 c.). Voilà à quel prix ce terrain passerait à la période commerciale la plus avancée, en supposant que le point de départ fût l'absence complète de sucs fertilisants dans le sol.

Mais on ne part pas toujours d'aussi loin et l'on ne cherche pas à arriver aussi haut tout à coup. Ce n'est le plus souvent que par les progrès lents de la culture que se fait cette accumulation de gaz dans les pores des argiles, des ocres et des terreaux. Le haut prix de cette amélioration explique bien celui des terres parvenues à cet état de fécondité. Nous avons montré plus haut (métayage) comment on peut y parvenir par des avances judicieuses qui ne tardent pas à rentrer.

L'étendue et le développement à donner aux bâtiments des fermes dépend partout et principalement du nombre et de la nature du bétail que l'on tient sur le domaine. Une ferme dépourvue de bétail n'a besoin relativement que d'une faible étendue de bâtiments, puisque les récoltes céréales n'exigent pas beaucoup de place, comparativement aux récoltes fourragères. Examinons cependant en détail ce que l'on doit nécessairement dépenser dans les différents cas.

Nous avons recherché dans différents pays la valeur des bâtiments d'habitation des fermiers, en nous arrêtant à ceux qui les contentaient, considération très-importante, car l'état de ces bâtiments entre pour beaucoup dans le choix qu'ils font d'une ferme, et leurs femmes, qui ont une si grande part

(1) Tome I, p. 64, 65.

dans leurs déterminations, les décident, même à de moins bonnes conditions, pour celles qui ont des habitations commodes. Nous avons trouvé que les métayers qui ne possèdent qu'un capital de 4,800 fr. avaient un logement d'une superficie de 81 mètres carrés, avec un étage au-dessus. Dans le pays que nous habitons, le mètre carré de surface d'un pareil bâtiment coûte 22 fr., ce qui donne un total de 1,782 fr. Au-dessus de ce minimum, le bâtiment s'agrandit et s'embellit par de bonnes distributions intérieures, en proportion du capital du fermier, de manière à représenter en valeur le quart de son capital d'exploitation, ce qui suppose, pour un fermier dont le capital serait de 50,000 fr., un logement de 12,500 fr.

Chaque cheval ou bête à cornes occupe un local de 9 mètres carrés, et exige en sus 25 mètres carrés pour 100 kilog. de son poids, pour sa provision de fourrages. Le foin pèse 60 kilog. par mètre cube. Si le poids moyen des bêtes était de 400 kilog., il faudrait donc 100 mètres cubes de grenier à foin pour chacune d'elles, et il faudrait donner 11 mètres d'élévation au grenier à foin au-dessus des étables, si on voulait y loger toute la provision des animaux. Une partie de ces greniers devra donc être séparée des étables, quand on ne se servira pas de meules pour conserver ce supplément de provision. Quoi qu'il en soit, en donnant $4^m,70$ d'élévation au grenier à foin, nous devons compter $5^m,5$ de surface de grenier à foin pour chaque 100 kilog. du poids des animaux à nourrir à l'aise toute l'année. Ainsi, dans l'hypothèse et au prix indiqué ci-dessus de 11 fr. par mètre de superficie d'un seul étage, nous aurions, pour chaque animal de 400 kilog.,

9 mètres cubes pour son logement.	99 fr.
22 mètres cubes pour son fourrage. . . .	242
	341

Dans les pays où l'on construit les toits en chaume ou en

roseaux, les bergeries reviennent à 6 fr. 25 c. par tête de mouton ; si la toiture est en tuile, à 8 fr.

Dans les pays où l'on engrange les gerbes, il faut $3^{mc},2$ de bâtiments par hectolitre de blé récolté, et, en donnant 5 mètres de hauteur aux granges, nous avons $0^{m},16$ de surface par hectolitre, ou pour 1 fr. 60 de bâtiments. Nous nous bornons ici à ces indications, et renvoyons à notre second volume pour les autres genres d'exploitation et pour les autres ouvrages d'art. Ajoutons seulement quelques mots relativement aux bâtiments destinés au propriétaire.

La résidence, ou au moins la présence fréquente du propriétaire, peut être très-avantageuse à la propriété rurale. Un bâtiment destiné à faciliter sa surveillance, dans les limites où elle est nécessaire, ne sera pas une dépense inutile, et pourra être portée en ligne de compte dans le capital foncier. Mais il est facile de se faire illusion sur l'importance de cette surveillance, et de confondre ce que l'on consacre à la jouissance des plaisirs de la campagne avec ce qui serait rigoureusement nécessaire à un agent qui en serait chargé. Dès que ce bâtiment modeste se change en une habitation de famille ou en une maison de plaisance, ce n'est plus au capital foncier, mais au budget de nos dépenses personnelles, que cet article doit être porté.

Si nous comparons ces données à celles de l'expérience, nous trouverons dans nos fermes du Midi, de 50 hectares, conduites par le système de jachère biennale, dont la rente est de 1,500 fr., la dépense suivante en bâtiments :

1° Bâtiments du fermier.	1,782 fr.
2° Pour 4 chevaux et grenier à foin. . . .	1,364
3° Pour 50 moutons.	550
4° Loges de deux cochons.	50
5° Poulailler de 48 poules.	96
6° Hangar pour 3 charrues et 1 charrette (80 mètres carrés).	800
	4,642

c'est-à-dire plus de 3 fois la rente.

A Pontrieux (Côtes-du-Nord), nous trouvons, pour une ferme de 1,500 fr. de rente :

1° Maison.	4,000 fr.
2° Écurie.	1,500
3° Etable	2,000
4° Grange.	1,500
5° Cochons	400
	9,400

ou plus de 6 fois la rente (1).

Le capital du fermier était de 5,400 fr. de cheptel et 4,600 fr. de fonds de roulement, total 10,000 fr., ce qui exigeait seulement une maison d'habitation de 2,500 fr. On voit qu'ici les constructions sont plus chères et plus étendues, et que d'ailleurs le bétail est plus considérable.

M. Rieffel attribue 125 fr. de constructions à chaque hectare dans les landes de la Loire-Inférieure. Ce serait seulement 5,750 fr. pour nos 50 hectares (2).

En récapitulant maintenant l'ensemble des dépenses faites par le capital du fonds, le même auteur, partant de l'acquisition et du défrichement des terres, l'estime ainsi qu'il suit pour un hectare de terrain :

1° La valeur primitive de ces landes était de.	19 fr.	32 c.
2° Constructions de toute espèce.	125	»
3° Fossés et clôtures.	30	»
4° Défrichement.	80	»
5° Chemins et ponceaux	11	»
6° Chaulage, marnage et terreautage.	35	»
7° Nivellement, desséchement et épierrement.	48	»
8° Dépenses générales, intérêts du fonds et plantations.	196	»
	544	32

L'auteur prévoyait que, sous peu, ces dépenses s'élèveraient à 600 fr. Les terres n'étaient encore que dans la période fourragère de Royer, ou plutôt en période mitoyenne

(1) *Agriculture de l'Ouest*, t. III, p. 246.
(2) *Ibid.*, t. II, p. 27.

entre la période fourragère et la période céréale ; il ne croyait pas pouvoir en tirer 50 fr. de rente, c'est-à-dire 5 p. 100 du capital dépensé. Nous avons vu, en traitant de l'assolement de Granjouan, que les engrais n'y produisaient qu'environ le tiers de leur effet normal. On peut donc présumer que les argiles sont loin de leur saturation, et que, pour amener ces terrains au maximum de produit, il faudrait une grande dépense en engrais. Pour en juger, il faudrait connaître la composition du terrain, que l'auteur ne nous donne nulle part.

Maintenant, qu'il nous soit permis de calculer le capital qu'il faudrait dépenser sur une propriété rurale que nous voudrions porter à son maximum de produit. Nous prendrons pour exemple un domaine de 20 hectares seulement, dont les terres contiennent 40 p. 100 d'argile; qui produise dans son état actuel 18 hectolitres de blé par hectare, avec une fumure régulière dosant 60 kil. d'azote; dont les terres soient saines sur une partie de leur étendue, mais nécessitent des travaux de desséchement sur un quart de leur surface; dont l'hectare soit affermé à 70 fr., mais puisse atteindre, après une amélioration complète, à une rente de 255 fr., en appliquant l'assolement de Nîmes, dont on fera consommer les produits. Les soles sont de 1,65 hect. de terrain.

Ce domaine exigera une charrue et deux bêtes de travail à demeure, que l'on pourra faire aider par des forces auxiliaires, quand il s'agira de labours profonds. La récolte de foin, quand les terres seront parvenues à leur maximum de produit, sera de :

Luzerne.	105,600 kil.
Sainfoin.	24,750
	130,350
Si l'on en soustrait la nourriture de deux chevaux de 400 kilog. de poids, ou.	11,328
Il reste.	119,022

pouvant servir à engraisser 1,190 moutons.

Mais on fera deux engrais consécutifs; il suffira donc d'avoir une bergerie pour 595 moutons.

Le capital du fermier sera tout en fonds de roulement de la manière suivante :

Frais de culture.	2,717
Achat de 595 moutons.	11,900
Garde et soins (4 hommes pendant six mois).	1,620 fr.
	16,237

Dépenses capitales ou foncières.

1° Un bâtiment d'habitation (1/4 du capital du fermier)	4,059 fr.	
2° Écurie pour 4 chevaux.	400	
3° Grenier à foin pour 1,303 quintaux de foin, qui exigeront 2,172 mètres cubes de grenier, ou 472 mètres carrés de surface, avec une hauteur de 4m,60		13,090
4° Bergerie (1) pour 595 moutons, à 1 mètre carré; ci 595 mètres carrés à 22 fr.		
5° Loges à cochons et poulailler.	200	
6° Place à fumier.	200	
Bâtiments.	17,949	

Terres.

7° Desséchement complet du quart du domaine, ci 5 hectares à 300 fr.	1,500
8° Fertilisation : 60 kilog. d'azote devraient produire 30 hectolitres de blé ; ils n'en produisent que 18 ; ainsi on peut conjecturer qu'il manque au terrain $\frac{12}{30}$ de fertilité pour être saturé. Or, nous avons 40 p. 100 d'argile, dans un terrain pesant 1,638 k. le mètre cube; par conséquent, en supposant qu'on laboure à 0m.25 de profondeur, il faudra pour la saturation complète d'un hectare $0{,}000015 \times 40 \times 0{,}25 \times 10000 \times 1638 = 2{,}457$ kil. d'azote, et dans le cas présent les $\frac{12}{30} = \frac{1}{5}$ de cette quantité, ou 983 kil.; soit pour 20 hectares 19,660 kil. d'azote,	
A reporter.	19,449

(1) Dans le Midi, la bergerie peut servir au printemps de magnanerie.

Report.	19,449
valant 147,450 kilogr. de blé, ou.	32,439
9° Prix d'achat des terres, 40 fois la rente égale à 70 fr.; ci 2,800 fr. par hectare, ou pour 20 hectares	56,060
10° 5,680 mètres de haies de clôture en aubépine . .	2,844
11° 800 mètres de chemins ruraux.	800
	111,533

produisant $255 \times 20 = 5,100$ fr. de rente. On aura la terre pour 22 fois le prix de la rente; on l'avait achetée, avant l'amélioration, pour 40 fois la rente.

SECTION III.—*Partie du capital de fonds consacrée à l'entretien.*

L'entretien du fonds et de ses accessoires en bon état n'est pour ainsi dire qu'une continuation de la première dépense; il exige ou une nouvelle main-d'œuvre pour les réparations qui sont nécessitées par les ravages du temps et l'inclémence des saisons, ou une surveillance active sur les dégradations qui seraient causées par l'abus des tenanciers, comme les excès d'une culture qui enlèverait plus de fertilité qu'elle n'en apporterait.

Un bâtiment bien construit en pierre et chaux, qui ne sera pas un bâtiment de luxe, pourra être bien entretenu en y consacrant 1/2 p. 100 du prix de sa construction. D'autres genres de matériaux plus ou moins durables modifient ce chiffre. On doit y ajouter le prix de l'assurance contre l'incendie, qui, pour les bâtiments ruraux, est toujours plus élevé que celui des villes, soit à cause des matières combustibles qu'ils renferment, soit à cause de la difficulté des secours. Cette assurance doit être mise par le bail à la charge du fermier, qui est civilement responsable des sinistres.

L'entretien des fossés d'écoulement découverts est aussi une des charges du bail et s'élève à 1/10 des frais d'ouverture. Les tranchées couvertes, faites en tuiles ou pierres

plates, doivent être ouvertes et nettoyées à des époques d'autant plus rapprochées que la pente est moins grande et qu'ainsi elles s'engorgent plus facilement. Il faut, au moins, les revoir tous les dix ans ; mais les mêmes matériaux servent, et l'on ne doit compter au plus, pour chaque fois, que le 1/10 du prix primitif, quand leur profondeur n'est pas de plus de 0m 50. Si la pente est suffisante, on peut se dispenser complétement de toute réparation. On juge de leur nécessité en examinant, lors des pluies, si leur débouché continue à fournir la quantité d'eau accoutumée.

Les canaux d'irrigation doivent aussi être repurgés à mesure qu'ils se comblent ; moins la pente est forte et plus les eaux sont limoneuses, plus ces repurgements doivent être fréquents.

On sait, en général, dans chaque pays, ce que coûte l'entretien des digues, surtout quand elles sont sous la direction d'un syndicat ; mais les débordements extraordinaires amènent de grandes réparations qui sont imprévues et qui équivalent quelquefois à leur renouvellement. Si les terrains situés sur le bord des rivières profitent des alluvions, ils ont aussi l'entretien perpétuel de leurs berges, et ils éprouvent des ensablements ou des érosions qui ne peuvent être appréciés d'une manière générale. On peut cependant s'en faire quelque idée en comparant la rente de ces terrains avec leur prix de vente général, et en comparant ce dernier au prix des terrains qui ne sont pas exposés à de pareils accidents. Ainsi, si ce prix est de vingt fois la rente, et que les terrains à l'abri de ces ravages se paient trente fois la rente, on jugera que les frais d'entretien se portent à un taux égal à l'intérêt de dix fois la rente du domaine.

L'entretien des plantations est réglé par la durée des différentes espèces d'arbres dont nous avons traité dans le livre des cultures spéciales.

SECTION IV.—*Partie du capital de rente employée à la défense de la propriété.*

La propriété peut être attaquée en elle-même ou dans ses produits, par la violence, par la fraude, par des prétentions rivales qui cherchent à faire valoir des droits litigieux. Pour se garantir mutuellement de ces attaques, les hommes se sont réunis en société, et les gouvernements ne sont autre chose que le syndicat qui dirige l'action sociale dans le but de protéger tous les intérêts individuels.

Pour éviter à chacun les dérangements que son intervention perpétuelle dans cette active protection ne manquerait pas d'occasionner, les citoyens s'en déchargent sur des hommes qui reçoivent en échange un salaire qui représente celui auquel ils pourraient prétendre en employant autrement leur temps et leurs talents. Le Gouvernement perçoit les cotisations et les emploie au profit de la société en créant une force armée, des administrations, des tribunaux. Chaque citoyen paie une part de ces cotisations proportionnelles à l'intérêt qu'il a dans l'association. Dans une société bien réglée, le prix de la protection sociale ne doit pas être un obstacle à l'accroissement du capital, qui est la mesure des progrès de l'industrie et de l'aisance du corps social.

La richesse d'une nation consiste dans son capital mobilier et immobilier, qui est l'instrument de sa production annuelle, et dans son revenu annuel. Si la contribution attaque le capital déjà accumulé, elle supprime en même temps le travail et la subsistance de ceux qui en faisaient emploi ; elle ne peut donc se prélever que sur le revenu.

Le revenu lui-même, soit qu'il provienne de la rente, de bénéfices ou de salaires, a trois destinations : 1° l'entretien des individus, comprenant leur nourriture, leurs vêtements, leur logement, leur éducation ; 2° les dépenses dites de luxe, c'est-à-dire celles qui pourraient être supprimées sans affecter la vie animale des individus; 3° l'épargne qui vient en

accroissement du capital. Les dépenses de luxe sont elles-mêmes un placement de l'épargne, car elles nécessitent un travail qui n'aurait pas eu lieu sans elles. Mais cet emploi du capital n'étant pas général, signalant d'ailleurs l'existence d'un revenu qui surpasse celui nécessaire à un simple entretien, et en même temps peu de disposition à en faire l'emploi le plus utile à la société, celui de grossir le capital, il est tout simple que l'impôt s'adresse de préférence à lui ; c'est ce que l'on fait généralement, en taxant le tabac, les boissons, le mobilier, les bâtiments de luxe. Mais ces impôts somptuaires ne suffiraient pas à payer les charges de l'Etat ; car, si on les aggravait au-delà d'un certain point, ils décroîtraient avec le luxe, qui deviendrait trop coûteux à entretenir.

Il faut donc que les contributions publiques s'adressent à l'épargne elle-même, c'est-à-dire à ce qui allait constituer le capital. Mais la société ne connaît d'une manière précise que le revenu immobilier, et le revenu mobilier lui échappe presque complétement. Si donc l'on s'adressait *directement* au revenu pour acquitter les charges de l'Etat, la moitié de la société serait seule appelée à les supporter ; l'épargne agricole serait absorbée, et l'accroissement du capital agricole arrêté, tandis que le revenu industriel ne recevrait aucune atteinte.

On a résolu le problème de la répartition proportionnelle des impôts par l'invention des contributions indirectes, qui se perçoivent sur la consommation, et dans la mesure exacte de ce que chaque individu consomme. Nous disons que les contributions de ce genre sont proportionnelles aux fortunes, qu'elles ne peuvent dépasser une certaine mesure, mais de manière à ne pas attaquer le capital, à ne pas altérer trop fortement l'épargne et à contenir les dépenses publiques dans des limites raisonnables :

1° Elles sont proportionnelles aux fortunes, car chaque dépense se résout en salaires. Le pauvre reçoit le salaire qui

paye son entretien et celui de sa famille ; ce salaire ne peut être moindre que ce qui est nécessaire pour remplir cette destination, car sans cela le travail n'existerait plus : si donc on exige du pauvre une contribution sur sa consommation, il faut que celui pour qui il travaille ajoute au prix naturel de la denrée consommée le prix de l'impôt qu'elle supporte. Ainsi le salaire comprend nécessairement ce prix naturel et le remboursement de l'impôt. La dépense du riche, si élevée qu'elle soit, se compose entièrement de produits naturels et de salaires. Les produits naturels qu'il consomme n'ont pas une valeur originaire plus grande que ceux que consomme le pauvre ; leur prix plus élevé provient seulement du travail ajouté que l'on paye par le salaire. En un mot, le surplus de la dépense du riche se résout complétement en salaires, à chacun desquels est ajoutée la contribution de l'ouvrier. Ainsi le riche qui dépense comme cent ouvriers paiera la contribution de cent ouvriers. Si, au premier moment de l'établissement d'une contribution indirecte, le sort de l'ouvrier peut en être affecté, elle ne tarde pas à se joindre forcément au salaire. On peut donc affirmer que les contributions indirectes une fois établies sont proportionnelles aux dépenses faites par chaque citoyen.

2° Elles ne peuvent dépasser une juste mesure ; en effet, pour qu'elles puissent se percevoir facilement, aux moindres frais possibles, sans inquisition déplaisante, elles doivent être établies sur des objets d'une grande consommation, et qui, à un moment donné, soient réunis en masse dans des ateliers de fabrication, ou bien qui soient obligés de passer par des points déterminés, qui les mettent sous les yeux et le contrôle des agents du fisc. La plupart des substances qui réunissent ces qualités, le tabac, le sucre, les produits étrangers, ne sont pas des objets de première nécessité, et leur consommation se resserre quand le tarif est trop élevé ; et quant à celles qui tiennent à la subsistance générale, comme par exemple, le sel, la viande, le vin, leur consommation a

aussi une élasticité assez grande pour élever beaucoup les produits quand elles sont taxées modérément, et au contraire pour les réduire considérablement quant elles sont surtaxées, d'autant plus que la plupart d'entre elles se dérobent facilement à la perception de taxes trop élevées, par ce fait qu'elles sont répandues sur tous les points du territoire, et qu'on ne pourrait alors les atteindre qu'en multipliant outre mesure les agents de la perception. Le sel seul sort d'ateliers de fabrication où l'on peut percevoir directement la taxe. Ainsi les recettes des contributions indirectes se trouvent naturellement limitées par la volonté des contribuables, par le calcul individuel de leurs besoins et de leurs ressources, et, tant que les revenus de l'État sont basés sur ce genre d'impôt, ses dépenses sont contenues dans des bornes infranchissables qui répondent d'une bonne administration.

Les Anglais avaient parfaitement compris les propriétés et les avantages des contributions indirectes; si leur ambition les a poussés à exagérer leurs dépenses et les a forcés à recourir aux impositions directes (*income taxe*), c'est un symptôme réel de décadence dans l'administration de ce pays.

En France, l'ignorance des vrais principes, l'indolence et la maladresse de l'administration, les préjugés économiques et politiques ont fait préférer longtemps les impôts directs. Il a fallu leur insuffisance reconnue pour développer les contributions indirectes. C'est à ce système, qui appauvrit régulièrement l'agriculture, lui arrache chaque année la meilleure partie de son revenu, rend impossible l'épargne et l'accumulation du capital, qu'il faut attribuer surtout son état si lentement progressif. Cet état la rendra bientôt insuffisante à pourvoir aux besoins des excédants annuels de population; il l'a en outre chargée du fardeau d'une énorme dette hypothécaire, qui lui fait invoquer à grands cris l'établissement du crédit agricole, c'est-à-dire, la restitution de tout ce qu'on lui enlève; car ce crédit, demandé en vain aux particuliers, sollicité de l'Etat, ce n'est autre chose qu'un

don nécessaire qu'elle sollicite sous le nom illusoire de prêt. Il est temps de s'arrêter dans cette voie et de procéder le plus tôt possible au dégrèvement de la propriété, si l'on ne veut pas voir bientôt l'état stationnaire dont nous nous plaignons se changer en un état rétrograde.

Pourvoira-t-on mieux aux besoins des finances par l'impôt sur le revenu, s'attaquant aux revenus mobiliers? Cet impôt n'est rien s'il n'est une taxe arbitraire; mais alors il produirait la dissimulation du capital, les placements clandestins ou éloignés, le transport de nos richesses à l'étranger, ou leur enfouissement. On arriverait ainsi à l'état de la Turquie, à moins que le tarif de l'impôt ne soit très-modéré; mais alors il procurera peu de ressources.

Quant à l'impôt progressif sur la propriété, il aurait des effets bien plus fâcheux même pour la société. D'abord ses ressources ne seraient que passagères, parce.qu'il déterminerait immédiatement beaucoup de ventes parcellaires et des arrangements de famille, et que la loi des successions le minerait chaque jour par sa base. Les ventes font changer de forme au capital, qui devient mobilier et passe encore à l'étranger, s'il est poursuivi sous cette forme.

Comme l'impôt sur le revenu, l'impôt progressif tend à rendre le pays qui l'adopte l'esclave des capitaux étrangers.

En France, l'imposition territoriale dans ses diverses branches (nationales, départementales, communales) enlève 6 p. 100 du revenu brut (280,000,000 pour 4,527,000,000 fr.), et par conséquent 12 p. 100, ou près de 1/8 du revenu net. Si l'on y ajoute 200 millions de droits d'enregistrement, de succession, qui prennent 4 p. 100 du revenu brut, nous avons 10 p. 100, ou 1/10 du revenu brut, et 20 p. 100, ou 1/5 du revenu net en impositions directes. C'est environ 15 fr. par hectare moyen en culture dans la France (68,2 kil. de blé ou 78 litres), sans compter ce que l'agriculteur paye en contribution indirecte de toute espèce.

CHAPITRE V.

Du Capital de cheptel.

Rappelons-nous que, sous le nom de capital de cheptel, nous comprenons cette partie du capital agricole destinée à se procurer les instruments de travail qui, susceptibles d'altération dans leurs parties, doivent toujours être maintenus à une valeur totale égale, moyennant des remplacements et des réparations qui équivalent à un fonds d'amortissement; que cette définition s'applique, d'une part aux animaux de travail et de rente, que l'on désigne sous la dénomination de *cheptel vivant*, et de l'autre aux machines aratoires et de transport, au mobilier et aux accessoires qui sont nécessaires à l'exploitation, et que l'on nomme *cheptel mort*. Ce capital est ordinairement possédé par l'exploitant, mais aussi il est quelquefois fourni, en tout ou en partie, par le propriétaire non exploitant, et le tenancier doit alors l'entretenir et le rapporter à la fin du bail dans un état équivalant à celui où il l'a reçu.

Le cheptel vivant peut être considéré en agriculture sous deux points de vue: comme fournissant la force nécessaire à la culture, comme fournissant l'engrais qu'elle exige. Quand les bêtes de travail ne sont pas assez nombreuses pour pourvoir la culture de tout son engrais, on y joint un autre bétail susceptible de donner un produit qui, ajouté au prix de l'engrais, suffise pour payer sa nourriture. La quantité relative de ces deux genres d'animaux tient au système de culture adopté, qui exige plus ou moins de force, les bêtes de rente n'étant pour l'agriculteur qu'un supplément aux bêtes de travail, dans la proportion requise par la quantité de fumier qu'on désire se procurer. Les spéculations qui ont pour but le bétail lui-même, sans égard aux

cultures qui procurent ses aliments, appartiennent à la zootechnie et sont étrangères à la théorie agricole, si elles ne le sont pas à sa pratique.

Le cheptel mort n'est pas peu influencé par le choix du système agricole. On conçoit combien il est différent dans le système des prairies ou du pâturage, et dans celui des jachères ou des cultures continues.

SECTION I. — *Cheptel vivant; bêtes de travail.*

En substituant les forces des animaux aux siennes propres dans la culture, l'homme s'est affranchi du travail le plus pénible; au lieu de se courber vers la terre, et d'user à l'ameublir toutes ses forces musculaires, il n'a plus qu'à guider ses attelages. Mais, en outre, cette substitution l'a enrichi; car, au lieu de ne recueillir que la récolte d'un hectare de terrain, il a pu en cultiver vingt, et nourrir quatre familles là où une seule aurait à peine trouvé sa subsistance. Il a réduit de 5 à 1 les frais de la culture, et il peut encore les réduire de 5,6 à 1 par un meilleur emploi des animaux. La perfection de la culture, comme la délivrance de la race humaine, exige que l'on substitue la force des animaux à celle des hommes dans tous les travaux qui demandent plus de force que d'adresse.

Le calcul du nombre des animaux à employer sur un domaine dépend de plusieurs éléments : 1° de la force de chacun d'eux; 2° du temps pendant lequel elle pourra se déployer; 3° de la résistance qu'ils auront à vaincre.

Nous avons donné, dans le livre de la mécanique agricole, le moyen de calculer la force des animaux. Le temps dont on dispose est variable selon les climats et selon les institutions civiles et religieuses du pays où l'on cultive. La résistance varie non-seulement par rapport à la nature de sol, mais aussi par rapport à ses différents états de sécheresse ou

d'humidité et à la durée réciproque de chacun de ces états. Tous ces éléments peuvent difficilement être déduits de recherches théoriques; ce n'est que l'observation des forces employées autour de nous qui peut nous servir de base. Dans les pays déjà cultivés, l'expérience nous apprendra bientôt si elles sont en excès ou en défaut, et nous permettra de régulariser notre position. Dans les pays où l'on manque de modèles, il y a ordinairement moins de danger de pécher par l'excès, parce que les moyens de nourrir les animaux y abondent; le temps ne tarde pas à nous apprendre le milieu dans lequel nous devons nous maintenir. Il est curieux néanmoins de voir comment le calcul aurait pu être fait presque *à priori*, si nous avions obtenu d'avance les renseignements qui manquent presque partout. Voici ce qui résulte de l'examen d'une comptabilité exacte faite dans le midi de la France; cet exemple pourra servir de modèle et de guide pour ceux qui voudraient entreprendre de semblables recherches. Ces comptes ont été tenus et analysés par un habile agriculteur, M. Durand, ancien maire de Saint-Gilles (Gard).

ÉTAT des journées de travail pendant une année.

Mois.	Fêtes et dimanches.	Jours de travail.	Jours perdus.	Total.	Nature des travaux.
Janvier...	5	19	7	31	transport.
Février...	4	19	5	28	transport.
Mars.....	5	25	1	31	labour.
Avril.....	7	20	3	30	labour.
Mai.....	5	23	3	31	labour.
Juin.....	4	25	1	30	labour et transport.
Juillet....	5	25	1	31	moisson, dépiquage.
Août.....	5	24	2	31	
Septembre	5	23	2	30	transport et labour.
Octobre ..	5	22	4	31	labour.
Novembre.	5	19	6	30	labour.
Décembre.	7	18	6	31	labour et transport.
	62	262	41	365	

Il résulte de cette comptabilité que l'on pourrait consacrer au labour, savoir :

Mars.	25 jours.
Avril.	20
Mai	23
Juin	15
Septembre.	10
Octobre.	22
Novembre.	19
Décembre.	18
	152

D'après cette même comptabilité un hectare de terre forte exige en travaux :

27 journées de bêtes de travail pour labour ;
3 journées de bêtes de travail pour transport et semailles.

30

Il suit de là que l'on devrait compter, dans ces terrains, une bête de travail par 5 hectares environ $(\frac{152}{80})$.

Dans les terres plus légères, nous comptons 20 jours de labour et 3 de transport par hectare. Ainsi une bête de travail suffirait à 6,6 hect., et par conséquent, avec le système de la jachère bisannuelle, on devrait compter 10 hectares par tête de bétail dans les terres fortes, et 13,2 hect. dans les terres légères.

Si l'on a un assolement triennal avec une année de jachère et une année de demi-jachère, on aura pour les terres fortes :

Jachère entière.	30 jours.
Demi-jachère.	24,5
	54,5 jours.

Divisant 304, nombre de journées de labour en deux ans, par 54,5, nous avons 5,5 hect. par bête, et, ajoutant 1/3 pour l'année de repos, 7,3 hect. pour le lot d'une bête dans les terres fortes.

Sur les terres légères nous avons.

Jachère entière.	20 jours.
Demi-jachère.	8
	28 jours.

Divisant 304 par 28, il nous vient 11 hectares par bête, et, ajoutant 1/5 pour l'année de repos, 14,7 hect.

Mais le tableau ci-dessus est loin de présenter toute la vérité. Il nous apprend le nombre de journées dont nous pouvons disposer dans chaque mois; mais, pour compléter notre instruction, il faut le mettre en regard du nombre de journées qu'exige chaque mois. Pour ne pas nous écarter des comptes réels, nous supposons une ferme de 50 hectares, cultivée dans la région méridionale, sous le régime de l'assolement triennal précédent. Voici, mois par mois, le nombre de journées qu'exige cette exploitation, avec sa comparaison en nombre de journées dont on pourrait disposer en ayant en tout sept bêtes de travail (0,14 par hectare), nombre qui résulterait des calculs ci-dessus :

Mois.	Jours de travail nécesssaires.			totaux.	Nombre de jours disponibles	Nombre de journ.	
	labour.	récoltes.	transport.			en plus.	en moins.
Janvier...	4	»	7,5	11,5	19	7,5	»
Février...	2,5	»	12,0	15,0	19	4,0	»
Mars.....	20,0	»	»	20,0	25	5,0	»
Avril.....	17,5	»	»	17,5	20	2,5	»
Mai.....	6,0	»	»	6,0	23	17,0	»
Juin.....	6,5	5,0	»	11,5	25	13,5	»
Juillet....	20,0	12,0	»	32,0	25	»	17,0
Août.....	17,5	8,0	»	25,5	24	»	1,5
Septembre	12,5	»	»	12,5	23	10,5	»
Octobre..	26,0	»	»	26,0	22	»	4,0
Novembre	24,0	»	»	24,0	19	»	5,0
Décembre.	5,5	»	5,0	8,5	18	9,5	»
par an.	160,0	25,0	25,0	210,0	262	69,5	27,5

Ce tableau nous indique que nous avons eu 32 jours de labour par hectare, et de plus une journée de charroi ou de dépiquage, ou 33 journées par hectare; que nous avions

262 jours disponibles; que cependant nous avons trouvé 69,5 journées où nous n'avons pu occuper nos animaux, et 27,5 journées où nous avons été obligé de prendre des forces supplémentaires. On pourrait faire le travail en employant tous les jours disponibles, si l'on avait le nombre suivant de bêtes par hectare :

Janvier	0,120
Février	0,160
Mars	0,160
Avril	0,174
Mai.	0,052
Juin.	0,094
Juillet.	0,248
Août	0,212
Septembre	0,188
Octobre	0,236
Novembre	0,252
Décembre.	0,094
Par mois moyen. . . .	0,166

Ainsi, la culture se ferait aisément si, ayant au plus 0,17 bêtes de travail de décembre en juin, nous pouvions en avoir 0,25 de juillet en décembre, dans les pays où l'on dépique le blé en été, au moyen de chevaux et de rouleaux, et où l'on cultive les céréales avec la jachère. Ce résultat montre l'avantage des attelages de bœufs, que l'on achète en juin pour les faire travailler jusqu'en décembre; on en engraisse une partie à cette époque, où le travail devient moins pressant. Il explique aussi l'usage de se livrer au roulage sur la grande route pendant l'hiver. On sait d'ailleurs que, si l'on peut se procurer facilement des bêtes de renfort à l'époque des grands travaux, il suffit d'avoir 1/6 de bêtes par hectare, ou 8 bêtes 2/3 par 50 hectares, tandis que si l'on n'a pas cette facilité, il faudra 1/4 de bête par hectare, ou 12,5 bêtes par 50 hectares en jachère bisannuelle, dont 25 en culture.

Si l'on ne possédait aucune des ressources extérieures à

l'exploitation que nous venons d'indiquer, on devrait recourir à une modification de l'assolement. Ainsi des récoltes sarclées de printemps augmentent le nombre des journées de travail en mai et en juin ; des prairies artificielles diminuent le travail des mois d'automne.

Tous ces calculs sont faits pour la force d'un cheval moyen, de la taille de 1^m, 5.

Si l'on sait l'étendue de terrain que l'on peut labourer dans les différentes saisons, données qu'il est très-facile d'acquérir, on aura un point de départ approximatif pour comparer les différentes situations que l'on peut rencontrer avec l'exemple que nous venons d'examiner. Ainsi, dans le terrain salant dont il vient d'être question, le premier labour des guérets nécessite au printemps 15 journées par hectare avec 4 chevaux; on ne laboure donc que 33 1/3 ares dans la journée; en été, ce travail serait impossible. Dans les terrains d'une moindre ténacité, on laboure 40 ares, et jusqu'à 50 ares, avec des animaux bien nourris. L'étendue de terrain que travaille un cheval avec d'autres instruments est proportionnée à la largeur du travail, tant que la force demandée par le tirage n'est pas augmentée.

Si maintenant nous cherchions le nombre moyen de bêtes de travail nécessaire pour un domaine de 20 hectares, en terre de médiocre ténacité, et soumis à l'assolement : 1° pommes de terre; 2° blé; 3° trèfle; 4° blé, en supposant que les sarclages et le buttage des pommes de terre se donnent avec des instruments attelés, voici comment nous procéderions.

Nous avons :

	Journées.
Pour la sole de pommes de terre, en labour complet à quatre bêtes, pour rompre le chaume du blé, et semis	16, »
2 sarclages à l'extirpateur à un soc et un cheval, les pommes de terres étant plantées en lignes espacées de 0^m,60; ce travail exige le quart du temps d'un labour, ou 0,6 jour, et pour 2 sarclages	1,20
A reporter.	17,20

Report.	17,20
1 buttage à 2 chevaux ; moitié du temps d'un labour.	2,50
Transport des récoltes.	0,25
La première sole de blé n'exige qu'une demi-jachère.	8, »
Sole de trèfle, 1 semis, 1 hersage et 1 roulage. .	1, »
Transport de la récolte.	1, »
Deuxième sole de blé, jachère complète.	20, »
	49,95

ou par année pour les 4 soles, 199,80 journées, ou par hectare 9,99 journées. Si nous avons 152 jours propres à ce travail, nous aurons $\frac{152}{9,99} = 15,2$ hectares, soit une bête par 15 hectares environ.

Mais en suivant avec soin les procédés que nous venons d'indiquer, on pourrait se trouver en défaut, si l'on ne portait pas la plus grande attention sur la manière dont les forces des animaux sont employées. Nous voyons chaque jour un cheval dépenser jusqu'à 60 kilogrammètres de travail dans un défoncement; puis on l'emploie à un ensemencement, avec un léger araire où il n'en dépense pas 15. Il est évident que l'on emploierait toute la force de l'animal si, au lieu de cet araire, on l'attelait à un scarificateur à plusieurs socs, qui ferait le même travail. En portant une grande attention sur ce point, et en proportionnant toujours les instruments à la force des animaux, on arrive à une grande économie de ces forces, sans nuire à la perfection de l'ouvrage. On ne peut pas se promettre, il est vrai, d'obtenir toujours le maximum de travail : les travaux agricoles sont trop variés pour que ce résultat soit possible; mais on préviendra au moins un grand gaspillage de temps et de forces si l'on ne perd pas de vue cet objet important. Sans doute il est difficile d'obtenir d'abord des valets l'observation exacte de pareilles prescriptions; mais quand une fois on a bien établi la règle et qu'elle est passée en habitude, on est étonné de toute l'économie de temps qui en résulte, et nous avons vu ces agents, passant dans d'autres exploitations, témoigner leur surprise

et leur dégoût quand ils étaient obligés de revenir à des pratiques dont ils pouvaient juger l'imperfection, par comparaison avec celles que l'expérience leur avait fait apprécier.

Il était impossible cependant que des hommes aussi attentifs à leurs intérêts que nos cultivateurs ne s'aperçussent pas de la perte que leur causait la fréquente inaction ou le peu d'énergie qu'un grand nombre de travaux exigeaient de leurs animaux. L'esprit humain est inventif quand il s'agit de profit, et si nos cultivateurs n'ont pas trouvé la meilleure solution, on ne peut disconvenir au moins qu'ils n'en aient trouvé une. Elle consiste à proportionner la nourriture des bêtes au travail qu'ils en exigent. Pendant l'hiver, à peine leur donnent-ils la ration d'entretien; mais arrivent le bon foin, la luzerne et l'avoine lors des grands travaux. Nous ne pouvons blâmer entièrement ce procédé quand il n'est pas porté à l'extrême, quand il n'amène pas dans le régime des inégalités qui portent le désordre dans les organes digestifs, en faisant succéder une nourriture très-forte à des jeûnes austères. Sans doute, quand on prévoit une longue période où les travaux seront moins actifs, la ration des animaux doit être réduite; mais il faut le faire alors plutôt en changeant la qualité des aliments que leur masse; car l'estomac et les intestins supportent avec peine ce dernier changement, après avoir été accoutumés à un certain degré de tension. C'est sous ce rapport que l'avoine et les autres graines données comme supplément dans le temps des travaux rendent de grands services, parce que leur suppression modifie peu la masse de la ration, quand on vient à réduire la quantité qu'on en donne, ou à les supprimer.

SECTION II. — *Du choix de l'espèce des bêtes de travail.*

En traitant, dans notre troisième volume, des différentes espèces de bêtes de travail, nous avons déjà indiqué les qualités qui les rendaient principalement aptes aux différentes situations. Cette appréciation est un travail de chiffres qui

peut varier selon les circonstances. Nous sommes heureux de pouvoir présenter ici comme modèle un calcul déduit d'une comptabilité exacte, et qui nous offre la comparaison du travail exécuté, dans un domaine du Midi, par des bœufs, des juments poulinières et des mules, ainsi que le prix de revient de ce travail. Ce travail a encore été fait par M. Durand, ancien maire de Saint-Gilles (Gard), aujourd'hui régisseur d'un domaine qui nous appartient dans cette commune.

Les bêtes de travail de l'exploitation, conduite alors par cet agriculteur habile, étaient ainsi qu'il suit :

12 paires de bœufs, vivant neuf mois à l'étable et trois mois au pâturage ;
6 juments nourries à l'écurie ;
6 mules.

BOEUFS.

Nourriture.

2,160 journées,		où l'on a donné 309 kil. 20 de marc de raisin (12 litres par individu) à 2 fr. l'hectolitre	518 fr.	40 c.
4,320	d°	à 15 kil. de foin, à 3 fr. les 100 kil.	19,44	»
2,280	d°	à 30 centimes par jour.	684	»
8,760 journées.			3,146	40

Par journée 0 fr. 359.

Dépense annuelle.

Nourriture.	3,146 fr.	40 c.
1 palefrenier.	800	»
12 valets ou bouviers.	7,200	»
Ferrure et outils, à 23 fr. par couple.	276	»
Harnais et vétérinaire	72	»
Intérêts du capital du cheptel, 6,600 fr. (550 fr. la paire de bœufs) à 10 p. 100.	660	»
	12,154	40

ou, par couple, 1012 fr. 87 c., soit, par jour moyen, 2 fr. 814, et pour 252 jours de travail, chaque jour, 4 fr. 019. Mais

comme on parvient, au moyen des charrois, à porter le nombre des journées à 275, la journée de travail coûte 3 fr. 672.

6 JUMENTS.

Nourriture.

2,160 jours	à 16 kil. de foin, à 5 fr. les 100 kil.	1,728 fr.	» c.
2,160 d°	à 6 litres d'avoine.	1,666	40
360 d°	à 3 lit. de farine d'orge, à 12 fr. l'hect.	129	60
4,680		3,024	»

Par journée 1 fr. 40 c.

Dépense annuelle.

Nourriture.	3,024 fr.
1/2 palefrenier	400
3 valets à l'année, à 750 fr.	2,280
3 d° à six mois, à 800 fr.	1,200
Ferrure et entretien d'outils (54 fr. par couple) . . .	162
Harnais (abonnement, 45 fr. par couple).	135
Vétérinaire (3 fr. par bête).	18
Intérêts du capital (600 fr. la jument) ; ci 3,600 fr. à 21 pour 100.	720
	7,939

Chaque jument occasionne une dépense de 1223 fr. 17 c. par an, soit pour chaque jour moyen 3 fr. 251, et pour chacune des 252 journées de travail, 4 fr. 854 ; enfin en admettant 275 jours de travail, à cause des charrois, 4 fr. 448.

6 MULES.

Nourriture.

2,160 journ.	à 15 kil. de fourrage à 5 fr. les 100 kil.	1,620 fr.	» c.
1,800 d°	à 3 litres d'avoine, à 9 fr. l'hectolitre.	486	»
360 d°	à 2 lit. de farine d'orge, à 12 fr. l'hect.	85	40
4,320		2,192	40

Par jour 60 centimes.

Dépense annuelle.

Nourriture.	2,192 fr.	40 c.
1/2 palefrenier.	400	»
3 valets à l'année, à 750 fr.	2,150	»
3 d° à six mois, à 800 fr.	1,200	»
Ferrure et entretien d'outils, à 54 fr. par couple.	162	»
Bourrelier.	135	»
Vétérinaire à 3 fr. par bête	18	»
Intérêt et dépérissement du capital de 4,200 fr. à 20 pour 180.	240	»
	7,197	40

Chaque mule occasionne une dépense de 1199 fr. 57 c., ou 3 fr. 286 par jour moyen; pour les 252 jours de travail aux champs, 4 fr., 764; et en admettant 275 jours, à cause des charrois, 4 fr. 362.

En résumé :

La journée d'un couple de bœufs coûte. .			3 fr.	672
—	—	de juments	8	896
—	—	de mules.	8	724

Examinons maintenant le travail effectué.

Avec le bœuf on laboure, savoir :

Défoncement d'un hectare avec 2 couples en 5 jours.
Labours d'ameublissement — avec 1 couple en 5 jours.
Avec le scarificateur (griffon) — avec 1 couple en 1 jour.

Ainsi, avec les bœufs, la jachère complète coûtera :

Labour de défoncement. . . .	36 fr.	72 c.
2 labours d'ameublissement . .	36	72
1 labour d'ensemencement. . .	3	67
	77	11

Le travail d'une paire de bœufs consiste en :

120 journ.	à la grande charrue, labourant	12 hect.
120	— aux charrues à un seul couple passant 2 fois.	12
12	— au scarificateur.	12
23	— de charrois. .	
275 journées.		

Il faut une paire de bœufs pour 12 hectares de terrain.

Avec la jument on laboure

avec 2 couples, 1 hectare en 3 jours pour le défoncement;
avec 1 couple, 1 d° en 3 d° pour les labours suivants;
d° 2 hectares en 1/2 jour avec le scarificateur ou griffon.

La journée étant pour le couple de 8 fr. 896, la jachère complète coûtera :

Défoncement	53 fr.	376
1er labour.	26	688
2e labour	26	688
Labour de semaille. .	8	896
	115 -	648

Le travail d'un couple de juments consistant en :

120 journées à la grande charrue, labourant 20 hectares.
60 — au 1er labour 20
60 — au 2e labour. 20
5 — au scarificateur 20

245 journées.

il lui restera 30 journées de charrois.

Les mules labourent, savoir :

2 couples à la grande charrue. . 1 hectare en 3 1/2 jours.
1 — à la charrue ordinaire. 1 d° en 3 1/2
1 — au scarificateur . . . . 1 d° en 3/4

La journée d'un couple de mules coûtant 8 fr. 724, la jachère complète coûtera ;

Défoncement.	61 fr.	068
1er labour d'ameublissement .	30	053
2e labour.	30	053
Labour de semailles	6	543
	127	717

Le travail d'un couple de mules consistant en :

120 journées	à la	grande charrue, labourant. .	17	hect.	15
60 d°	à la	charrue ordinaire, 1er labour.	17		15
60 d°		d° 2e labour .	17		15
13 d°	au	scarificateur	17		15
253					

Il lui restera 22 jours pour les charrois.

Ainsi la culture d'un hectare coûte :

par les bœufs. .	77 fr.	11 c.
par les juments.	115	65
par les mules. .	127	72

D'après ce qui précède, 24 bœufs, 6 mules et 6 juments cultivent ensemble 255,45 hect., et font 854 journées de charrois.

En les considérant par rapport au temps employé à labourer un même espace, on trouve que

Le bœuf étant l'unité. . .	1,00
La jument vaut.	0,60
La mule	0,70

c'est-à-dire que 6 juments ou 7 mules remplacent 10 bœufs.

Les 10 bœufs coûteraient par an.	5,060 fr.
Les 6 juments	7,939
Les 7 mules	8,396

Tel est l'examen que chacun doit faire dans sa position respective, pour y puiser des raisons de préférence pour telle ou telle espèce de bête de travail à faire dans son exploitation, en ne perdant pas de vue ce que nous avons dit dans notre troisième volume. Les résultats ne seront pas les mêmes partout, et là où on aura beaucoup de charrois, sur de belles routes, les bœufs perdront beaucoup des avantages que leur donne le seul labourage.

Il y a aussi une autre considération qui peut changer la face de la question : c'est la nature des fourrages que l'on peut donner aux animaux. La grande force digestive du mulet lui permet de se nourrir de substances que l'estomac du cheval assimile mal ; aussi le mulet donne-t-il à la paille et au fourrage grossier une valeur plus élevée que s'ils ne servaient que comme litière, ou que s'ils étaient présentés comme nourriture au cheval, qui n'en consomme qu'une petite partie et rejette l'autre. Si l'on observe le dégât que le cheval fait de la paille qu'on lui donne, on voit qu'il ne con-

somme que le sommet des tiges et écarte toute la partie inférieure ; que, si on la mêle au foin, il sait trier et écarter aussi une partie de la paille du mélange ; on voit enfin que, pour être consommée entièrement, il faut que la paille soit hachée et mêlée à l'avoine, le triage alors n'étant plus possible. Cette délicatesse du cheval se manifeste aussi pour les différentes qualités du foin ; il choisit un certain nombre de plantes et rejette les autres. Il y a réellement, avec la plupart des chevaux, une véritable dilapidation, si l'on s'élève au-dessus de la ration d'entretien simple, dilapidation plus ou moins forte selon les individus. Aussi, dans les régions où l'on cultive avec des chevaux, la paille, si ce n'est peut-être celle d'avoine, perd une grande partie de sa valeur. Cette valeur nutritive est à celle du foin normal comme 26 est à 115. Le prix de 100 kil. de foin étant de 14 kil. 54 de blé, celui de la paille serait 3 kil. 28, si on l'employait en nourriture ; mais comme litière elle ne vaut que 1 kil. 95 de blé. Les mulets et les bœufs, qui mangent la paille procurent donc un bénéfice de 1 kil. 33 de blé par 100 kil. de paille consommés.

Cette facilité de nourrir le mulet avec de la paille mêlée de foin, les jours où il ne travaille pas, la moindre quantité d'avoine qu'il exige, réduisent le prix de son régime aux deux tiers de celui du cheval, dans les fermes bien réglées.

Le bœuf ne craint pas les nourritures aqueuses ; on peut le nourrir de vert. Il pâture mieux les prairies et ne les gâte pas ; avec lui, on profite complétement des regains ; il assimile bien la paille. Dans beaucoup d'exploitations où l'on a des pâtures, la nourriture du bœuf ne coûte que la moitié, et même le tiers et le quart de celle du cheval.

SECTION III. — *Cheptel vivant; animaux de rente.*

L'agriculteur qui ne se contente pas d'user de la fertilité acquise du sol, ou de celle que lui apporte l'atmosphère, est obligé de se pourvoir d'engrais en les achetant ou en les

produisant lui-même. Dans l'un et l'autre cas, les obtenir à bas prix est un bonheur qui dépend ou de circonstances favorables, ou de bonnes combinaisons qui résolvent un des problèmes les plus intéressants de l'industrie agricole.

En effet, si toutes les récoltes, après avoir absorbé les sucs de la terre, ne lui restituaient qu'une partie de ce qu'elles en ont pris, le sol irait toujours en s'appauvrissant ; il serait bientôt complétement épuisé à moins qu'on ne lui apportât des engrais empruntés aux terres voisines. Mais il y a des plantes qui ne se contentent pas de puiser leur nourriture dans la terre; elles ont la vertu d'attirer, de condenser en elles les principes fertilisants répandus dans l'atmosphère, et qui, sans leur action attractive, auraient continué à nager dans l'air, ne se déposant qu'avec parcimonie. C'est seulement par leur introduction que l'agriculture a pu prendre son essor, et que, sans rien emprunter aux terres voisines, elle a pu faire progresser sans cesse les récoltes portées par les terrains auxquels elle applique ses procédés, tout en accroissant la fertilité qu'elle met en réserve. Nous avons dit ailleurs quelles sont ces plantes améliorantes, et dès le moment qu'il est constaté qu'une de ces plantes, par exemple, en empruntant 10 au sol, peut lui rendre 15, il ne s'agit plus que de convenir du moyen le plus économique et le plus avantageux de procéder à une pareille restitution. On peut, en effet, ou enfouir les récoltes immédiatement sous forme d'engrais vert, ou bien les faire consommer au bétail, et restituer à la terre tous les résidus de la nutrition des animaux, les fumiers qui en sont le résultat.

Le choix entre ces deux partis est l'affaire d'un calcul, dont les éléments ne sont pas constants, mais qui varient selon les pays et les époques. En ce moment, par exemple,

Un kilogramme de l'azote de l'engrais vaut. . .	7 kil.	50 de blé.
Employé à la nourriture des animaux on en réalise	12	64
Différence. . . .	5	14

Si les frais de garde, d'entretien, d'assurance, etc. du bétail, ne coûtent pas 5,14 kil. de blé pendant que ce bétail consomme 1 kil. d'azote de la récolte, c'est-à-dire 87 kil. de foin normal, il vaut mieux la réduire en fourrages et la destiner à la nourriture du bétail; tandis que si ces frais absorbent au-delà de cette valeur, il est profitable de l'enfouir comme engrais vert.

Mais quand on s'est arrêté au premier parti, c'est-à-dire quand on a reconnu qu'il était avantageux de vendre ses fourrages à un éleveur et de lui acheter l'engrais résultant, quand on sépare ainsi par la pensée le cultivateur de l'éleveur de bétail, c'est à ce dernier qu'il appartient de déterminer le genre de bétail et de spéculation qui réalisera ses fourrages à un plus haut prix, et le prix auquel il pourra céder ses engrais.

Supposons, par exemple, qu'un éleveur vînt faire consommer le fourrage d'une ferme par des vaches laitières, en laissant les engrais; ses frais seraient : le prix des fourrages, les frais de garde, l'intérêt de son capital et ses accessoires; quant aux recettes, elles consisteraient dans la valeur du lait et de l'engrais. Ainsi, le moindre prix qu'il pourrait demander du fumier serait le montant de ses avances, moins la valeur du lait. Dans certains cas, le bénéfice est considérable, et l'engrais, qui peut être considéré comme en faisant partie, est obtenu gratuitement. D'autres fois, le prix de revient des fourrages est si élevé, ou bien les produits animaux se vendent si mal, ou la mortalité des bestiaux est si grande, ou enfin les engrais ont si peu d'effet sur des terres appauvries de longue date, que la spéculation est très-mauvaise, et qu'il vaut mieux recourir à l'enfouissement des engrais verts, ou adopter un système de culture qui n'exige pas l'apport des engrais créés par l'art.

Quelquefois aussi la spéculation du bétail ne réussit pas parce que l'on a mal discerné la nature de celui qui convient à la situation. Mettre des vaches sur des pâturages trop pau-

vres, au lieu de moutons qui peuvent y trouver une nourriture suffisante; élever des moutons dans des pâturages humides, où ils peuvent contracter la cachexie aqueuse, tandis que les vaches y prospéreraient ; s'obstiner à nourrir des ruminants dans des pays pluvieux où l'on cultive le trèfle, et où, faute de pouvoir le bien sécher, on expose ces animaux aux météorisations, tandis que les porcs s'y nourriraient sans danger; admettre des races délicates et voraces dans des situations où les pâturages sont maigres et où elles doivent parcourir de vastes espaces pour trouver une nourriture insuffisante; toutes ces fautes, et bien d'autres que la zootechnie doit signaler, compromettent les intérêts de l'éleveur de bétail.

Mais ce n'est pas assez que ce choix judicieux pour assurer la réussite des animaux de rente ; il faut aussi posséder l'habileté spéciale qui distingue les bons éleveurs. S'il est rare de trouver un habile agriculteur ou un habile éleveur, on peut dire qu'il est presque impossible de trouver l'homme qui excelle à la fois dans les deux arts, tant ils supposent des dispositions opposées. L'exercice de l'agriculture exige un esprit assez mobile pour suivre, jour par jour, les variations de l'atmosphère, les modifications qu'éprouve le sol, le déficit des capitaux, la résistance ou l'inaptitude des agents, les variations des marchés, la vogue pour tel ou tel genre de produit, le discrédit qu'éprouvent subitement ceux sur lesquels on avait droit de compter, et, au milieu de toutes ces modifications, il doit avoir une intelligence assez vaste pour combiner tant d'éléments de calcul et en faire sortir de nouvelles combinaisons, et un caractère assez ferme pour maîtriser toutes les difficultés. Le parfait agriculteur est un homme rare, qui se distingue surtout par la vivacité de l'intelligence, la constance des résolutions et le don de commander aux hommes. Cette dernière qualité, la plus précieuse de toutes, parce qu'elle en révèle beaucoup d'autres, se reconnaît facilement à la confiance que l'homme inspire à ses subordonnés et à la rapidité de leur obéissance.

La tâche de l'éleveur est moins compliquée. Choisir une race d'animaux convenable à la situation, bien connaître les qualités et les défauts de celle que l'on adopte pour la maintenir à son maximum de produits, déterminer le régime le plus convenable et le plus économique, y introduire les changements nécessités par les saisons et par le prix des denrées, établir invariablement tous les détails de leur conduite et en exiger la stricte exécution, voilà quel est son rôle. Il demande un caractère calme, froid, imperturbable; mais il faut aussi que l'éleveur possède une qualité plus rare, c'est celle de bien acheter et de bien vendre, ce qui exige non-seulement une connaissance parfaite du bétail, mais encore un certain degré de finesse pour se mettre à l'abri des ruses des marchands. Nous connaissons, dans les pays à bestiaux, une foule d'éleveurs qui possèdent ces qualités au suprême degré; mais quelquefois les fonctions de nourrisseur et de marchand sont divisées dans les fermes entre deux hommes qui n'ont chacun que l'une de ces aptitudes.

L'agronome, placé à la tête d'une exploitation, qui aura la modération de reconnaître tout ce qui lui manque pour diriger convenablement l'industrie des bestiaux de rente, cherchera à se procurer un homme distingué dans cette pratique. Un bon vacher, un bon engraisseur, un bon berger peuvent décider du succès de l'exploitation, et l'on ne doit pas se laisser arrêter par des prétentions un peu élevées, si l'homme que l'on a en vue possède les qualités essentielles de son état.

Enfin nous avons choisi l'espèce d'animaux, le genre de production que nous croyons le plus avantageux; nous sommes pourvu de l'homme qui doit diriger l'entreprise; il reste à connaître le nombre de ces animaux qui doivent être joints à la ferme, d'après ses produits en fourrages. Nous savons que 100 kil. d'un herbivore vivant doivent consommer annuellement 1416 kilog. de foin normal, pour être nourris et maintenus en chair et en produits de toute espèce. Il suffira donc de faire la somme des équivalents que présentent les ré-

coltes, ou résidus de récoltes, que nous destinons à la nourriture animale, pour connaître le poids que nous pouvons restituer. Ce calcul a pour base la table suivante, dans laquelle se trouve le poids moyen du fourrage fourni par chaque production, réduit à son équivalent en foin normal.

	Foin normal dosant 1,15 p. 100 d'azote. kil.		Foin normal dosant 1,15 p. 100 d'azote. kil.
La paille d'1 hectol. de FROMENT équivaut à	45,2	La paille d'1 hectol. de POIS équivaut à	183,4
— SEIGLE —	37,0	— HARICOTS —	67,0
— ORGE —	28,3	— VESCES —	67,0
— AVOINE —	33,9	— COLZA —	91,3
— SARRASIN —	15,0	1 hectol. de graines d'AVOINE —	58,1
— MAÏS —	26,0	— de COLZA —	195,0
— FÈVES —	121,0		
Les fanes de 100 kil. de tubercules de POMMES DE TERRE équivalent à	48,0		
100 kilogrammes de tubercules de POMMES DE TERRE —	31,3		
100 kilogr. de racines et feuilles de BETTERAVES (1) —	57,4		
— racines seules —	18,2		
— racines et feuilles de CAROTTES —	52,0		
Les feuilles d'automne de MURIER donnant 100 k. de cocons —	212,0		
Le MARC DU RAISIN produisant 1 hectolitre de vin équivaut à	26,0		
Les feuilles sèches de VIGNE — équivalent à	100,0		
Le MARC d'1 hectolitre de CIDRE équivaut à	5,0		
Le pâturage moyen d'1 hectare de JACHÈRE équivaut à	140,0		

Nous avons d'ailleurs indiqué à leurs articles spéciaux les équivalents des fourrages proprement dits.

Avant d'entreprendre le relevé des ressources qu'offrent les différentes cultures de la ferme, il faut défalquer toutes les substances que nous consacrons à la litière, et qui, quoique augmentant la masse et la valeur des engrais, ne sont pas consommées ,par les animaux. En faisant ensuite la somme de quantités restantes et la divisant par 1416, nous aurons le nombre de fois 100 kil. d'animal vivant que nous pourrons entretenir.

(1) Tous les animaux n'assimilent pas bien les feuilles ; on se fait illusion sur leur valeur, en les estimant au quart de leur poids en foin.

Si donc nous voulons connaître la quantité de bétail qui peut garnir une ferme de 20 hectares, avec jachère biennale, produisant 180 hectolitres de blé (13,650 kilog.), nous aurions pour l'équivalent en foin de la paille, $180 \times 45{,}2 = 8{,}136$ kil. de foin, qui, divisés par 1,416, nous donnent 574 kil. d'animal vivant. Ce ne serait pas la nourriture de deux chevaux, en supposant même que ces animaux pussent être entièrement nourris de paille et se passer de litière. On voit par cet exemple que cet assolement ne peut se passer de prairies extérieures. Au reste, les 10 hectares de jachère, si on ne les laboure pas avant l'hiver, donnant un équivalent de 140 kilogr. de foin par hectare, pourront nourrir, pendant les trois mois de l'hiver, 16 moutons, seul bétail de rente que comporte une telle économie.

Soit une autre ferme de 20 hectares sous l'assolement suivant : 1. pommes de terre; 2. blé; 3. trèfle; 4. blé. On y destine les fanes des pommes de terre et la moitié de la paille à la litière; 1/5 des tubercules de pommes de terre est consommé par le bétail. Quel sera le poids d'animal vivant que l'on pourra entretenir ?

180 hect. de blé produisent, pour la moitié de la paille,	4,068	kil. de foin.
30,000 kilogram. de pommes de terre consommées,	9,390	
30,000 d° de trèfle	36,500	
	49,958	

Le poids du bétail à entretenir sera $\frac{49958}{1416} = 3528$ kilogr., et, en ôtant 1000 kilogr. pour les bêtes de travail, il nous reste 2528 kilogr. pour le poids des animaux de rente. Le prix moyen des animaux non engraissés étant de 3,4 kilog. de blé, le kilogr. (0 fr. 75), les bêtes de rente représentent un capital de 8595,8 kilogr. de blé (1896 fr.) (1).

(1) Nous n'avons donné cet exemple que comme modèle de calcul ; mais si l'on remonte à ce que nous avons dit sur la quantité de fumier nécessaire à un pareil assolement, et sur celle qui serait produite dans ce

SECTION IV. — *Du cheptel mort.*

Les instruments nécessaires à l'exploitation agricole ne sont pas en proportion exacte de l'étendue et de l'intensité de l'exploitation. Il y a certains d'entre eux qui sont nécessaires pour la petite comme pour la grande exploitation et qui augmentent la proportion du capital mort de la première. Tels sont les chariots et charrettes. Certaines machines aussi ne se trouvent pas nécessairement dans toutes les exploitations; ainsi, le moulin à battre ne peut être à l'usage de celles qui n'ont pas une quantité de gerbes assez grande pour couvrir l'intérêt de sa construction; des établissements publics de battage dispensent même les domaines de moyenne grandeur de la posséder. Ensuite le système de culture adopté introduit de grandes variétés dans l'assortiment des machines et des instruments qui sont nécessaires à l'agriculture. Il est évident, par exemple, que, sous le système des pâturages, les charrues deviennent inutiles, et que, si l'on utilise le lait des animaux, il faudra posséder tout le mobilier de la laiterie. Nous ne pouvons d'avance circonscrire dans une seule formule l'importance et la nature du cheptel mort; tout ce que nous pouvons faire, c'est d'en faire entrevoir la nature et la valeur d'après quelques exemples.

Dans les fermes considérables, on trouvera un grand avantage à monter un manége qui s'adaptera à la machine à battre, au hache-paille, au coupe-racines.

Le manége coûte 600 fr. environ;

Le hache-paille, 60 fr.;

Un coupe-racines avec un disque en fonte, 100 fr.;

Une machine à battre, de Ransomes, sans manége, 2,000 fr.;

Un tarare, 80 fr.

cas, on voit que ce fumier est tout-à-fait insuffisant pour entretenir cet assolement.

Pont à bascule pour le pesage des bestiaux et des voitures, 1200 fr.

Voici maintenant l'inventaire de deux fermes, l'une n'ayant qu'une charrue et l'autre en ayant trois, et exploitant sous le système continu.

Ferme à une charrue.		*Ferme à trois charrues.*	
1 charrette à 2 colliers.	330 f. » c.	2 charrettes à 3 bêtes . .	920 f.
Petite charrette.	200 »	Petite charrette.	200
Planch., etc., des charr.	50 »	Planches et attirail. . . .	100
Cordes	32 50	Cordes.	65
Harnais.	59 »	Harnais	177
2 charrues Dombasle . .	140 »	4 charrues.	280
1 butoir.	78 »	3 butoirs. . . , ...	234
1 houe à cheval.	50 »	3 houes à cheval	158
1 scarificateur.	60 »	3 scarificateurs.	180
1 herse	45 »	3 herses	135
1 coupe-racines.	60 »	1 coupe-racines	80
2 cribles percés différem.	20 »	8 cribles	80
1 tarare.	80 »	2 tarares.	160
1 faux.	5 »	3 faux	15
Fourches et bêches. . .	15 »	Fourches et bêches. . . .	45
Draps.	28 »	Draps , ...	84
Couvertures	8 »	Couvertures	24
Batterie de cuisine , . .	50 »	Batterie de cuisine. . . .	100
Instruments divers . . .	5 »	Instruments divers	15
Romaine	36 »	Romaine.	36
	1.351 50		3,080
Ou, par charrue, 1,351 fr. 50 c.		Ou, par charrue, 1,026 fr.	

Si l'on se sert de charrettes à plusieurs chevaux, il faut toujours avoir en sus une petite charrette à un cheval pour faire les transports légers. Dans le midi de la France, on a une charrette à un cheval pour 200 fr., et celle à plusieurs chevaux en ajoutant 150 fr., par chaque cheval en plus au prix primitif de 200 fr. Les tombereaux sont fort utiles, mais on y supplée très-bien avec les charrettes, quand on

sait les manœuvrer. L'assortiment en planches et claies, qui s'ajoutent à la charrette pour le transport des fumiers et foins, coûte 50 fr. par charrette; les cordes de billage, 12 kilogr. à 2 fr. 50, ou 32 fr. 50 par charrette. Quand on a plusieurs charrettes, il faut en avoir une de rechange, pour ne point interrompre les opérations, en cas d'accident. Il faut se procurer au moins une brouette pour 10 têtes de bétail, tout le bétail étant réduit au poids de 200 kil. par tête.

Les harnais des mules et des chevaux sont ainsi composés :

1 Collier	30 fr.
Trait avec fourreau en cuir.	10
Caparaçon	3
Harnais de labour	14
	57

Les jougs pour les bœufs, avec les courroies, coûtent 12 fr.

Il faut avoir deux socs de rechange par charrue; un butoir pour 10 hectares de plantes à buter; un scarificateur armé d'autant de socs qu'il y a de charrues, à 10 fr. par soc de scarificateur.

Les pieds de rechange en fonte pour le scarificateur et l'extirpateur coûtent 1 fr. 60 c. le kilogramme ;

Un rouleau de bois, 30 fr.;

Un avant-trois de charrue, 60 fr.

En un mot, pour ce système nous croyons devoir compter 1,500 fr. de cheptel mort pour une charrue, et seulement 1,200 fr. quand il y a au moins trois charrues.

Le détail des instruments de laiterie doit être renvoyé au traité de zootechnie.

SECTION V. — *Récapitulation du capital de cheptel.*

Si nous reprenons nos hypothèses de deux fermes, l'une à une charrue et l'autre à trois, nous trouverons pour chacune d'elles les capitaux de cheptel suivants :

Ferme de 1 charrue.		*Ferme de 3 charrues.*	
2 chevaux.	1,136 f. » c.	6 chevaux.	3,408 f. » c.
Approvisionnement de fourrages d'un an : 2,832 kil. de foin, à 6 fr. les 100 kilogr.	169 92	Approvisionnement de fourrages. . . .	509 76
2,528 kil. de bêtes de rente.	1,896 »	7,584 kilog. de bêtes de rente.	5,688 »
Approvisionnement d'un an : 47,126 kil. de foin, à 4 fr. les 100 kilog.	2,027 04	Approvisionnement .	6,081 12
Cheptel mort.	1,500 »	Cheptel mort.	3,600 »
	6,728 96		19,286 88
		ou, par charrue,	6,428 fr. 96 c.

Si, comme dans beaucoup d'exploitations du midi, cultivant avec jachère alterne, on n'a que 16 moutons par charrue, sans presque aucun approvisionnement, le capital se réduit à :

Ferme de 1 charrue.		*Ferme de 3 charrues.*	
2 chevaux ou mulets. .	1,136 f. » c.	6 chevaux.	3,408 f. » c.
Approvisionnements. .	169 92	Fourrages	509 76
16 moutons à 15 fr. .	240 »	48 moutons	720 »
Cheptel mort.	1,500 »	Cheptel mort.	3,600 »
	3,045 92		8,23776
		ou, par charrue,	2,745 fr. 92 c.

CHAPITRE VI.

Du Capital circulant, ou fonds de roulement.

Le fonds de roulement, destiné à solder toutes les dépenses qui se renouvellent chaque année et doivent être

complètement couvertes par les récoltes, a pour objet de pourvoir : 1° au salaire des agents qui dirigent l'entreprise et ses différentes branches; 2° à l'entretien des forces humaines destinées à l'exploitation du domaine; 3° à l'entretien des forces animales; 4° à celui des forces supplémentaires accidentelles; 5° à l'entretien des machines; 6° à la fourniture des semences et plants; 7° à l'entretien de la fertilité de la terre; 8° au paiement de l'intérêt et de l'assurance du capital foncier (rente), et du capital de cheptel.

SECTION I. — *Salaire de l'intelligence directrice.*

Les services de l'intelligence ne sont pas payés dans la mesure de la capacité de l'homme qui les rend, mais dans celle de l'utilité dont ils sont la source dans la position où il est placé. Le directeur d'une culture qui ne pourrait produire que 100 dans son plus grand développement, ne pourrait prétendre au même salaire que si elle produisait 1000. C'est à l'homme de talent de chercher et de se procurer la place qui correspond à son mérite.

Nous avons essayé de nous rendre compte de ce que coûtait la direction de l'agriculture dans les différents pays, et nous avons trouvé que les salaires s'élevaient ou s'abaissaient selon que l'intelligence humaine y trouvait plus ou moins d'application. En France, par exemple, les emplois qu'obtiennent les hommes qui ont fait de fortes études, à partir de l'ingénieur en chef jusqu'au conducteur des ponts-et-chaussées, ont des salaires gradués de 6,000 à 1,200 fr., et servent de module pour régler tous les emplois similaires. Entrant plus avant dans l'examen des situations agricoles, nous avons reconnu assez souvent que le traitement du directeur de culture s'élevait à 8/100 du capital circulant employé dans les domaines, capital qui indique mieux que toute autre chose l'importance des travaux qui s'y font. Dès que le capital descend au-dessous de 14,000 fr., le directeur

de culture participe aux travaux manuels; ce n'est plus au conducteur des ponts-et-chaussées, mais au piqueur qu'il est assimilé. Son salaire est alors mixte, et l'on en trouve généralement le taux en ajoutant au salaire ordinaire d'un valet de ferme 3/100 du capital circulant. Ainsi, le valet de ferme recevant (nourriture comprise) 500 fr., le *maître-valet* d'un domaine qui emploie 10,000 fr. de fonds de roulement recevra 500 fr. $+ \frac{3 \times 10000}{100} = 800$ fr.

Quelquefois on cherche à intéresser l'agent à la bonne réussite de la culture en lui donnant une part dans les produits nets ; quelquefois aussi cette part est ajoutée à un salaire fixe, ou bien on lui assure un *minimum* qui le garantit des éventualités d'une mauvaise récolte, en le laissant sans inquiétude sur ses moyens d'existence. Tous ces modes de paiement ont leurs avantages et leurs inconvénients.

La régie intéressée excite puissamment l'activité du régisseur, mais c'est souvent au détriment du domaine. Dans la crainte de perdre un jour une position dont rien ne lui garantit la durée, le régisseur songe à faire produire de forts revenus actuels, aux dépens de la fertilité future des champs; il prend pour guide le *livre d'or du fermier*, et il faut l'œil vigilant du maître pour l'arrêter dans cette voie. Celui-ci est donc obligé à une lutte incessante qui lui enlève le repos d'esprit qu'il avait cru se donner en transmettant son autorité à un autre. Si le régisseur n'est pas honnête et qu'il tienne la comptabilité, on est exposé à des fraudes considérables. Il est si facile de faire apparaître des bénéfices en dissimulant la valeur des engrais, en élevant le prix des denrées récoltées et encore en magasin, en exagérant même la quantité des récoltes, car le propriétaire ne peut être présent au pesage des racines, des fourrages, à l'engrangement des gerbes, aux essais de battage pour déterminer le rendement. Enfin, si l'agent se dispose à quitter le domaine, combien de dépenses il peut porter à *compte nouveau*. Si le comptable est distinct du régisseur, ils peuvent s'entendre

ensemble, et si le premier est un homme de confiance, la guerre intestine est déclarée. Le régisseur prétendra que les comptes sont tenus contre ses intérêts; il élèvera une discussion sur chaque article. L'expérience nous a démontré qne la régie intéressée n'est possible qu'avec des régisseurs d'une moralité tellement éprouvée, tellement à l'abri des illusions que l'intérêt suggère quelquefois à la conscience la plus honnête, que rien n'est plus rare que d'en rencontrer de pareils. Nous préférerions donc un salaire fixe, en nous réservant de donner des gratifications proportionnées aux travaux et aux succès extraordinaires, mais sans aucun rapport avec les produits eux-mêmes.

Dans les grands domaines, les fonctions principales de la direction sont réparties entre plusieurs agents, et le régisseur ne garde que la haute surveillance. On peut y trouver de plus : 1° un agent comptable, qui se paie sur le pied du teneur de livres de la contrée; 2° un directeur des cultures : le valet de ferme qui a cette importance reçoit un salaire plus élevé que les valets ordinaires, dans la proportion de 10 : 12 ou 10 : 13. Il dirige tout ce qui tient au mouvement des bêtes de travail, des instruments agricoles, et distribue le travail des champs entre les ouvriers de la ferme; 3° le directeur des étables, vacher ou berger en chef : son salaire est dans le même rapport avec celui des bergers ordinaires; 4° un agent de ventes et d'achats.

Ce dernier agent remplit les deux fonctions les plus délicates de l'entreprise; il doit réunir des qualités spéciales que l'on rencontre rarement à un degré éminent : de la finesse pour éviter les piéges, et de la bonne foi qui lui attire la confiance des personnes avec lesquelles il a à traiter; de l'activité pour rechercher et poursuivre un marché; de la résolution pour trancher les difficultés, et, cependant, de la patience pour surmonter les mille hésitations des contractants; de la facilité pour accorder tout ce qui est possible et arriver aux limites que l'on s'est prescrites, et,

cependant, assez de réserve pour ne pas encourager les prétentions des parties, qui s'augmentent avec nos concessions; enfin, une connaissance parfaite des marchandises à vendre ou à acheter. Cette charge exige une fréquentation assidue du marché, pour bien connaître les cours et se familiariser avec eux; mais elle ne réclame pas une grande force physique, et ce talent est souvent celui d'hommes faibles de corps, que l'on rejette sans avoir cherché à apprécier leurs qualités morales et intellectuelles. Il est utile, mais il n'est nullement indispensable qu'ils sachent lire et écrire. Un tel agent peut décider du sort d'une exploitation. Nous avons eu un entrepreneur d'engraissement de moutons, genre d'industrie qui roule sur des achats et des ventes continuelles, qui nous donnait des bénéfices considérables, parce qu'il était pourvu des qualités désirables, et cette entreprise ne nous donna plus que des pertes quand il fut remplacé par un autre qui en manquait. Au reste, quelle que soit la confiance que l'on ait en un tel agent, il faut une grande surveillance sur ses opérations, s'informer des noms des acheteurs et des vendeurs, et, quand on les rencontre, s'entretenir avec eux des marchés qu'ils ont faits, pour confronter leurs rapports avec ceux de notre agent; il faut se défier du retour trop fréquent des mêmes contractants, avec lesquels il peut être d'intelligence; enfin, il faut savoir précisément les prix obtenus par nos voisins, et les comparer avec ceux que nous recevons ou que nous payons pour nos propres ventes ou achats.

Le traitement de cet agent doit être assez convenable pour qu'il tienne à sa position et craigne de la perdre. Quand on se livre à la spéculation et qu'on fait des marchés fréquents, on peut lui accorder une part sur les profits; il n'y a pas ici l'inconvénient que nous avons trouvé pour le régisseur de l'exploitation. Il doit marcher après lui, et de pair avec le comptable; il peut être chargé, dans les intervalles de ses courses, de quelques détails manuels appropriés à ses forces,

comme celui de garde-magasin, etc.; mais jamais il ne doit cumuler ses fonctions avec celles du comptable, qui tient le contrôle de ses opérations.

Il y a en 5e lieu les simples valets de ferme, qui doivent joindre à la force, à l'adresse, à la santé nécessaires pour remplir leurs fonctions, la douceur envers les animaux, l'obéissance et le respect envers leurs supérieurs. Nous avons dit que leur salaire devait s'élever un peu au-dessus de celui des simples manouvriers. Dans la situation moyenne de la France, leur salaire en argent est d'environ 150 à 160 journées moyennes de manouvrier; ils reçoivent en outre la nourriture.

Il arrive tous les jours que les valets de ferme quittent leur maître, soit par inconstance, soit par l'appât d'un plus grand gain, et les laissent dans l'embarras au moment des ouvrages les plus pressés. Aucune loi positive ne règle ni les cas où le valet est passible de dommages-intérêts, ni ceux où il quitte légitimement son maître, ni enfin la partie de ses gages qui lui est due selon l'époque de l'année où il renonce à son service. Le propriétaire et le juge sont également embarrassés, l'un pour se défendre contre des prétentions exagérées, l'autre pour prononcer avec justice.

Dans le territoire de la ville d'Arles, exposé plus qu'un autre à ces désertions, par son isolement et par la faiblesse de sa population, qui oblige à emprunter des bras étrangers, la nécessité d'un règlement avait été plus vivement sentie; aussi, dès 1676, l'autorité municipale de cette ville en avait substitué un aux coutumes non écrites, et l'approbation du Parlement lui avait donné la sanction légale. En voici les principales dispositions :

Un valet qui quitte son maître sans cause légitime perd ses gages et lui doit une indemnité proportionnée au dommage que lui fait sa désertion;

Le nouveau maître chez lequel entre le valet déserteur devient séquestre de ses gages, qui doivent répondre de l'in-

demnité qui sera accordée au maître déserté ; il en est averti par la signification d'un acte.

Si le valet quitte la ferme pour cause légitime avant la fin de son terme, le maître est tenu de lui payer ses gages selon le tarif ci-après :

Pour le mois de	Partie proportionnelle des gages sur 1,000.	ou en fraction de la valeur des gages.
Janvier.	0	0
Février. . . . . ,	25	$\frac{1}{40}$
Mars	50	$\frac{1}{20}$
Avril	100	$\frac{1}{10}$
Mai.	125	$\frac{1}{8}$
Juin.	150	$\frac{3}{20}$
Juillet.	150	$\frac{3}{20}$
Août	125	$\frac{1}{8}$
Septembre	100	$\frac{1}{8}$
Octobre.	100	$\frac{1}{8}$
Novembre.	75	$\frac{3}{40}$
Décembre.	0	0
	1,000	1

Ainsi, en supposant un valet aux gages de 100 fr. par an, qui, loué le 1er novembre, soit obligé, pour cause de maladie, de quitter son maître le 31 mai, il lui sera dû :

Pour novembre. . . .	7 fr.	50 c.
décembre.	»	»
janvier.	»	»
février.	2	50
mars.	5	»
avril, ...	10	»
mai.	12	50
	37	50

Le travail est presque nul en hiver, dans les localités pour lesquelles a été fait ce tableau ; la nourriture de l'ouvrier en

représente la valeur, et au-delà. Le valet n'aurait fait, en réalité, pendant ces sept mois, qu'à peu près le tiers du travail total de l'année. Si les juges fixaient son salaire proportionnellement au temps écoulé, ils feraient une véritable injustice au maître. Mais si, entré en avril, le valet était obligé de se retirer au 31 octobre, il lui serait dû :

Pour avril.	10 fr.	» c.
mai	12	50
juin	15	»
juillet	15	»
août.	12	50
septembre.	10	»
octobre	10	»
	85	»

Le paiement fait en proportion du temps tournerait contre lui, puisque, pendant ces sept mois, il aurait exécuté réellement les 85/100 du travail de l'année. De pareils règlements seraient très-utiles et mettraient un frein au vagabondage des hommes qui, après s'être fait nourrir l'hiver dans les fermes, vont chercher de forts salaires pendant les mois où les ouvriers sont le plus recherchés (1).

6° La femme de ménage est une personne très-essentielle dans l'exploitation, et a la plus grande influence sur le succès de l'entreprise ; car son humeur et la manière dont elle conduit le ménage attirent ou dégoûtent les agents et les ouvriers. On n'est point toujours libre de la choisir, parce qu'on ne peut refuser la femme du chef de culture ou du régisseur, et on ne saurait croire les désagréments qui résultent de cette obligation, quand cette femme est maussade, quinteuse, sale, parcimonieuse. Si l'on peut choisir, il faut faire en sorte de trouver une ménagère propre, active, ran-

(1) *Annales de l'Agriculture française*, septembre 1830. *Mémoire* de M. de Gasparin.

gée, et assez bonne cuisinière pour que les mets simples qu'elle apprête plaisent aux habitués de la ferme. Un tel appât attire à la ronde l'élite des ouvriers sur votre domaine, comme un pigeonnier propre, un peu de sel, un peu de gravier attirent les pigeons de vos voisins. Dans le Midi, le salaire de la femme de ménage n'est pas élevé (100 fr. environ); mais on contracte avec elle un forfait moyennant lequel elle se charge de la nourriture des hommes de la ferme, et c'est sur le bénéfice qu'elle y fait que se complètent ses gages. Quand cette circonstance n'a pas lieu, et qu'elle est obligée de rendre compte de tout, elle reçoit pour paiement les 2/3 des gages d'un valet de ferme.

7° Les servantes reçoivent la moitié des gages d'un valet, dans les pays les plus avancés, et beaucoup moins dans ceux où l'industrie n'a pas pénétré.

SECTION II. — *Nourriture des hommes.*

Quand on analyse les régimes nutritifs si variés qui servent à soutenir l'existence de l'homme, on reconnaît qu'ils présentent tous un certain nombre de substances fondamentales : 1° des principes quaternaires (azotés); 2° des principes ternaires; 3° des graisses; 4° des sels; 5° de la cellulose ou ligneux, qui n'est que le squelette qui retient les autres substances et leur donne leur forme, mais qui ne sert pas à la nutrition et est entièrement évacué avec les excréments ou *fèces;* 6° de l'eau.

Les principes quaternaires sont : la fibrine, qui se trouve dans la chair musculaire des animaux; la caséine, dans le lait; la glutine, dans les graines céréales et autres; la légumine, dans les graines légumineuses; enfin l'albumine, qui accompagne ordinairement les autres substances.

Les principes ternaires sont l'amidon ou fécule, le sucre, le glucose, la gomme, l'alcool.

Les graisses et les huiles, avec une composition ternaire,

se distinguent par une plus grande abondance relative de carbone.

Les sels sont principalement du chlorure de sodium, des sulfates, des phosphates.

Point d'alimentation complète sans la réunion de ces quatre ordres de principes immédiats, qui se résument définitivement en azote, carbone, hydrogène et oxygène, et en chlore, en soufre, en phosphore, en chaux, en magnésie, en soude et en potasse, en fer, etc. La dose *minimum* de chacune de ces substances n'a pu être encore complétement déterminée, mais on a pu le faire pour quelques-unes d'elles. Nous n'entrerons pas ici dans le détail de leurs usages dans la nutrition, et nous nous bornerons à dire ce qui importe à notre sujet.

1° Des observations rigoureuses faites dans les couvents et les prisons, où la nourriture était réduite à son minimum, et différentes expériences directes nous montrent que la simple ration d'entretien, celle qui maintient l'homme dans son poids primitif, son accroissement, et sans qu'il fasse de mouvement, renferme 20 grammes d'azote environ pour 100 kilogr. de son poids;

2° Dans l'état tranquille, la ration d'entretien de l'homme doit contenir 422 grammes de carbone pour 100 de son poids;

3° L'hydrogène et l'oxygène se trouvent toujours fournis en quantité suffisante, soit dans les aliments, soit dans les boissons. On peut en dire autant des autres éléments, le soufre, le phosphore, la chaux, la magnésie, qui font partie des différents végétaux et des matières animales qui entrent dans le régime;

4° Il n'en est pas de même du chlorure de sodium (sel marin), qui paraît devoir être fourni en supplément pour maintenir l'homme en bon état de santé. La proportion paraît devoir être de 15 par jour pour les hommes du poids de 62 kilogr., ou de près de 17 grammes pour 100 de leur

poids. Dans ce chiffre entre la totalité du sel contenu dans le pain et les apprêts (1).

Ainsi, la ration d'entretien d'un homme du poids de 62,541 kil. (poids moyen des Français de l'âge de 20 à 60 ans) devrait renfermer les principes suivants :

Azote	12,51 gr.
Carbone.	264,00

L'azote serait fourni par la viande, le lait, les céréales, les graines légumineuses ;

Le carbone, une partie par la fécule, une autre partie par les graisses ou l'alcool.

Mais l'homme en action, l'enfant qui grandit, ne peuvent se contenter d'une telle ration ; il faut qu'il reçoivent en sus les principes qui se dépensent dans la production du travail ou de l'accroissement. Voici ce que nous apprend l'observation.

Un homme employé à piocher une terre ordinaire, de ténacité moyenne (50 millièmes à la bêche dynamométrique), doit recevoir, en sus de sa ration d'entretien, 2,50 gr. d'azote et 9 gr. de carbone par mètre cube. L'homme moyen détache environ 5 mètres cubes dans sa journée ; ce qui lui donnerait une augmentation de 12,50 gr. d'azote et 45 gr. de carbone.

La même augmentation de 2,50 gr. d'azote et 9 grammes de carbone est nécessaire :

Pour charger sur la brouette au jet de pelle 3,6 mètres cubes de déblai (l'homme charge 18 mètres cubes par jour) ;

Pour transporter à la brouette, à 30 mètres de distance, avec retour à vide, 3 mètres cubes de terre (l'homme transporte ainsi 15 mètres cubes de terre) ;

Pour battre au fléau et égrener 0,48 hect. de blé (l'homme bat 2,40 hectol. par jour) ;

(1) Le pain de munition contient 5 grammes de sel par kilogramme.

Pour bêcher à la profondeur de 0m,28, 52 mètres carrés de terre moyenne (l'homme bêche 160 mètres carrés par jour);

Pour faucher 840 mètres carrés de pré bien garni (l'homme fauche 4,200 mètres carrés par jour).

Pour élever 40 kilogrammes à la hauteur de 100 mètres;

Pour porter à la hotte 0,180 mètre cube à 100 mètres de distance, en plaine;

Pour parcourir, sans charge, 5,850 mètres (29,250 mètres à la journée);

Dans tous ces cas, le régime de l'homme devra lui fournir :

	Ration d'entretien.	Ration de travail.	Total.
Azote.	12,51 gr.	12,50 gr,	25,01 gr.
Carbone. . . .	264,00	45,00	309,00

Mais ces éléments ne sont pas à nu, ils sont combinés dans les divers aliments en différentes proportions, mêlés en plus ou moins grande dose avec des substances qui ne se digèrent pas. L'homme, chez lequel un long repos du corps et le travail de l'esprit rendent les organes digestifs paresseux, souffrirait en mangeant des substances où les parties nutritives seraient fortement agrégées avec les parties non nutritives; son estomac ne pourrait en faire le départ, ce qui est facile à l'homme laborieux, actif. Celui-ci digère sans difficulté le pain mêlé de son, les légumes à enveloppes épaisses, les racines dont la substance est un réseau de cellulose. Il s'en nourrit complétement, tandis que ces aliments ne produiraient qu'une digestion pénible sur l'estomac débilité qui n'y est pas accoutumé.

Or, plus les principes nutritifs sont concentrés dans un petit volume et se dissolvent facilement sans causer de gêne à l'estomac, et plus les substances alimentaires qui les contiennent coûtent cher. L'instinct et l'expérience ont établi d'avance le prix relatif de chaque aliment, d'après les sensa-

tions qu'ils fournissent, et qui les font rechercher plus ou moins, et aussi d'après la facilité de les produire ou de se les procurer. Ainsi, pour composer un régime à-la-fois suffisant, acceptable et économique, il faut connaître : 1° la composition des aliments; 2° leur prix. Dans la table ci-après, on remarquera sans peine que le carbone est presque toujours en excès, et qu'en cherchant à satisfaire le besoin de substance azotées on arrive presque toujours à surpasser les besoins en carbone. Celui-ci, après avoir fourni tout ce qui est nécessaire aux besoins de la respiration, s'écoule presque entièrement par les excréments; mais il paraît que, sous deux formes différentes, sous celle de matière graisseuse et sous celle de matière alcoolique, il remplit deux indications importantes dans le régime alimentaire, et qu'il ne faut pas négliger d'y pourvoir.

1° les matières grasses paraissent augmenter d'utilité en allant du Sud au Nord. Les Arabes n'en consomment que la petite quantité qui est unie aux céréales ou aux fruits, tels que dans les dattes, tandis que les Esquimaux engloutissent une quantité considérable d'huile de poisson et de graisse. Sur le continent européen, les paysans provençaux consomment en totalité par an 11 à 12 kilog. de matière grasse; en Allemagne, ils en consomment 29 kilog. Il semblerait que l'augmentation de ces substances dans l'alimentation doive être de 4,2 kilog. pour chaque degré dont la température moyenne de chaque contrée décroît en marchant vers le nord, la température moyenne de 25 degrés centigrades étant prise pour zéro des matières grasses.

2° Dans tous les climats, l'homme use plus ou moins régulièrement d'une certaine quantité de boisson fermentée, qui paraît exercer une influence favorable sur ses organes digestifs quand elle est prise dans de justes limites. Cette dose salutaire et journalière ne paraît pas s'élever au-dessus de celle qui contient 1/15e de litre d'alcool pour les hommes faits.

TABLEAU

des principales substances alimentaires à l'état normal,

c'est-à-dire telles qu'on les trouve ordinairement dans le commerce.

Noms des substances.	Azote	Carbone	Hydrogène	Carbone et hydrogène × 3 (1)	Graisse (2).	Eau et matières non alibiles p. 100.	Prix d'un kilogr. fr.
	pour 100 de substance.						
1. Viande (avec os).....	2,42	10,02	1,36	14,20	»	82,44	1,200
2. OEufs (avec la coque).....	1,99	12,63	1,76	17,91	36,73	79,95	0,830
3. Fromage de Gruyère.....	5,09	38,57	5,36	54,45	44,74	41,64	1,200
4. Fromage de Bric.....	2,23	27,46	3,95	39,31	5,56	59,55	»
5. Lait de vaches.....	0,57	6,93	1,02	10,02	20,00	87,98	0,150
6. Haricots.....	3,80	37,84	5,11	55,17	3,85	20,58	0,250
7. Fêves.....	4,83	39,90	5,41	56,13	2,36	15,49	0,102
8. Lentilles.....	3,87	39,97	5,39	56,14	2,94	15,00	0,362
9. Pois.....	3,53	40,78	5,50	57,28	2,28	12,64	0,294
10. Blé dur du Midi.....	2,91	40,08	5,34	56,10	1,50	15,02	0,270
11. Blé tendre de Bechelbronn...	1,95	39,87	5,44	56,19	2,59	13,66	0,220
12. Farine de Bechelbronn.....	1,83	40,01	5,57	56,72	2,13	13,39	»
13. Farine des boulangers de Paris	1,63	40,22	5,62	57,08	2,28	12,50	0,300
14. Farine de seig. (Boussingault).	1,36	36,33	5,20	51,93	3,57	18,66	0,223
15. Pain de Paris, dit de 2 kilog..	1,25	26,42	3,67	37,43	1,73	42,64	0,250
16. Pain de munition.....	1,22	26,56	3,69	37,63	1,80	42,25	0,250
17. Orge (grain).....	1,50	39,61	5,51	56,14	2,19	13,00	0,130
18. Maïs (farine).....	1,54	42,94	5,88	60,58	9,00	12,00	0,170
19. Sarrasin (grain).....	2,10	40,84	5,40	57,04	2,29	12,50	0,085
20. Riz décortiqué.....	1,05	40,29	5,46	56,67	0,83	12,00	0,400
21. Châtaig. sèches, dites blanch.	0,76	40,93	5,29	56,80	5,77	13,20	0,084
22. Pommes de terre.....	0,36	10,92	1,48	15,36	0,41	74,60	0,027
23. Carottes	0,30	5,49	0,77	7,80	0,43	88,30	»
24. Pruneaux secs.....	0,75	27,91	5,17	43,42	»	26,30	0,500
25. Figues sèches.....	0,92	34,33	5,06	49,51	»	24,87	0,300
26. Figues fraîches.....	0,41	15,47	2,28	22,30	»	66,15	»
27. Lard.....	1,18	61,14	8,94	87,96	71,00	20,00	1,400
28. Beurre du commerce.....	0,64	66,98	9,88	90,62	82,00	14,00	1,750
29. Huile.....	»	77,40	12,50	111,90	»	»	0,888
30. Alcool.....	»	52,65	12,89	88,32	»	»	0,500
31. Café.....	2,50	56,00	5,60	72,80	10,00	»	1,850

Quand on combine ces différents aliments de manière à en composer un régime qui remplisse les indications que nous avons formulées plus haut, on s'aperçoit bientôt que le

(1) Dans la combustion pulmonaire, 1 partie d'hydrogène brûle autant d'oxygène que 3 parties de carbone.

(2) La graisse ne doit pas compter dans le total des 100 parties de la substance, ses éléments étant déjà compris dans les autres colonnes.

carbone est surabondant, à moins que ce régime ne se compose entièrement de viande ou de fromage, et qu'ainsi c'est à la dose de l'azote que renferment les substances nutritives qu'il faut surtout s'attacher; on reconnaît qu'en fournisant l'azote en suffisance le carbone sera toujours en excès. C'est donc le prix de l'azote, dans chaque aliment, qu'il faut considérer pour composer un régime à-la-fois substantiel et économique. La table suivante présente, dans l'ordre de la valeur descendante, le prix du gramme d'azote et celui de 25 grammes de la même substance, ce dernier poids étant l'unité alimentaire de nos hommes moyens.

PRIX DE L'AZOTE.

	1 gramme.	25 gram. ou ration complète.
1. Pruneau	0f685	1f712
2. OEufs.	0,417	1,042
3. Viande	0,413	1,032
4. Riz.	0,381	0,952
5. Figues sèches.	0,326	0,815
6. Lait de vache.	0,263	0,654
7. Fromage de Gruyère.	0,236	0,590
8. Pain de 2 kil..	0,200	0,500
9. Pain de munition . . .	0,188	0,470
10. Farine de Paris. . . .	0,184	0,460
11. Farine de seigle. . . .	0,164	0,410
12. Farine de maïs	0,110	0,275
13. Châtaignes sèches. . .	0,109	0,275
14. Lentilles.	0,093	0,242
15. Farine de blé dur. . .	0,093	0,242
16. Châtaignes fraîches . .	0,092	0,242
17. Orge	0,086	0,215
18. Pois.	0,082	0,205
19. Pommes de terre . . .	0,074	0,185
20. Haricots.	0,059	0,148
21. Sarrasin.	0,040	0,100
22. Fèverolles	0,021	0,050

Les prix des denrées éprouvent des variations qui doivent aussi influer sur les combinaisons économiques du régime.

Il ne serait pas difficile maintenant de composer autant

de formules de régime que l'on a fait de formules d'assolement *à priori;* mais on n'est pas toujours le maître de régler à sa volonté l'ordinaire des agents agricoles. Les habitudes, le goût, ont une grande part dans ce choix, et il serait aussi difficile de soumettre les Picards ou les Provençaux au sarrasin, comme base de nourriture, que de le supprimer dans le régime alimentaire des Bretons.

C'est avec une grande prudence qu'il faut opérer les modifications que l'on regarde comme avantageuses, et, quand on les opère, on doit avoir soin de respecter les parties essentielles du régime, celles qui se sont identifiées avec les mœurs du pays. Il faut de graves circonstances pour renverser et changer ces habitudes. Ainsi, la maladie des pommes de terre amène aujourd'hui une assez grande extension de la culture du maïs dans l'Est de la France. Qui pourrait dire par quels événements ce même maïs, introduit si tard en Europe, est devenu la nourriture principale des Lombards? Qui pourrait dire à quelle époque le sarrasin a été adopté dans la Bretagne?

Quoi qu'il en soit, il est curieux de voir comment ce problème de l'alimentation a été résolu dans les différents pays. Nous allons en donner quelques exemples pris dans la pratique; ils montreront la grande influence que peut avoir le choix des substances alimentaires sur l'état économique des nations, sur le taux des salaires, et, par conséquent, sur le prix de revient des produits agricoles. On y verra à quels prix différents l'homme peut-être également nourri et maintenu en bonne santé, selon qu'il a adopté tel ou tel mode d'alimentation.

1. Soldats français.

k.		Azote. gr.	Carbone et hydrogène. gr.	Graisse. gr.	Prix. fr.
0,750	pain de munition	9,15	282	13,56	0,172
0,516	pain blanc	6,45	193	8,27	0,129
0,125	viande	3,02	18	20,23	0,150
0,150	haricots	5,70	80	5,74	0,037
0,500	pommes de terre. . . ,	1,80	77	2,05	0,013
2,041		26,12	650	49,85	0,501

2. Anglais travaillant au chemin de fer de Rouen.

k.		Azote.	Carbone et hydrogène.		Prix.
		gr.	gr.	gr.	fr.
0,660	viande	15,97	93	106,85	0,792
0,750	pain blanc	9,37	280	12,97	0,187
1,000	pommes de terre . . . ,	3,60	153	0,41	0,027
	porter contenant alcool $\frac{1}{4}$ de litre.	»	52	»	0,050
2,410		28,94	578	120,23	1,056

3. Ouvriers de marine (*budget de la marine de* 1848, *annexes*, 2e *vol.*, *page* 242).

		gr.	gr.	gr.	fr.
0,750	pain de munition . , . .	9,15	282	13,56	0,172
0,250	viande	6,04	36	40,46	0,300
0,090	fromage de Hollande. .	3,71	48	45,00	0,108
0,120	légumes secs (haricots).	4,56	64	14,59	0,030
0,060	riz	0,72	34	1,49	0,024
1,270		24,18	464	115,10	0,634

4. Fermes du territoire d'Arles (Camargue).

Nourriture de l'année.

555	pain.	6760	207736	9601	138,75
60	viande (estimation de la valeur de la pitance) .	1452	8520	9714	72,00
	Légumes du jardin estimés à				
180	pommes de terre.	648	2765	738	4,86
10	huile d'olive.	»	11190	10000	8,88
600	vin.	»	33696	»	36,00
		8860	263907	30053	260,49
	Par jour. . . .	24,3	723	82,3	0,71

5. Fermes de Vaucluse.

Nourriture de l'année.

k.		Azote. gr.	Carbone et hydrogène × 3. gr.	Graisse. gr.	Valeur. fr
319	pain.	4891	120039	5742	70,37
90	pommes de terre.	324	13824	369	2,43
88	légumes secs (haricots). .	3344	46789	3370	22,00
19	lard.	224	17812	»	»
10	huile.	»	11190	10000	8,88
123	litres de vin.	»	6900	»	7.38
		8783	215554	19481	111,06
	Par jour. . .	24,07	591	53,3	0,304

6. Ouvriers de l'agriculture a Valleyres sous Lanie (Suisse, canton de Vaud).

286,0	pain.	3489	107621	5148	65,78
364,0	pommes de terre. . . .	1310	55910	1492	9,83
41,6	légum. verts estim. sur le pied des pomm. de terre	150	6389	171	1,12
13,0	légumes secs (lentilles).	503	7298	382	4,70
13,0	fruits secs.	95	»	»	3,90
57,2	viande.	1384	8122	9260	68,64
28,6	fromage maigre	1456	4599	6292	23,08
10,4	beurre.	66	9424	8528	18,20
6,2	café.	155	451	620	11,47
229,5	lait.	1308	22995	45900	34,42
121,5	vin (7,26 kil. alcool)	»	11623	»	6,58
108,0	cidre (5,90 kil. alcool)				
		9916	234432	77793	247,72
	Par jour. . .	27,2	642	213	0,679

7. Ouvriers du Nord (*Maison Rustique du XIX^e^ siècle, t, IV. p*, 400).

Nourriture annuelle.

320	farine de seigle	4352	165176	11424	71,36
30	farine de froment	489	17124	684	9,00
50	farine d'orge.	700	28000	1000	9,00
31,6	pois	1131	18100	720	9.29
480	pommes de terre.	1728	73728	1968	12,96
20	viande de bœuf.	484	2840	3238	24,00
10	lard	118	8796	7100	14,00
160	lait.	912	16032	32000	24,00
20	beurre.	128	18124	16400	35,00
365	bierre (7,30 kil. alcool).	»	6447	»	3,65
		10042	354367	74534	212,26
	Par jour. . .	27,4	971	204	0,584

8. Corrèze.

k.		Azote. gr.	Carbone et hydrogène × 3. gr.	Graisse. gr.	Valeur. fr.
219	froment, méteil, seigle. .	3504	124830	5672	58,18
369	pommes de terre.	1328	56678	1512	9,96
248	châtaignes sèches	1845	145824	14369	20,83
12	viande.	290	1704	1942	14,40
10	lard.	118	8796	7100	14,00
120	laitage.	284	12064	24000	18,00
		17369	349896	54595	135,37
	Par jour. .	20,2	949	149	0,371

9. Lombardie.

Pour un jour.

1,52	farine de maïs	23,41	920,81	136,8	9,129
0,03	fromage.	1,52	16,32	13,4	0,036
(Plus de la piquette pr boisson.)		24,93	937,13	150,2	0,165

10. Irlande.

6,348	pommes de terre (1). .	22,85	975,05	26,03	0,171
0,5	lait.	0,28	5,01	10,00	0,075
		23,13	980,06	36,03	0,246

L'azote de ces différents régimes s'étend de 20 à 29 gramm., selon la taille, le poids des hommes et le travail qu'on exige. Les matières combustibles, le carbone et l'hydrogène sont extrêmement variables, et excèdent généralement beaucoup la quantité rigoureusement nécessaire. Les matières grasses varient aussi beaucoup, et, quant au prix, on le voit du maximum de 1 fr. descendre au minimum de 25 centimes.

Le volume des aliments absorbés par les Irlandais est énorme, et bien supérieur à ce qui est nécessaire pour lester le corps, poids qui ne paraît pas devoir dépasser 1 kil. 75. Nous voyons en effet que leur repas se compose principalement de 6 1/3 kil. de pommes de terre. Quand, en 1847, on y substitua la farine de maïs, les Irlandais se plaignaient

(1) V. *la Crise Irland. Revue Britannique*, janv. 1848, p. 77, note.

d'une sensation désagréable qui provenait de ce que leur estomac n'était pas distendu par cet aliment comme par la pomme de terre ; mais ils finirent par le préférer, et par reconnaître qu'il les rendait plus forts, plus capables de se livrer à un travail soutenu (1).

En général, dans la composition du régime, il faut, autant que possible, en varier les éléments. Il serait sans doute très-facile de trouver, comme en Irlande et en Lombardie, une alimentation simple et à peu de frais. Dans les temps anciens les galériens étaient nourris de fèves, et l'on peut voir qu'avec cette substance les 25 gr. d'azote ne revenaient qu'à 5 cent.; et cependant ces hommes exécutaient des travaux forcés. Nous connaissons un paysan qui se nourrit presqu'à aussi bas prix avec des fèves décortiquées ; il prend peu de pain, mais il y ajoute assez de vin pour en faciliter la digestion, et de l'huile pour les assaisonnements.

Nous ne pouvons ici que répéter le conseil de se rapprocher le plus possible des habitudes du pays, et de n'y faire que graduellement, et au gré des ouvriers, les changements qu'une bonne économie peut conseiller.

SECTION III. — *Nourriture des bêtes de travail.*

Les principes généraux de l'alimentation du bétail ne diffèrent pas de ceux que nous avons donnés pour l'homme, et ils s'appliquent à tous les mammifères. Leurs aliments sont également composés des mêmes principes quaternaires et ternaires que nous avons définis précédemment, et la dose en est également la même, en la représentant par 20 grammes d'azote et par 412 grammes de carbone par vingt-quatre heures pour 100 kilogr. du poids de l'animal et pour la ration d'entretien. Tous les fourrages contiennent de la graisse ; mais, quand on veut engraisser l'animal, on choisit ceux qui en contiennent la plus grande quantité.

Mais à cette ration d'entretien il faut ajouter celle qui

(1) *Crise Irlandaise. Revue Britannique*, janv. 1848.

représente le travail. L'expérience nous montre qu'elle doit être d'environ 0,084 gramme d'azote par tonneau mètre (1000 kilogrammètres) de force déployée. L'addition de cette dose d'azote, pour les herbivores, entraîne toujours une quantité surabondante de carbone.

Ces aliments doivent être accompagnés d'une certaine quantité de sel marin, servant de supplément à celui qui manque dans les fourrages. Certains fourrages sont tellement salés qu'ils en fournissent une dose excédante dans la ration ordinaire. Tels sont les prés que nous trouvons dans les terrains salifères du midi, dont les foins ont présenté à M. Payen 2,63 p. 100 de chlorure de sodium. Ainsi une ration de 10 kilog. donnée à un cheval contient 263 gram. de sel, tandis que le poids de l'animal, de 450 kilog. ne comporterait au maximum qu'une dose de 211 gram. Dans les pays qui avoisinent la mer, presque tous les fourrages contiennent plus ou moins de sel. Ainsi encore, à plus de 20 kilomètres de la mer, nos foins d'Orange renferment 1,26 p. 100 de sel, ce qui, pour 10 kilog. de foin sec, donne 126 gram. de sel, ce qui surpasse la dose minimum (de 109 gram.) que nous devrions administrer au cheval, et dispense de se servir de cet assaisonnement pour toute espèce d'animal.

Pour découvrir la quantité de chlorure que renferme un fourrage, il faut d'abord le faire infuser dans de l'eau distillée, garder cette eau, sécher le fourrage, le réduire en cendres, lessiver les cendres, et ajouter les eaux distillées à l'eau d'infusion. On obtient ensuite le sel cristallisé par l'évaporation; on le sèche et on le pèse.

L'expérience n'a pas encore démontré la quantité de sel qu'il serait le plus utile d'introduire dans le régime alimentaire des différents animaux; mais, dans son beau travail de statique animale, M. Barral a cru pouvoir en attendant proposer une approximation qui rentrerait dans les limites des usages que la pratique a consacrés. Elle consiste dans l'hy-

pothèse que, le goût ayant indiqué à l'homme la quantité de sel qui convient à son organisation, et celui que renferment ses organes et ceux des différents animaux étant connus, la ration de chacun d'eux doit être proportionnelle à la ration humaine et à la dose de sel organique (1). Ainsi la ration moyenne de l'homme étant de 17 gr. pour 100 kil. de son poids, et ses organes renfermant 0,2680 kil. de chlorure de sodium, si nous appelons k la quantité de sel contenue dans ceux des diverses espèces d'animaux, p le poids de cet animal, r la quantité de sel que renferment ses aliments, x la ration saline cherchée, nous avons

$$x = \frac{0{,}017 \times k \times \frac{p}{100}}{0{,}2680} - r.$$

Dans le cheval.	$k =$	0,2212
— la race bovine. . .		0,1783
— le porc.		0,1187
— le mouton.		0,2084

Ainsi, soit un bœuf pesant 250 kil., nourri avec une ration de foin qui contienne 0,01425 de sel ; la ration saline supplémentaire sera

$$x = \frac{0{,}017 \times 0{,}1783 \times 2{,}50}{0{,}2680} - 0{,}01425 = 0^{k}{,}01402$$

ou 14 grammes.

Quant à la ration alimentaire relative au travail produit, on la calcule d'après les principes suivants.

Le labour d'un hectare de terre à 0,16 m. de profondeur et 0,28 m. de largeur du sillon, la terre ayant une ténacité de 0,51 m. à la bêche dynamométrique, exige un effort de 74,41 kilog. par cheval et par mètre courant, en supposant la charrue attelée à quatre chevaux. Leur vitesse étant de 0,82 m. par seconde, dans l'expérience que nous prenons pour type, ils déploient par seconde une force de 61 kilogrammètres. Le labour d'un mètre carré exige un

(1) *Statique chimique des animaux*, p. 459.

temps indiqué par $\frac{1}{0,28\times0,82} = \frac{1}{0,2296}$ secondes, et un hectare $\frac{10000}{0,2296} = 45510$ secondes ou douze heures environ, en ne comptant pas le temps de retourner la charrue à l'extrémité du champ, temps qui dépend de la fréquence des retours ou de la longueur du champ. Dans la pratique ordinaire ce sont environ deux journées de travail, pendant lesquelles les chevaux auraient fait en tout 2644110 kilogrammètres de travail, exigeant par jour un surcroît de nourriture de 111,47 gram. d'azote.

La ration du cheval du poids de 416 kilog. sera donc composée, en poids :

	Azote.	Foin normal.
Ration d'entretien	83 gr. 20	7 kil. 23
Ration de travail.	111 47	9 69
	194 75	16 92

La proportion entre la ration d'entretien et la ration du travail étant ainsi de 83 : 111, ou environ comme 100 : 134 pour les jours où les animaux travaillent.

Si l'on connaissait toujours la quantité de travail fait par les animaux, il serait facile de régler leur ration; mais comme cela ne se peut pas, parce qu'il faudrait employer trop de temps à les observer, on peut prendre pour règle à peu près certaine, au risque de dépasser souvent la juste mesure, que le cheval qui travaille doit recevoir une nourriture contenant 47 grammes d'azote pour 100 de son poids. Dans ce cas, il faut que cette nourriture soit assez riche pour que, tout en le lestant suffisamment, elle ne le remplisse pas avec excès; c'est ce qui arriverait avec du foin ne dosant que 1150 gram. pour 100 kil., comme le foin normal; aussi, dans ce cas, on donne une partie de la nourriture en avoine. Mais la ration pourrait être fournie entièrement, dans le midi, en luzerne, dosant 1970 grammes pour 100 kilog., si, à la longue, cette nourriture n'était pas trop échauffante.

Il ne suffit pas qu'une substance contienne les principes

alimentaires pour qu'elle serve à la nourriture d'un animal; il faut encore qu'ils y soient assez peu engagés avec le ligneux, assez faciles à en séparer, pour que les organes puissent agir sur eux. Les fruits du phytelephas, que l'on taille pour en faire des imitations de l'ivoire, contiennent de la fécule, de l'albumine, et d'autres principes azotés, mais l'estomac d'aucun animal ne pourrait les dissoudre. Les noyaux de datte, malgré leur dureté, peuvent déjà être digérés par le cheval et le chameau, après avoir été broyés. Les herbivores se nourrissent d'herbe fraîche ou sèche, qui ne peut servir à nourrir les carnivores et l'homme, quoiqu'un kilogramme de foin contienne la même dose de substances ternaires et quaternaires que beaucoup de pains. Mais la longueur et le développement du tube intestinal des herbivores, et surtout des ruminants, favorisent la dissolution du bol alimentaire que ne peut produire l'appareil digestif beaucoup plus court du carnivore. Parmi les animaux de même espèce, tous n'ont pas le même tempérament et la même forme d'organes; de même qu'on voit des hommes qui ne peuvent digérer le pain bis et les légumes grossiers, de même aussi certains chevaux ne peuvent vivre de paille et de roseaux, comme on le voit faire à des chevaux plus vigoureux et à des mulets. Les mérinos recherchent l'herbe la plus fine, et le mouton à large queue (Barbarin) paît toutes les herbes indifféremment, et se nourrit de celles qui seraient les plus indigestes pour le mérinos. Ces distinctions doivent être soigneusement faites quand on prescrit un régime pour les animaux.

En France, les chevaux sont nourris de foin, de paille et d'avoine; dans le midi de l'Europe et dans l'Orient, de paille, d'orge, de féveroles. Notre regrettable confrère Dailly consultait les mercuriales pour prescrire le régime de ses chevaux de poste, et il y eut des moments où la cherté du foin et de l'avoine et le bon marché comparatif du seigle l'engageaient à les nourrir de pain de seigle. Il y a une

multitude de combinaisons de ce genre à faire avec avantage, et l'on y parviendra facilement en consultant la table suivante, résultant des travaux de MM. Boussingault et Payen. L'accord exact que nous avons trouvé entre les chiffres de l'analyse et les résultats pratiques de la nutrition, toutes les fois qu'il s'agissait de substances présentées aux animaux sous la forme la plus favorable, les écarts que les praticiens ont rencontrés quand ils ont voulu estimer des nourritures mal préparées, ou dont la teneur n'était pas normale, nous ont donné une grande confiance dans ces résultats de l'analyse chimique. L'accord disparaît seulement quand on compte aux animaux une nourriture dont ils ne consomment qu'une partie, soit qu'elle ait été avariée, soit qu'on n'ait pas pris la précaution de la présenter sous la forme la plus facile à être acceptée par ces animaux. Ainsi, la paille doit être broyée ou hachée; elle doit être mêlée à l'avoine ou au foin. Certains animaux la refusent et la tirent sous leurs pieds; ils choisissent les parties du foin les plus agréables à leur goût et rejettent les autres. Quand on a des foins remplis de plantes caricées ou typhéacées, et qu'on compare ensuite leurs effets à ceux attribués à la betterave, par exemple, on est porté à donner à celle-ci une valeur nutritive trop haute; mais c'est que le foin qui servait de point de comparaison n'était pas du foin normal, et, avant de conclure l'équivalent de la betterave, il aurait fallu analyser le foin et la racine. Les graines dures, comme les féveroles, doivent aussi être concassées ou ramollies dans l'eau, pour faciliter leur digestion et aussi ménager les dents de l'animal. Les aliments trop aqueux, comme les racines, doivent être associés aux aliments secs, surtout pour les chevaux qui boivent beaucoup moins que les ruminants. La zootechnie donne toutes les autres règles du régime, dans lesquelles nous ne pouvons pas entrer plus avant.

Le carbone étant toujours en excès, nous nous sommes dispensé de le noter dans la table suivante. L'azote reste

donc la base des calculs à opérer pour la détermination du régime. Nous avons indiqué dans une colonne particulière la quantité de matière grasse qui a été reconnue dans la substance, toutes les fois que l'analyse en a procuré la connaissance. La colonne de l'eau contenue dans la substance analysée est essentielle, parce qu'elle détermine un point fixe auquel il faut ramener, par le calcul, l'aliment que l'on emploie quand il en diffère. La valeur en blé a été établie, pour la base du prix du foin normal, à 14,54 kilog. de blé; là où cette valeur sera différente, il faudra y ramener les autres par une proportion. La colonne des valeurs indique donc ce que vaudrait chaque substance désignée pour l'alimentation des animaux, en supposant le foin normal à 14,54 kil. de blé, et sert à l'adopter ou à la rejeter selon que son prix de marché est inférieur ou supérieur au prix déduit de la valeur du foin. La réduction de cette colonne en numéraire suppose le prix du blé à 22 fr. les 100 kilog.

TABLEAU des fourrages.

Noms des substances alimentaires.	Azote	Graisse	Eau	Valeur de 100 kil.	
	pour 100.			en blé.	en arg.
				kil.	fr.
Foin normal (de Boussingault).	1,15	3,8	11,0	14,54	3,20
Foin choisi (de Boussingault).	1,30	»	14,0	16,45	3,62
Foin des prairies d'Orange. . .	1,71	»	14,0	21,60	4,76
Foin des prairies de Saint-Gilles (Gard).	1,50	»	13.0	18,96	4,17
Trèfle.	1,54	»	10,1	19,47	4,28
Luzerne.	1,97	3,5	16,0	24,90	5,48
Sainfoin.	1,35	»	10,0	17,07	3,75
Vesces (fauchées en fleur). . .	1,14	»	11,0	14,41	3,17
Trèfle incarnat (farouche). . .	1,15	»	11,0	14,54	3,20
Spergule	1,17	»	14,0	14,79	3,25
Ivraie vivace	0,98	»	11,0	12,39	2,73
Seigle (fourrage)	1,36	»	12,0	17,19	3,78
Maïs (fourr. sec coupé en frein)	0,67	»	19,7	8,47	1,86
Moha.	1,50	»	13,0	18,96	4,17
Balle de blé.	0,85	»	7,6	10,75	2,36

Nom des substances alimentaires.	Azote	Graisse	Eau	Valeur de 100 kil. en blé. kil.	Valeur de 100 kil. en arg. fr.
	pour 100.				
Paille de blé	0,26	2,4	12,0	3,29	0,72
— d'épeautre	0,26	»	12,0	3,29	0,72
— de seigle.	0,24	»	18,7	3,03	0,67
— d'orge	0,25	»	11,0	3,16	0,69
— d'avoine	0,55	4,0	20,0	6,90	1,52
— de sarrasin.	0,48	»	11,6	6,07	1,33
— de maïs.	0,19	»	18,0	2,40	0,53
— de millet	0,78	»	15,0	9,86	2,17
— de riz.	0,24	»	18,0	3,03	0,67
— de fèves , ...	2,03	»	12,0	25,67	5,64
— de pois.	2,11	»	13,0	26,67	5,87
— de vesces.	1,05	»	11,0	13,27	2,92
— de lentilles.	1,01	»	10,0	12,77	2,80
— de haricots.	1,00	»	11,0	12,64	2,78
Fanes fraîch. de pomm. de terre	0,55	»	76,0	6,90	1,52
— de betteraves. . .	0,45	»	55,9	5,69	1,25
— de carottes. . . .	0,85	»	70,9	10,75	2,36
— de navets	0,28	»	72,0	3,54	0,78
— de topinambours.	0,36	»	83,0	4,55	1,01
Fanes mi-sèches de patates . .	0,75	»	33,0	9,48	2,08
— à l'état normal de garance	0,81	»	18,4	10,15	2,23
— rutabaga	0,17	»	91,6	2,15	0,47
— choux-pommés	0,28	»	92,3	3,54	0,78
Tubercules de pommes de terre	0,36	0,08	74,6	4,55	1,00
Racines de betteraves.	0,21	0,10	87,8	2,65	0,58
— carottes.	0,30	0.17	87,6	3,79	0,83
— navets.	0,13	»	92,5	1,64	0,36
— patates	0,20	»	74,0	2,53	0,45
— topinambours. . .	0,36	»	77,3	4,55	1,00
Grains de seigle.	1,40	1,8	11,5	17,69	3,89
— d'orge.	1,76	2,18	13,2	22,25	4,89
— d'avoine.	1,77	4,40	20,8	22,38	4,92
— de fèves.	5,02	2,04	7,9	73,00	16,06
— de pois	3,32	2,00	8,6	48,27	10,62
— de maïs	1,64	8,80	18,0	20,73	4,56
— de lin	3,22	28,00	8,0	40,71	8,95
— de madia	3,67	25,00	8,0	46,40	10,20

Noms des substances alimentaire..	Azote	Graisse	Eau	Valeur de 100 kil.	
	pour 100.			en blé. kil.	en arg. fr.
Tourteau de madia	5,06	9,00	11,26	3,96	14,07
— de lin.	5,20	9,00	13,4	65,74	14,46
— de colza.	4,92	9,00	10,56	2,21	13,68
— de caméline.	5,51	9,00	6,5	66,66	15,32
— de noix.	6,00	9,00	6,0	75,86	16,69
Son de blé	2,30	5,2 gros sas / 4,8 petit sas	13,8	29,00	6,38

Cette table montre clairement, par la différence des prix alimentaires aux prix des marchés, combien les fourrages proprement dits donnent une nourriture moins chère que les autres substances, si l'on en excepte les féveroles. On ne doit recourir à des aliments autres que les foins de toute espèce que par des considérations d'un autre genre.

1° Les racines sont une nourriture aqueuse et rafraîchissante, qui facilite la digestion des aliments secs, mais qui renchérit beaucoup le régime quand on ne la produit pas soi-même et économiquement. Leurs fanes sont en général plus riches, ne se vendent pas, et diminuent beaucoup le prix de revient quand on sait en profiter. Parmi ces fanes, celles des pommes de terres sont nuisibles à l'état frais, et ne peuvent être consommées, avec précaution, qu'après avoir été cuites et égouttées. Celles de betteraves ne profitent pas à tous les animaux (1). Celles de topinambour sont ligneuses et servent à la combustion, quand on ne les laisse pas sur le terrain comme engrais.

2° Les graines des céréales ne sont guère plus riches que les meilleurs fourrages et sont beaucoup plus chères. Les animaux rencontrent ici la concurrence des hommes qui s'en nourrissent. On conçoit l'usage de l'orge dans la ration des solipèdes, pour les pays du Midi, où les fourrages sont rares, où la paille, comme seul aliment, surchargerait l'estomac

(1) Voyez ce que nous avons dit à l'article de cette plante.

sans bien nourrir. L'avoine paraît avoir une vertu stimulante qui la fait apprécier pour les chevaux soumis à des travaux violents; mais là où le foin commun peut être allié à la bonne luzerne ou au trèfle, nous ne concevons pas que l'on fasse un usage aussi habituel de l'avoine pour les animaux de trait. Les graines de féveroles donnent une excellente nourriture à bon marché. Le seigle peut rarement être employé avec économie. Il est facile de voir que, pour qu'il pût l'être, il faudrait que le foin normal fût monté au prix excessif de 13 fr. les 100 kilog., le seigle valant 16 fr.

3° Outre la vertu nourrissante des aliments, il faut considérer leurs propriétés engraissantes; celles-ci donnent une grande valeur aux substances qui possèdent une forte quantité de matières grasses, en ce qu'elles contribuent à ajouter de la graisse et du beurre aux produits animaux. Ainsi, les Anglais trouvent de l'avantage à faire consommer de la graine de lin, à 26 fr., quoique, comme substance nourrissante, elle ne dût valoir que 9 fr. (le blé étant toujours à 22 fr. les 100 kilog.) Mais cette graine possède 0,28 de matière grasse, que l'on paie ainsi à 0,62 fr. le kilog. Le maïs, qui contient 0,88 de matière grasse, recevrait ainsi une addition de valeur de 5 fr. 28 c., qui porterait son prix à 9 fr, 84 c. au lieu de 4 fr. 56 c., et cela est bien inférieur encore au prix vénal. Aussi n'emploie-t-on à la nourriture des animaux que la graine de rebut, qui ne pourraît paraître sur le marché.

Si maintenant nous voulons établir le régime des chevaux pesant 416 kilogr. et travaillant 217 jours dans l'année, nous observerons que l'on ne peut les faire passer subitement de l'abondance à la disette; qu'ainsi il ne faut pas les réduire à leur simple ration d'entretien, les jours où accidentellement ils ne travaillent pas, pour les remettre à la ration complète quand ils reprennent le travail; mais il y a lieu de distinguer la ration des saisons de travail continu et celles de travail interrompu. Ainsi soient :

1° Les mois de novembre, décembre, janvier, février et mars, donnant 125 journées, ou, par jour moyen, 0,80 journée de travail;

2° Les mois d'avril, mai et juin, donnant 14 journées de travail, ou 0,16 par jour moyen;

3° Les mois de juillet et d'août, donnant 19 journées de travail, ou 0,30 par jour moyen;

4° Les mois de septembre et d'octobre, donnant 37 journées de travail, ou 0,60 par jour moyen.

Dans ce cas particulier, on aurait :

Mois de la 1re série, ration d'entretien . . .	83 gr.	20 d'azote.
ration de travail. . . .	89	24
	172	44
Mois de la 2e série, ration d'entretien . . .	83	20
ration de travail. . . .	18	46
	101	66
Mois de la 3e série, ration d'entretien . . .	83	50
ration de travail. . . .	33	40
	116	60
Mois de la 4e série, ration d'entretien . . .	83	20
ration de travail. . . .	66	80
	150	»

Ce qui nous donnerait pour l'année :

1°	151 jours	à 172 gr.	44	26,038 gr.	44 d'azote.
2°	91 —	à 101	66	9,251	06
3°	62 —	à 116	68	7,199	20
4°	61 —	à 150	»	9,150	»
				51,638	70

ou, par jour moyen, 141 gr.,48.

Cette ration fournie en foin normal consisterait en 12,3 ki-

logrammes de cet aliment, et exigerait par conséquent un approvisionnement de 4489,50 kilog. de foin par cheval.

On dispose des aliments verts principalement dans le mois où le travail est le moins fort; on donne alors de l'herbe fauchée ou l'on met au pâturage; par exemple, dans le cas exposé ci-dessus, on nourrit les animaux à la luzerne et à l'herbe verte, de la fin d'avril à la fin d'août, et l'on met alors les bêtes à cornes au pâturage. Mais l'exemple cité est celui d'une ferme où il y a beaucoup de plantes sarclées à la main et beaucoup de charrois en hiver. La saison des travaux et celle du repos varient dans chaque exploitation, et l'on doit y conformer les variations du régime.

Dans la composition des rations, il faut faire attention à ce que la quantité d'eau qu'elles renferment ne dépasse pas celle que l'animal boit ordinairement et même à ce qu'elle reste au-dessous; le contraire rend l'animal mou et débile, et provoque la sueur ou des urines abondantes. C'est ce qui fait qu'il faut toujours associer une certaine quantité de fourrage sec à la nourriture aux racines. Le cheval de 416 kilog. consomme, soit dans ses aliments, soit dans sa boisson, environ 17 kilog. d'eau par jour; le bœuf, une quantité presque double, quand il travaille. Ainsi, voulant nourrir le cheval avec des betteraves, qui contiennent 87,8 d'eau pour 100, nous voyons que le maximum de la ration de cette racine sera de 18 kilog., donnant (1) 15,78 kilog. d'eau, mais dosant seulement 37,80 gr. d'azote, de telle sorte qu'il y a lieu, pour arriver à la ration de 141 gram., de fournir en fourrage 103,2 d'azote, ou 8,9 kil. de foin normal, dosant 0,98 kilog. d'eau et 102,35 grammes d'azote.

(1) Dans ses expériences, M. Boussingault a porté pendant quatre jours la ration d'un cheval à 20 kil. de betteraves, remplaçant 5 kil. de foin. Cela est possible, et pendant quelque temps les animaux supportent cet excès de nourriture aqueuse; mais nous pouvons attester qu'à la longue elle leur est nuisible. Ils s'en dégoûtent, ne consomment pas toute leur ration, et leur santé s'en ressent.

Dans le Nord, la ration des chevaux est de

10 kil.	»	de foin, dosant	115 gr.	» d'azote.
2	50	de paille. . . .	6	50
3	29	d'avoine. . . .	58	23
			179	73

On diminue l'avoine dans les temps de repos. Cette ration est inférieure à la ration normale du jour de travail, mais elle répond à l'état d'une exploitation qui effectuerait 555 journées de travail par an, c'est-à-dire qui ne perdrait même pas tous les jours de fête. Elle doit les entretenir en un état de graisse qui flatte l'œil du cultivateur, mais qui n'est pas le plus avantageux pour les travaux.

SECTION IV. — *Nourriture des bêtes de rente.*

La ration complète, telle que nous l'avons indiquée pour les journées de travail, suffit parfaitement pour les bêtes en repos que l'on engraisse ou qui produisent du lait. Il n'y a rien à ajouter que la recommandation de choisir les aliments qui contiennent le plus de matières grasses. Les tourteaux et les graines huileuses entrent ici fort heureusement dans une partie de la ration. Les vaches, qui boivent beaucoup (jusqu'à 72 kilog. d'eau), profitent bien des aliments verts, desalimetns cuits, et des racines. Il y a des animaux, comme ceux de M. de Kergorlay, qui donnent jusqu'à 40 litres de lait en 24 heures, dosant 171 gram d'azote, mais ils pèsent jusqu'à 600 kilog. Nous avons dans ce cas :

Ration d'entretien.	120 gr. d'azote.
Ration de production.	171
Total. . . .	291

On voit que la ration de production n'excède pas de beaucoup celle indiquée par la proportion que nous avons trouvée

entre la ration d'entretien et celle de travail, car nous avons 100 : 134 : : 120 : 160,8 ; d'ailleurs la production de 40 litres de lait est tout-à-fait exceptionnelle, elle se borne ordinairement à 30 litres. La ration totale de notre formule serait de :

Ration d'entretien.	120,0	gr. d'azote.
Ration de production . . .	160,8	
	280,8	

SECTION V. — *De l'entretien des machines.*

L'entretien des instruments d'agriculture varie beaucoup, selon les circonstances diverses où l'on se trouve. Les sols siliceux et pierreux usent rapidement les socs; les mauvaises routes accélèrent la dégradations des voitures et des harnais. Nous ne pouvons donc donner ici aucun terme fixe d'appréciation. Dans les terrains argilo-calcaires de nos plaines du Midi, nous payons 92 kilog. de blé par bête d'attelage pour l'entretien des charrues et des harnais; la ferrure nous coûte moitié de cette valeur. Le ferrage des bœufs (là où ils doivent être ferrés) coûte beaucoup moins, et l'entretien de leur harnais se réduit à presque rien.

Une charrette coûte les $\frac{16}{400,000}$ de sa valeur par journée de travail, dans les bons chemins, ou 0,45 de son prix d'achat par an ; mais ce chiffre doit être réduit à proportion du nombre de journées où elle n'est pas employée. Bien entendu qu'elle est mise à l'abri des injures du temps.

SECTION VI. — *Semences et plantes.*

Cet article important des fonds de roulement est réglé, pour chaque cas, d'après l'étendue des différentes cultures que l'on entreprend.

SECTION VII. — *Entretien de la fertilité de la terre.*

Nous supposons que l'on ait choisi le système de culture et l'assolement que l'on a jugés les plus avantageux, ce qui ne veut pas dire que ce soient ceux qui pourvoient le mieux aux besoins d'engrais de l'exploitation. Il restera donc souvent à pourvoir à un supplément de ces engrais nécessaires pour porter les produits au point où on le désire, et, si faire se peut, à leur maximum. Après avoir comparé la quantité de fumier que produit la ferme, sa composition, déduction faite de la déperdition qu'il éprouve dans le terrain que l'on cultive, avec l'épuisement causé par la récolte, il arrivera souvent, surtout si l'on se livre à la production des plantes épuisantes, qu'il existera un déficit, et que la ferme serait menacée d'une décadence progressive si l'on n'y pourvoyait par la fabrication d'engrais supplémentaires ou par des achats au dehors. Cette dépense fait nécessairement partie des frais de roulement.

Elle est quelquefois très-considérable. La culture du houblon enlève chaque année pour 330 fr. d'engrais par hectare ; celle de la garance, 130 fr., sur une mise primitive de 550 fr.; celle du tabac, 130 fr., sur une mise de 856 fr.; celle du chanvre consomme pour 519 fr. d'engrais. Toutes ces riches cultures entraînent la nécessité d'un commerce d'engrais dans leur voisinage. Dans le Vaucluse, on achète des fumiers de ville et des tourteaux ; dans le Nord, des engrais humains et des tourteaux ; dans l'Ouest, du noir animal. Les pays vignobles n'entretiennent le grand produit de leurs vignes qu'aux dépens de la fertilité de leurs terres labourables; et, comme les engrais de toute espèce sont, en dernier résultat, composés d'éléments provenant des substances végétales, si l'on ne recourait jamais aux plantes améliorantes, dont la nature est de concentrer dans leurs tissus plus de substances nutritives qu'elles n'en empruntent

à la terre, une bonne culture ne pourrait avoir lieu sur un hectare sans dépouiller et appauvrir un ou plusieurs hectares voisins. Mais ce dernier parti n'est pas toujours le moins avantageux, quand, par les circonstances locales, le loyer de ces mauvais terrains est peu élevé, et que l'engrais que l'on en retire, en enlevant leur production spontanée, coûte ainsi moins cher que celui que l'on produirait en enterrant des plantes cultivées, ou en les laissant consommer au bétail, ou enfin en achetant ces fumiers au dehors. Quand on a à sa disposition, et à bon marché, de ces prairies, de ces pâturages de peu de valeur, ou de ces roselières abondantes (marais de roseaux, *arundo*, *typha*, *sparganium*, etc.), ou des terrains couverts de bois, de genêts, de landes, ou d'autres arbustes, on en obtient, après avoir entassé, mouillé et fait fermenter leur dépouille, un engrais quelquefois fort riche (engrais Jauffret) et d'une valeur relative bien moins grande que beaucoup d'autres.

Si l'on pouvait généraliser l'excellente méthode de payer au fermier sortant la différence du fumier qu'il laisse en terre sur celui qu'il a trouvé en son entrée, comme cela se pratique en Flandre, l'agriculture en retirerait le plus grand profit. D'abord les fermiers, oubliant les pernicieux préceptes du *Livre d'Or*, ne se hâtant pas d'entasser leurs fumiers au début de leur bail, pour les épuiser avant la fin, distribueraient mieux leurs chances, et ne courraient pas le risque de rencontrer les années d'intempéries au moment où leur engrais doit produire le meilleur effet, et ensuite ils s'efforceraient d'enrichir les terrains, qui parviendraient ainsi au point définitif de fécondité. Mais cette salutaire coutume tient à un ensemble de progrès agricoles, et ne peut être importée isolément dans un pays.

SECTION VIII. — *Des ouvriers supplémentaires.*

Il y a peu d'exploitations où, à certaines époques de l'année, on ne soit obligé de prendre des ouvriers, soit à la

journée, soit à la tâche, pour parvenir à l'achèvement des travaux. Le plus souvent ils sont chargés de certains travaux particuliers, comme le sciage des grains, leur bottelage ou dépiquage, le fauchage et la préparation des foins, les vendanges, les cueillettes de fruits. Pour l'arrachage des racines, les creusements et repurgements de fossés, etc., on se sert aussi parfois de bêtes de travail étrangères, comme pour le dépiquage des grains dans certains points du Midi. L'article de ces forces extérieures, appelées au secours de la ferme, constituent dans certaines positions une dépense très-importante. Dans nos fermes de Camargue, où les travaux sont très-régulièrement établis, et où les valets suffisent pour tous ceux qui ne demandent pas un surcroît ou une activité extraordinaires de travail, nous trouvons que le salaire des ouvriers extérieurs s'élève à 0,23 du fonds de roulement, non compris la rente. Dans la ferme de Provins, donnée pour type de la culture de la Brie (1), nous trouvons 2,306 fr. pour ouvriers auxiliaires, sur 10,000 fr. de capital circulant: c'est plus d'un tiers. Il est sans doute facile de faire des arrangements moins onéreux, en se servant de machines à battre, en faisant consommer en vert une partie des fourrages de la ferme, etc.; mais on ne se dégagera jamais complétement de cette heureuse nécessité, qui favorise l'existence de la petite propriété à côté de la grande, et qui les rend nécessaires l'une à l'autre. On fera donc grande attention à se ménager les moyens d'y pourvoir dans les budgets de culture que l'on tracera, et on ne l'oubliera pas dans les comptes.

SECTION IX. — *Partie du capital employé au paiement de la rente.*

Si c'est un fermier qui exploite, il connaît le montant de la rente qu'il a consentie, et il entre immédiatement dans ses comptes; mais si l'exploitation est dirigée par le proprié-

(1) Tome I, p. 370, 2e édit.

taire lui-même, il doit se mettre en garde contre plusieurs genres d'illusions qui pourraient altérer l'estimation qu'il en ferait.

1° Il peut estimer beaucoup trop bas la valeur capitale de sa terre, surtout si, la possédant depuis longtemps, un prix d'achat récent ne l'a pas averti de sa valeur réelle.

2° Il peut faire entrer dans l'estimation de sa valeur des travaux mal entrepris ou faits trop chèrement, et qui ne peuvent produire qu'une faible augmentation de revenu.

3° Il peut apprécier beaucoup trop haut l'état où sa culture et ses engrais ont mis sa terre.

Ces mêmes erreurs peuvent avoir lieu en sens contraire.

Pour éviter ces piéges, dans lesquels tombent beaucoup trop de propriétaires exploitants, il faut se livrer à l'estimation détaillée que nous avons prescrite plus haut (1), et ordinairement les données ne manquent pas pour y parvenir; ou encore on peut faire estimer le revenu net par des experts de confiance, qui probablement feront le même travail sur des données plus générales.

Si la terre se trouvait dans l'état ordinaire des terres du pays, qu'on n'y eût pas fait de travaux et de cultures extraordinaires, le plus sûr serait de porter la rente au taux moyen des terres analogues, telle que la paient les fermiers.

Il est toujours délicat de prendre pour base le prix d'achat, même récent, de la terre, car le *denier* auquel on la paie varie selon la convenance de l'acheteur et l'affection qu'il a montrée pour l'acquérir. Il n'est pas rare de voir, dans la même contrée, des domaines achetés sur le pied de 25 fois et d'autres sur le pied de 30 et 35 fois la rente.

SECTION X. — *Intérêts et assurances.*

Après ce que nous avons dit plus haut (2) sur l'intérêt à

(1) Tome I, p. 344 et suiv., 2e édition.
(2) Tome I, p. 359, 2e édition.

obtenir du capital d'exploitation, et sur la prime d'assurances ou d'amortissement du capital, nous n'avons plus ici qu'à faire quelques rectifications.

Nous avons dit d'une manière trop générale que l'amortissement des bêtes de travail devait être de $\frac{1}{12}$ de leur valeur. Depuis lors, nous nous sommes livré à quelques recherches : sur deux grandes exploitations qui employaient ensemble 40 chevaux, et dont les comptes étaient régulièrement tenus, nous avons trouvé que leur prix moyen d'achat était de 545 fr., ce qui donnait une valeur totale de 21,800 fr., et que le renouvellement avait coûté 3,600 fr., ou 90 fr. par cheval, le sixième de leur prix.

Ainsi, quand on cultive avec des chevaux, l'amortissement doit être porté de 16 à 17 p. 100.

Le renouvellement des mulets est bien moindre ; ces animaux, tout en vieillissant, continuent longtemps à faire un bon travail ; nous ne croyons pas devoir porter à plus de 10 p. 100 l'assurance de leur vie. Ce même taux est applicable aux bœufs, surtout quand on les vend à un certain âge pour l'engraissement.

L'intérêt du fonds de roulement est celui que l'exploitant trouverait en le confiant à des mains solvables et sûres.

SECTION XI. — *Résumé des frais à la charge du capital circulant.*

Nous tirons l'état qui suit de la comptabilité d'une exploitation de 100 hectares, qui a adopté depuis plusieurs années l'assolement suivant : 1° pommes de terre ; 2° blé ; 3° trèfle ; 4° blé. C'est l'assolement quadriennal des Anglais où l'on a substitué la pomme de terre aux turneps. Le but de cette substitution est de pouvoir vendre une partie de la récolte sarclée, et en effet, on ne pourrait pas maintenir les animaux en bonne santé en leur faisant consommer pendant six mois une quantité aussi grande de pommes de terre crues ; aussi se borne-t-on à donner pendant cette période la moitié

de la ration en foin et l'autre moitié en équivalent de pommes de terre. Il en résulte que l'exploitation n'a pas la quantité d'engrais suffisante pour porter les récoltes au maximum, et qu'elle ne donne pas les produits nets que l'on devrait en attendre. En effet, on récolte :

En trèfle, l'équivalent de . .	162,500 kil. de foin,
En pommes de terre, de. . .	81,200 kil.
	243,700 kil.

Ce qui, à raison de 1,416 kil. de foin dosant 16,28 kil. d'azote par 100 kil. de poids d'animal vivant, donne 172 quintaux de chair vivante. Or le bétail de cette force consiste en :

10 bœufs de travail pesant ensemble. .	60 quintaux.
28 vaches.	112
	172

Les engrais consistent donc :

1° En 172 fois 16,28 kil. d'azote (2,800 kil.); mais la déperdition par les voies naturelles, par la production du lait et le travail réduit cet azote à 0,66 de son poids primitif, il reste donc	2,288 kil. d'azote.
2° Paille de 50 hectares dosant	260
	2,548

Or, l'assolement ci-dessus, pour être porté à son maximum de produit, exigerait des engrais dosant 5,500 kil. d'azote; il y a donc un déficit de plus de moitié. Il y aurait donc lieu de porter au fonds de roulement la valeur de 2,952 kil. d'azote, qui, à 1 fr. 60 le kil., serait de 4,723 fr. 20 c.

Voici maintenant le compte du fonds de roulement de cette exploitation :

1° Personnel.

Maître valet gérant aux gages de.	871 fr.
5 valets de charrue.	1,500
2 vachers.	600
A reporter. . .	2,971

Report. . .		2,971
1 jardinier.		300
1 femme de ménage.		200
Nourriture de 9 personnes (la femme de ménage ne se compte pas).		2,457
Ouvriers extérieurs.		4,387
	10,315	10,315

2° Bétail.

Amortissement du capital d'achat de 10 bœufs à 450 fr.	450	
Ibid. pour 28 vaches à 300 fr.	840	
Nourriture des animaux : 243,750 kil. de foin, ou leur équivalent à 3 f. 20 les 100 k.	7,800	
Vétérinaire	185	
	9,275	9,275

3° Cheptel mort,

Amortissement de sa valeur montant à 6,120 f.	612	612

4° Semences.

Semence de blé : 50 hectolitres à 19 fr.	950	
— de trèfle.	950	
— pommes de terre : 1,290 quint. à 3 fr.	1,935	
	3,835	3,835

4° Rente et intérêts.

Rente (50 fr. par hectare).	5,000	
Intérêts à 4 p. 0/0 de 29,037 fr.	1,161 48	
	6,161 48	6,161 48
Total du fonds de roulement.		30,198 48

Ou par hectare 301 fr. 98 c.

Quant aux fonds avancés, ils montent à :

Capital de cheptel . .	19,020 fr.
Capital circulant. . .	30,198
Total. . . .	49,218

Ou par hectare 492 fr. 18 c.

Il est curieux de comparer à cet état les recettes moyennes de l'exploitation.

Les voici :

Fourrages, nourriture des animaux comme ci-dessus.	7,800 fr.
2090 quintaux de pommes de terre restant de la récolte à vendre.	6,270
450 hect. de blé à 19 fr.	8,450
6830/4 kil. de lait à 0 fr. 125.	8,538
	31,058

Le bénéfice est donc seulement de 859 fr. 52 c., ou par hectare 8 fr. 60.

Ainsi l'on parvient avec peine à obtenir 59 fr. de rente par hectare, de bons terrains auxquels on refuse le développement de fertilité qu'ils pourraient avoir. C'est malheureusement le cas d'un grand nombre d'entreprises qui se plaignent de l'art auquel elles croient s'être soumis, sans songer qu'elles ne doivent accuser que l'accomplissement irrégulier de ses préceptes. Il s'agit de porter la terre au maximum de fertilité pour changer le rapport de la dépense au produit. On obtiendra alors plus de fourrage et plus de pommes de terre ; mais la quantité de ces tubercules, que l'on peut consacrer à la nourriture des animaux de rente étant nécessairement limitée par la quantité de fourrage sec qu'il faut leur associer, nous ne parviendrions pas de cette manière à compléter les 5,500 kil. d'azote qui nous sont nécessaires, et en s'en tenant à cet assolement, il faut avoir un marché où l'on puisse vendre le surplus de la récolte de pommes de terre et acheter le supplément d'engrais nécessaire. A ces conditions, voici comme nous avons proposé au gérant de modifier sa culture. Bien entendu que les premières années demanderont un sacrifice plus complet, jusqu'à ce que les terres soient parvenues au maximum de fertilité ; mais alors on aura le compte suivant :

1° Personnel.

Maître valet gérant.	1,389 fr.
5 valets de charrues.	1,500
A reporter. .	2,889

Report. . . .	2,889	
3 vachers.	900	
1 servante de laiterie.	150	
1 jardinier	300	
1 femme de ménage.	200	
Nourriture de 11 personnes.	3,011	
Ouvriers extérieurs	5,500	
	12,950	12,950

2° Bétail.

Amortissement du capital d'achat de 10 bœufs	450	
Ibid. de 44 vaches à 300 fr.	1,320	
Nourrriture du bétail : équivalent de 337,500 kil. de foin à 3 fr. 20 c. . . .	10,800	
Vétérinaire.	220	
	12,790	12,790
3° Amortissement du cheptel mort . . .	612	
5° Semences, comme dans l'autre compte	3,835	
6° Supplément d'engrais dosant 2,952 k. d'azote à 1 fr. 60 c.	4,723 20	
7° Rente (50 fr. par hectare)	5.000	
8° Intérêts à 4 p. 0/0 de 39,910 fr.. . .	1,596 40	
	15,766 40	15,766,40
Total du fonds de roulement.		41, 506,40

Ou par hectare 415 fr, 06 c.

Quant aux fonds avancés, ils montent à :

Capital de cheptel.	23,820 fr.
Capital circulant.	41,506
Ou par hectare 653 fr. 26 c.	65,326

Produit.

Nourriture du bétail comme dessus.	10,800 fr.
5125 quintaux de pommes de terre en sus de la provision, vendus à 3 fr.	15,375
750 hectolitres de blé à 19 fr.	14,250
108666 litres de lait à 0 fr. 125.	13,583
	54,008
A déduire la dépense.	41,506
Bénéfice.	12,502

Ainsi la rente sera 12,502 fr.
Plus. 5,000

17,502 f., ou par hectare 175 f. au lieu de 59 f.

TROISIÈME DIVISION

DE L'INTELLIGENCE DIRECTRICE.

La terre et le capital constituent la partie matérielle de la machine agricole. Mais si l'intelligence de l'homme ne vient pas lui assigner ses fonctions, sa direction, lui imprimer le mouvement, la machine reste immobile et inerte. C'est maintenant de ce troisième élément, élément vital de l'agriculture, que nous avons à traiter.

CHAPITRE PREMIER.

De la profession d'agriculteur.

Si pour nous l'*agronome* est le savant qui étudie les lois de la végétation appliquées aux besoins de l'homme, indépendamment de la pratique; si le *cultivateur* est celui qui, sur un terrain et dans des circonstances données, applique des règles toutes tracées, dont il n'est pas tenu de connaître la raison et l'enchaînement, nous avons réservé le nom d'*agriculteur* à l'homme qui, pénétré des principes de la science dans son état actuel, sait l'appliquer aux circonstances de temps et de lieu, et prescrire au cultivateur les règles pratiques qu'il doit suivre. Le cultivateur est l'artisan, l'agriculteur est l'artiste, l'agronome est le savant qui ouvre la voie dans laquelle les deux premiers doivent marcher.

C'est l'agriculteur qui est l'âme directrice de l'entreprise agricole; sans lui, l'agriculture n'est qu'une abstraction ou une routine, et l'Etat qui possédera le plus de ces hommes utiles sera celui qui fera les progrès les plus rapides dans la culture de son sol.

En Flandre, une ancienne science a présidé à l'organisation de la culture, les agronomes ont disparu, mais cette organisation dont on a perdu la théorie reste à l'état de routine excellente, exécutée par les plus habiles cultivateurs; c'est ainsi que les Indiens prédisent les éclipses par des formules dont ils ne comprennent plus le mécanisme et qu'ils ne sauraient plus retrouver si elles se perdaient.

L'Angleterre possède une foule d'habiles fermiers ayant reçu une éducation scientifique distinguée; l'Allemagne peut se glorifier d'un grand nombre de riches propriétaires, administrateurs et savants habiles; l'Italie nous présente une classe de régisseurs (*fattori*) aussi instruits que modestes et obscurs. Naguère, la France voyait s'agrandir chaque jour l'intervalle qui la séparait de ses voisins plus heureux. Plusieurs obstacles semblaient s'opposer à ce qu'elle les suivît aisément dans la carrière qu'ils ont ouverte : 1° la désertion des champs par les hommes possèdant l'instruction ; 2° la fausse direction donnée aux études; 3° la mauvaise direction donnée aux capitaux.

1° Pendant le seizième siècle et le commencement du dix-septième, la noblesse française et le clergé étaient les principaux propriétaires du sol de la France. La noblesse ne trouvait que dans ses terres, au milieu de ses vassaux, la force, la sûreté et la considération; elle habitait ses champs, les faisait exploiter, et si alors la science était encore dans l'enfance, il était impossible que l'observation constante des faits n'eût pas divulgué un grand nombre de ses principes à des hommes qui avaient les loisir et l'intérêt d'y penser, dont le bien-être reposait sur le succès des récoltes. C'est à des situations semblables que nous devons des hommes comme

Olivier de Serres, qui n'a rien inventé, mais qui a écrit ce qui se pratiquait autour de lui. Sa science était la science courante de tous les châteaux de France, recueillie par un esprit judicieux et un bon observateur. De son côté le clergé régulier donnait une grande impulsion à la culture, et cette impulsion intelligente était le fruit de l'expérience transmise d'une génération à une autre génération de ces solitaires, et mise en pratique avec ardeur dans la pensée de la perpétuité de leur ordre.

Les règnes de Louis XIII et de Louis XIV changèrent complétement cet état de choses.

Les grands seigneurs furent appelés à la cour, ils en rapportèrent le goût du luxe. Les forêts furent abattues, les haras détruits, la culture négligée pour avoir les moyens de briller à Saint-Germain et à Versailles, pour élever de beaux châteaux et y conduire des eaux jaillissantes. C'est à la faveur que l'on demandait cette fortune que l'on dédaignait de demander à la terre. Quand la révolution arriva, les revenus de la noblesse étaient partout hypothéqués, et elle ne conservait ses possessions que grâce à de nombreuses substitutions.

De leur côté les ordres religieux étaient aussi livrés à la rage du bâtiment; entraînés par l'esprit du siècle, perdant confiance dans leur perpétuité, ils se retranchaient dans un égoïsme qui absorbait en jouissances présentes tous les capitaux que leurs devanciers consacraient aux améliorations de leurs domaines.

Le tiers-état devint propriétaire par la vente des biens du clergé; peu au fait des choses agricoles, c'est sur les réparations du matériel des immeubles que se portèrent d'abord ses soins; les tenanciers furent aidés plus efficacement et se trouvèrent d'ailleurs soulagés par l'abolition des dîmes dont ils payaient leur part. Ce ne fut que peu à peu que les nouveaux possesseurs parvinrent à démêler le placement le plus utile de leurs avances; mal guidés par une science fu-

tile et incomplète, ils firent de nombreuses écoles et ils essuyèrent de nombreux désastres dans leurs tentatives d'exploitation. La vie agricole ne reçut alors que de faibles recrues.

Pendant ces hésitations, se formait le gouvernement impérial, dont le principe semblait être d'absorber dans son organisation tous les hommes dont la fortune suffisait pour acquérir une médiocre éducation. Il créa ou agrandit les cadres de l'armée et des différentes branches d'administration. Un nombre immense de fonctions diverses de l'abord le plus facile devinrent le lien par lequel l'Empereur crut rattacher indissolublement l'élite de la nation à sa dynastie; on fut officier, préfet, sous-préfet, juge, commis, employé, buraliste, prêtre; on abandonna la surveillance des champs aux vieillards de la famille. Si tous ne purent d'abord trouver d'emploi, tous furent candidats pour en obtenir, et plusieurs révolutions successives ont depuis divisé la nation en deux classes, celle qui occupe actuellement les emplois et celle qui y aspire.

Quelle place restait à l'agriculture dans cette lutte désordonnée d'ambitions? Il semblait n'y en avoir aucune. On y pourvut plus tard en créant des fonctionnaires agricoles. C'est de cette époque que date, il faut l'avouer, cet étalage de science agronomique, ces prétentions à se faire remarquer dans le rang des adeptes, mais aussi des études plus sérieuses dans le but de mériter ce que tant d'autres cherchaient à enlever par le charlatanisme et l'intrigue. On fit, pour obtenir des fonctions publiques, des efforts inouïs dont le moindre aurait pu créer une position individuelle indépendante. Ces efforts n'ont pas été perdus, des intelligences d'un ordre élevé se sont appliquées à l'agriculture; la science agricole a cessé d'être l'objet d'un dédain injuste; enfin les esprits ont été vivement frappés de la nécessité d'améliorations dans la culture de nos champs. Voilà l'effet produit, et l'on ne peut encore dire quel en sera le résultat final; mais

il est à craindre que l'agriculture officielle ne suffise pas à provoquer une impulsion assez générale pour contrebalancer la tendance si fortement imprimée à la population d'aspirer aux places salariées.

2° Le second obstacle à un grand développement se trouve dans l'éducation générale du pays. Il est naturel que ceux qui ont principalement en vue des places dans les administrations et les tribunaux se livrent aux études qui peuvent y conduire. Ces études sont celles du droit auquel la littérature sert d'introduction. Quand enfin on a manqué la carrière que l'on avait en vue, il est trop tard pour recommencer son éducation ; à vingt-cinq ans, on oublie et l'on n'apprend plus, si l'on n'est animé d'un courage fort peu commun. Les positions industrielles et l'agriculture n'offrent aucun attrait à ceux qui ont aspiré aux places commodes et peu chanceuses de l'administration, et c'est ce qui peuple nos places publiques, nos cercles, nos cafés de cette foule d'hommes déclassés, oisifs par nécessité, et prêts à se jeter dans les luttes politiques dans lesquelles ils entrevoient l'espoir de mettre un jour à profit les seules connaissances qu'ils ont acquises, par le triomphe d'une faction à laquelle ils se dévouent.

N'arrivera-t-il donc jamais que les pères de famille fassent un compte sérieux de ce que coûte l'éducation d'un jeune homme destiné, par exemple, au barreau, et qu'ils mettent en regard le salaire moyen que ceux qui y sont parvenus retirent de leur talent? Par les faits que nous avons sous les yeux, nous osons croire que cette comparaison les détromperait ; qu'ils trouveraient que ce salaire est inférieur aux simples intérêts de ces frais d'éducation capitalisés, et, à plus forte raison, de la même somme employée utilement à une entreprise sensée, conduite par les principes de la science. On ne fait pas cette recherche parce qu'on se fait illusion sur le mérite de ses enfants, qu'on espère pour eux le premier rang, et qu'on semble ne pas se douter qu'ils puissent tomber au

dernier, soit par inaptitude, soit par mauvaise conduite, soit même par négligence.

Mais ce n'est pas la faute des parents si leurs fils ne peuvent trouver dans nos établissements d'instruction publique le genre d'enseignement qui conviendrait à la masse. L'Etat, qui donne l'impulsion, semble encore être sous le joug des préjugés qui faisaient considérer les arts dits libéraux comme les seuls dignes d'attirer les regards de l'autorité publique, parce qu'alors la routine pratique suffisait à l'industrie. Il n'en est pas ainsi de nos jours, et c'est parce que l'industrie ne marche plus qu'éclairée des vives lumières de la science, que le temps est venu où la grande masse des hommes qui doivent s'y dévouer ont droit de demander qu'on leur ouvre les portes qui peuvent y conduire.

3° Enfin la mauvaise direction donnée aux capitaux est une dernière cause qui entrave le progrès agricole. Suivez, en effet, le mouvement de la partie du revenu qui pourrait se changer en capital par le moyen de l'économie. La classe supérieure économise à la campagne, mais pour dépenser à la ville, et les dépenses des villes se résolvent toutes ou en objets de luxe, ou en spéculations. Celles-ci amènent au centre de l'Etat une circulation improductive, un jeu qui, dans ses va et vient, ne se résout jamais en un gain définitif pouvant se constituer en capital acquis; les sommes engagées dans ce tourbillon n'en sortent que pour coopérer à des entreprises diverses qui n'ont qu'un rapport indirect et éloigné avec l'agriculture. Bien peu de grands propriétaires ont augmenté leur fortune dans ces opérations aléatoires, dont le résultat final est de faire passer les mises des pontes aux banquiers.

La classe moyenne s'épuise à imiter le luxe des plus riches, et à donner à ses enfants une éducation et une position dont les frais dépassent le produit.

Restent les fermiers et les petits propriétaires. Comment disposent-ils de leurs économies annuelles? Ils cherchent

surtout à acquérir des terres, et c'est sans doute pour eux le meilleur placement, malgré le prix excessif auquel elles se vendent comparativement à leur revenu. Supposons, en effet, que le propriétaire de la terre de 50 fr. de rente dont nous avons parlé plus haut (1) la vendît pour le prix élevé de 40 fois son revenu ou pour 2,000 fr. l'hectare; nous avons vu aussi (2) qu'avec une première mise de fonds de 1,622 fr. pour saturer la terre d'engrais, on pourrait mettre chaque hectare en état de produire une rente de 255 fr.; avec un autre assolement, nous portons même cette récolte, dans Vaucluse, à 340 fr. Ainsi, en achetant à si haut prix, nos cultivateurs savent qu'ils placent leur argent à 4,7 p. 100 au moins, et, selon nous, à plus de 9 p. 100. C'est du plus au moins l'esprit de cette spéculation. Notre classe agricole achète un instrument en mauvais état, un cheval fatigué pour le refaire, elle profite de l'ignorance, de l'inertie, de l'impuissance de la classe supérieure pour gagner pour son compte ce que celle-ci ne peut ou ne veut gagner pour le sien.

Nos petits cultivateurs ne s'y prennent pas tous de la même manière pour améliorer leurs terrains. S'il en est qui font immédiatement un sacrifice pour les couvrir d'engrais (et nous en avons vu qui consacraient à cette opération jusqu'à 3,000 fr. par hectare), le plus grand nombre, connaissant la richesse des couches inférieures qui sont toujours restées intactes, les mettent en action par des labours profonds; d'autres tourmentent la surface par des cultures réitérées, afin de rendre solubles les sucs qu'elle contient; et ce n'est que plus tard et graduellement qu'ils l'enrichissent par des fumiers. Mais dans tous les cas, le fonds change de valeur, et, après quelques années, ne ressemble plus en rien à ce qu'il était quand il faisait partie des grands domaines négligés.

Croit-on que ces industrieux travailleurs, obligés de se procurer à la fois le capital du fonds, puis celui de cheptel

(1) Fin du chapitre des fermages, p. 316 de ce volume.
(2) Page 346 de ce volume.

et celui de roulement, ne préféreraient pas les employer immédiatement sous ces deux dernières formes, s'ils y trouvaient le même intérêt? Les faits prouvent le contraire. Un terrain saturé d'engrais s'afferme à toute sa valeur; mais les tenanciers hésitent à s'engager trop avant dans des cultures où l'engrais qu'ils emploient ne produit que la moitié de son effet et où l'autre moitié reste au profit du sol qui ne leur appartient pas. Ils préfèrent en achetant le sol se réserver à eux-mêmes cet engrais surabondant. Heureux si, plus prudents, ils ne dépassaient pas, dans leurs achats, les sommes qu'ils ont déjà réalisées et s'ils ne demandaient pas à l'usure les fonds qui leur manquent pour compléter leurs acquisitions.

Qui ne conçoit maintenant l'essor que recevrait la culture, si l'argent des propriétaires et des tenanciers n'était pas distrait de son emploi naturel et s'il se confondait dans la tâche commune de relever l'agriculture de la France. Cette double impulsion hâterait l'époque où notre pays pourrait marcher de pair avec les Etats dont la culture est la plus avancée. Aujourd'hui le progrès ne se fait que pas à pas et par parcelles; il pourrait gagner de vastes étendues, et ménager, pour notre avenir, l'avantage de ce mélange de la grande et de la petite propriété qui ne prospèrent l'une et l'autre que par leur voisinage et leur appui mutuel.

En un mot, il y a en France trop peu de capitaux de cheptel et de fonds de roulement, parce que l'état des terres ne permet pas d'en tirer le parti convenable. Le luxe est sans doute nécessaire pour occuper les capitaux quand tous les emplois utiles sont déjà remplis; mais la France a plus de luxe que n'en comporte sa fortune.

Toutefois en signalant la mauvaise direction donnée aux capitaux par une grande partie de nos concitoyens, nous ne devons pas taire les exceptions qui deviennent tous les jours plus nombreuses. On voit de loin en loin quelques riches propriétaires prendre la direction de leurs cultures. Mal-

heureusement ils ne prévoient pas toujours les difficultés matérielles d'une telle résolution. Des connaissances incomplètes les mettent trop souvent à la merci d'agents peu dociles et peu fidèles; puis l'isolement de la campagne leur fait regretter la vie des cités, à laquelle ils sont habitués; les circonstances politiques offrent de nouvelles chances à une ambition à laquelle ils n'avaient jamais renoncé du fond du cœur; et les vocations factices échouent au bout de peu d'années, laissant des travaux inachevés et des améliorations gaspillées. Mais il y a aussi de réelles vocations, et nous les devons presque toutes à des jeunes gens instruits, qui ont su apprécier de bonne heure les ennuis des carrières publiques, qui ont comparé l'indépendance de la vie agricole à la sujétiondes hommes en place, et qui ont mis au service de l'agriculture leurs talents et leur activité.

Nous voyons aussi avec plaisir d'anciens négociants, après une carrière honorablement remplie, venir chercher le repos dans leurs champs. Ceux-là comprennent bien, en général, le rôle que doit jouer le capital dans une entreprise, et ils y apportent l'habitude d'en suivre l'emploi avec intelligence, d'imprimer un mouvement énergique à leurs opérations et de les juger par leurs résultats positifs.

Ces efforts partiels, ces bons exemples, réveillent bien de temps en temps quelques-uns de nos propriétaires de fortune moyenne; mais ceux-ci ne pouvant opérer que par le moyen d'économies bornées sur leurs revenus, privés du crédit qui pourrait leur fournir des fonds à un taux avantageux, ils ne font que de faibles tentatives qui ne peuvent prendre un développement notable qu'après une longue période de temps. Et cependant la loi des successions les talonne. Le revenu qui suffisait au père pour soutenir son état de bourgeois oisif va se partager entre ses enfants et les laisser dans la misère. Mais que ce capital en fonds de terre de la valeur de 100,000 fr. dont on retire 5 pour 100 se change en un capital de cheptel ou en fonds de roulement qui produise

10 pour 100, et voilà les enfants remontés au niveau de leur père, avec moins d'obligation de dépenses et plus de facilité de faire des économies. C'est là pour la classe moyenne le secret de l'avenir.

Quant aux jeunes gens qui se livrent à l'étude de l'agriculture sans posséder de capital en propre, je concevrais leurs espérances dans un pays où chaque propriétaire recherche un régisseur. En France, une telle chance est rare. La plupart des grandes propriétés sont affermées et le plus grand nombre manquent de cette étendue qui peut permettre la création d'un tel rouage. On prendra un contre-maître, un maître-valet, mettant la main à l'œuvre; mais un homme de talent ayant fait des sacrifices pour son éducation, et recherchant une place qui soit l'analogue de celle d'un ingénieur, ne se placera que par le concours de rares circonstances. Nous désirerions, pour le bien de l'agriculture, qu'elle pût employer beaucoup de ces hommes, mais nous regarderions comme indigne de nous de les engager dans la carrière agricole par un leurre qui ne leur préparerait que des regrets. C'est aux fils des fermiers et des propriétaires, à tous ceux qui ont une perspective assurée de l'emploi de leurs talents que nous devons surtout recommander de ne pas négliger cette éducation agricole de laquelle doit dépendre leurs succès et les progrès de l'agriculture française.

CHAPITRE II.

Diversité des talents agricoles.

Préparer les éléments d'une combinaison qui doit remplir un but défini; les mettre en présence les uns des autres dans la mesure et les limites où leur action sera la plus efficace; c'est *organiser*, *constituer* le système ou la combinaison.

Donner à ce système l'impulsion qui le met en mouvement, entretenir ce mouvement, veiller à ce qu'aucun des

éléments constitutifs ne s'altère et ne dévie des lois qui lui ont été prescrites par la constitution du système, c'est ce que l'on appelle *administrer*.

Ces deux fonctions exigent des talents très-divers, rarement unis à un degré supérieur dans le même individu. C'est pour n'avoir pas fait cette distinction que l'on a quelquefois si mal jugé les qualités des agents de l'agriculture. Voilà un homme que nous mettons à la tête d'une exploitation à organiser, mais il manque du coup-d'œil et de l'esprit de système qui font les organisateurs; il échoue, on le déclare incapable, et pourtant qui l'aurait vu à l'œuvre dans l'administration d'une ferme toute organisée, vigilant, instruit de tous les détails et les surveillant tous avec assiduité, aurait reconnu qu'il méritait un rang distingué dans la pratique de l'art. En voici un autre chargé des détails de l'administration; sa tête est sans cesse en travail, tandis que ses yeux ne voient pas et ses bras n'agissent pas; il laisse, sans s'en inquiéter, la rouille gagner les ressorts de sa machine, le moteur se ralentir et s'arrêter; il a dans les hommes qu'il emploie une confiance irréfléchie, il attend les saisons moyennes pour lesquelles ses calculs ont été faits, et il ne sait pas parer à temps aux dangers des saisons extrêmes. On a méconnu son aptitude et il est rejeté comme un homme inutile, tandis que c'est peut-être un génie capable d'organiser et de constituer non-seulement un domaine, mais une colonisation entière.

Nous avons vu à l'œuvre de ces hommes inconnus, et nous en citerons deux exemples en nous abstenant de désigner les lieux et les noms, pour ne pas jeter de là défaveur sur deux personnes qui occupent maintenant des postes honorables, assortis à leurs facultés et à la satisfaction de leurs patrons.

Le propriétaire d'un vaste domaine avait choisi, pour y organiser une exploitation sur de nouvelles bases, un jeune homme qui s'était distingué dans le cours de son éducation scholaire et agricole. Notre nouveau régisseur saisit vive-

ment et avec une certaine habileté les moyens d'organisation propres à la situation ; peut-être n'avait-il pas assez étudié les usages locaux et cherché à se rendre compte de leurs causes ; mais enfin son plan était exécutable, et la pratique n'aurait pas tardé à en modifier les parties défectueuses sans porter atteinte à l'ensemble. Sa machine à peine montée, il se trouva comme saisi d'une apathie inconcevable. On aurait dit qu'après avoir créé son monde, il se croyait le droit de se reposer le septième jour. Mais sa machine, qui n'avait reçu qu'une impulsion limitée et qui n'avait pas des ressorts éternels comme l'univers, abandonnée à des fous et des ignorants, craqua bientôt de toutes parts et menaça de se briser. Il fut alors tellement effrayé lui-même des effets de sa négligence, qu'il abandonna la place un beau jour, sans oser dire les raisons de son abdication. Un homme d'un esprit bien plus ordinaire, qui lui succéda, rétablit en peu de temps l'ordre interverti, en suivant les voies toutes tracées par son prédécesseur.

Un jeune homme plein d'activité et de dévouement fut choisi pour organiser et administrer une autre propriété. Incapable de juger des nécessités locales en rapport avec le capital dont il pouvait disposer, il y arriva avec une formule toute faite, l'assolement quadriennal, qu'il voulut appliquer à un domaine du Midi, qui était sous le système de la jachère alterne. La première année, la moitié de sa jachère fut semée en carottes et betteraves ; la moitié de sa sole de blé reçut un ensemencement en trèfle. Les cultures très-bien exécutées réussirent à souhait. Il s'adressa alors au propriétaire qui l'avait laissé faire avec confiance, et lui demanda une somme considérable pour achat des animaux destinés à consommer les fourrages et les racines qu'il avait créés. Celui-ci, fort étonné, lui répondit qu'il ne pouvait fournir aucun autre fonds que le capital de roulement. Ce qui aggravait la situation, c'est que, par l'isolement du domaine, il était impossible de vendre ces denrées. Ce fut alors que

l'on recourut aux conseils d'un habile agriculteur du voisinage. D'après ses avis, le propriétaire consentit à emprunter une certaine somme pour acheter des porcs qui consommeraient les racines et s'engraisseraient moyennant l'addition du son que l'on achèterait aussi. L'opération, réalisée en peu de mois, donna du bénéfice, mais on renonça à la renouveler parce que le propriétaire ne voulait supporter aucuns risques de cette nature ni recourir habituellement aux emprunts. Des trèfles magnifiques furent enterrés par un labour, et les résultats des blés qui suivirent cette opération furent tels, que l'on adopta invariablement sur le domaine l'usage des engrais verts. Le hasard a indiqué l'assolement le plus favorable à cette situation, assolement rendu inévitable par l'absence d'un cheptel suffisant : une année, des fèveroles et des lupins enterrés en fleurs ; l'année suivante, du blé. Notre jeune agriculteur, ayant une fois sa route toute tracée, a justifié l'attente que l'on avait mise en lui; outre qu'il a montré beaucoup de capacité pour se démêler de sa fâcheuse position, sa gestion a été toujours si sage et si habile, il a tellement réduit, par sa surveillance et son bon arrangement, les frais de l'exploitation, qu'il a considérablement augmenté les produits de sa ferme, et a acquis l'approbation générale dans un pays où on ne la prodigue pas.

Les facultés qui distinguent les organisateurs sont sans doute bien plus éminentes que celles qui font l'administrateur, mais beaucoup plus d'hommes s'en croient doués. Vous trouverez dans le monde une infinité de ces cerveaux présomptueux qui vous improvisent des constitutions de ferme comme des constitutions politiques : les unes ne leur coûtent pas plus que les autres. Mais les vrais organisateurs, ceux qui, possédant toutes les connaissances requises, savent les appliquer à leur sujet, qui leur adaptent ces lois découlant de la nature des choses, en accord avec les circonstances, se développant et s'exécutant avec aisance, portant chaque jour avec leurs résultats la conviction dans l'âme de tous les ob-

servateurs, ces hommes rares ne peuvent être longtemps confondus avec les charlatans qui usurpent leur rôle. Ce qui, en cette matière, favorise les usurpateurs, c'est qu'il faut des connaissances très-fortes pour les juger, et que ce n'est souvent qu'après une catastrophe que l'on s'aperçoit de l'illusion de leurs promesses, et qu'alors même ils ont cent prétextes pour excuser leur insuccès. Malheur aux propriétés et aux peuples qui tombent entre leurs mains.

L'administrateur inexpert est bien plus tôt reconnu. Ses fautes de détail se manifestent chaque jour. Elles ont pour juges et les agents inférieurs, et les voisins, et les personnes intéressées; le mal est graduel et peut être arrêté à temps, tandis qu'un système en cours d'exécution ne peut être arrêté et modifié sans les plus grandes pertes ; il ne s'agit souvent que de changer l'administrateur, quand on a reconnu son incapacité, pour rétablir un ordre régulier.

Il se trouve sans doute quelques hommes complets, possédant à la fois à un degré plus ou moins élevé les deux facultés de l'organisateur et de l'administrateur. Ce sont des hommes rares, qui savent marquer leur place et qui rarement se contentent de la prendre dans l'économie rurale. Mais il est aussi extraordinaire qu'un organisateur soit entièrement privé des talents de l'administrateur, ou que l'administrateur ne sache pas organiser jusqu'à un certain point. Les hommes qui se maintiennent dans cette sphère moyenne sont ceux que l'on rencontre le plus souvent dans le monde, et ils suffisent dans le plus grand nombre de cas où l'expérience générale du pays les guide et prévient leurs écarts.

CHAPITRE III.

De l'éducation des régisseurs agricoles.

Pour réussir dans une profession, il faut avoir les dispositions naturelles, la vocation et les connaissances qui s'y rapportent. Les dispositions, qui sont du génie quand elles

se manifestent à un degré élevé, sont indépendantes de notre volonté, la nature les donne ou les refuse. La vocation est le plus souvent indécise et peut être provoquée par les impressions que nous laissent nos habitudes d'enfance, les conversations, les exemples de famille, les difficultés que présente l'accès d'une profession, la facilité d'arriver à une autre, les avantages que présentent les différents états, ce qu'ils peuvent avoir de flatteur pour la vanité ou pour la facilité de la vie, enfin la perspective de la fortune qui peut s'y attacher. Il est presque toujours facile de décider de la vocation d'un enfant qui ne voit le monde que par les yeux de ceux qui l'entourent, mais il serait souvent dangereux de le faire sans consulter ses dispositions. La véritable vocation, quand on en a une, ne se prononce qu'à une certaine époque de la jeunesse où l'on a pu comparer déjà les différents états de la vie, et où les dispositions se sont manifestées. Ce n'est donc qu'alors que doit véritablement commencer l'éducation spéciale du jeune homme, pour ne pas lui imposer des études qui, plus tard, pourraient lui devenir inutiles.

L'agriculture est principalement fondée sur les connaissances chimiques, mécaniques et économiques. Dans les premières études communes à tous les hommes instruits, ceux qui se sont montrés plus tard d'habiles agriculteurs ont manifesté leur goût, par leurs progrès dans ces sciences, et par leur penchant à rechercher surtout leurs applications aux arts.

La mémoire étant la première faculté de l'enfant, qui est encore incapable de saisir des rapports nombreux et d'enchaîner des séries de conséquences, nous faisons peu de cas de ces cours prématurés de mathématiques, d'histoire naturelle, de physique, qui ne laissent dans le cerveau que des traces légères et confuses; il lui faut plus de maturité pour faire accepter des théories à sa raison. Ce temps est celui que l'on doit consacrer aux études de mots et de faits sans liaison nécessaire; telles sont les études grammaticales, l'histoire chronologique, la géographie descriptive.

Mais à l'âge de treize à quatorze ans, l'esprit est plus disposé à combiner des idées, à suivre un raisonnement ; c'est alors le moment de commencer son instruction scientifique, et il y fera plus de progrès en quelques mois que le jeune enfant pendant des années entières. Les mathématiques, la physique, la chimie, l'histoire naturelle, l'économie politique doivent occuper l'élève que l'on destine aux sciences d'application. Quatre années y seront employées, après lesquelles, s'il a profité de ses études, il pourra embrasser avec succès une des professions qui contribuent à la richesse publique, et il y portera les connaissances variées et cette habitude de généralisation qui caractérisent l'homme maître de l'art qu'il professe, et qui sait trouver des solutions pour tous les cas qui se présentent.

Nous supposons qu'alors, à l'âge de seize à dix-sept ans, le jeune homme se décide pour l'exercice de l'agriculture ; quelles seront ses études spéciales? Si nous cherchons des modèles dans les autres arts, nous trouverons qu'au sortir de l'Ecole Polytechnique, qui, avec ses écoles préparatoires, comprend l'ensemble de l'enseignement scientifique que l'élève vient d'acquérir, il entre dans une école d'application où la moitié de son temps est employée à suivre des cours de construction, de métallurgie, etc., en un mot, des cours d'application des sciences à la profession qu'il doit suivre, et l'autre moitié en applications sur le terrain, en apprentissage réel de son état. L'élève ingénieur des ponts-et-chaussées, par exemple, passe une moitié de l'année en mission auprès d'un ingénieur en exercice; il le supplée ou l'aide dans ses travaux.

Nous avons aussi nos écoles d'agriculture, mais elles ne répondent pas à la même pensée. Leurs élèves ne possèdent pas le degré d'instruction que nous supposions aux nôtres. Il faut à la fois les initier dans ces connaissances préliminaires et leur faire le cours d'agriculture qui ne doit en être que l'application. Il en résulte nécessairement que les études

scientifiques y sont faibles, incomplètes, détournées sans cesse de leur direction sévère, indépendantes de leur usage technique, et que la science agricole elle-même ne peut être présentée comme une déduction des connaissances acquises, qu'elle n'est offerte que par fragments détachés, comme corollaire de chaque principe scientifique, ou, ce qui est pis encore, dépouillée de ses principales relations avec les sciences fondamentales.

Un autre inconvénient, bien grave, de ces écoles, c'est que la masse des connaissances qu'il faut y puiser à la fois est si considérable qu'il reste bien peu de temps pour la pratique réelle, qui, au reste, ne s'y fait pas ou qui s'y fait mal. Or, on ne peut connaître une opération mécanique sans l'avoir pratiquée soi-même. Les meilleures leçons théoriques sur la charrue ne laissent que des idées incomplètes, si l'on n'a manié l'instrument assez longtemps et dans des circonstances assez variées pour que tous les obstacles, toutes les difficultés possibles se soient présentées ; il en est de même des soins à donner aux animaux, des préparations des récoltes, des opérations des marchés, de la comptabilité, etc. Les principes de la science n'ont pas toute leur valeur, toute leur prépondérance dans notre cerveau, si la pratique ne les a pas fait apprécier.

Si donc nous avons à instruire dans l'art agricole des élèves déjà versés dans les sciences pures, tels que ceux qui sortent de l'École Polytechnique, de celle des Arts et Manufactures, ou des cours libres des facultés suivies avec assiduité et fruit, nous pensons qu'il faut donner à nos écoles d'application une différente organisation de celle des écoles actuelles destinées à une toute autre classe d'élèves.

La base de cette organisation consistera à diviser le temps de nos élèves en deux parties égales : la moitié de la journée consacrée aux études théoriques ; l'autre moitié, à la pratique réelle. Les études dureront trois années ; les élèves de chaque année formant une division seront parta-

gés en deux groupes; le premier groupe étudiera le matin et pratiquera le soir, le second groupe pratiquera le matin et étudiera le soir. Par ce moyen, tous les travaux de la fcrme attachée à l'école seront exclusivement faits par des élèves sous la surveillance du contre-maître et des moniteurs. Les élèves devront travailler comme de véritables ouvriers, en déployant la même force et la même persévérance. La molle éducation fait les hommes sans énergie.

La première année les élèves seront employés aux soins des écuries et des étables, à la préparation des engrais, au service des moulins à battre, au vannage et au criblage des grains, à la laiterie, à la ferrure des animaux, à l'apprentissage de la forge, aux travaux de charronnage, de manière à pouvoir réparer eux-mêmes les instruments, au métier de bourrelier pour connaître parfaitement les harnais et savoir y faire les réparations urgentes, en un mot à tous les détails de l'intérieur de la ferme.

Ils seront sérieusement occupés au labour pendant la seconde année, et à toutes les opérations qui se font à l'aide des animaux : aux charrois, aux semis, en un mot à tous les travaux extérieur

Pendant la troisième année ils travailleront à la comptabilité; ils serviront de moniteurs dans les travaux divers, de contre-maîtres dans les différents détails de la ferme; ils accompagneront les agents aux marchés et s'accoutumeront à traiter des achats et des ventes; on les habituera à se rendre compte des expériences agronomiques, et enfin, si cela est possible, on leur donnera à diriger quelques exploitations isolées, quelque petite ferme que l'on créera à cette intention. Cette dernière pensée est celle de M. Rieffel, et si son exécution était aussi facile que ses effets nous paraissent excellents, on ne devrait pas hésiter à l'introduire dans les écoles d'application agricole.

L'apparente dureté de ce régime n'effraiera que ceux qui ne savent pas combien cette combinaison de travaux et d'é-

tudes est favorable à la santé et combien elle plaît aux jeunes gens que les études sédentaires fatiguent et dégoûtent. Cette variété d'occupations, l'habileté qu'ils y acquièrent, l'aplomb que leur adresse leur donne en présence des simples ouvriers, le goût qu'elle leur inspire pour l'art à proportion qu'ils se sentent mieux préparés à l'appliquer, sont des conditions indispensables pour déterminer leur vocation et leur donner en eux-mêmes la confiance qu'ils doivent inspirer aux autres. Pas d'oisiveté, travail constant, émulation provoquée dans tous les genres, c'est ainsi que l'on agit dans toutes les écoles dont les succès sont connus, à l'École Polytechnique, à Saint-Cyr, etc.

Mais en attendant qu'il existe des écoles d'agriculture où l'on puisse apprendre la science, l'art et le métier, trois choses indispensables dans la pratique, quelle est la marche que doit suivre le père de famille, dont le fils, ayant terminé ses études classiques et scientifiques, veut se vouer à la vie agricole? Question qui nous est bien souvent adressée et à laquelle nous avons fait constamment la même réponse. Après de telles préparations, l'étude de la théorie agricole n'offre pas de grandes difficultés, et en présence de la pratique, de bons livres suffiront pour s'y initier. C'est cette pratique qu'il faut chercher à apprendre par un séjour prolongé dans des fermes bien tenues et dans un pays avancé, ainsi que le font les fils des fermiers anglais. Là, sans doute, il faudra que la bonne volonté de l'élève supplée à la rigueur de la règle des écoles, pour le déterminer à mettre la main à tous les travaux. Mais s'il en sent bien l'importance, si le fermier qui lui sert de guide l'encourage à entrer dans tous les détails de la ferme, si l'ardeur et l'application de l'élève obtiennent la confiance du maître, deux ou trois années passées dans une semblable situation suffiront pour le mettre en état de diriger à son tour une exploitation.

Cependant, si les facultés de sa famille le permettent, nous ne voudrions pas qu'il le fît avant d'avoir comparé

dans quelques voyages les pratiques qu'il a apprises avec celles de pays situés dans un autre climat. Il ne s'agit pas alors de parcourir rapidement beaucoup de pays, mais de s'établir pendant quelque temps dans diverses situations agricoles choisies, d'en détailler les usages, les méthodes et leurs motifs dans des mémoires où elles seront rapprochées de celles des autres pays que l'on a observés. Cette excellente étude complétera l'éducation agricole du jeune élève.

On a sans doute des agriculteurs élevés à moins de frais. Quelques-uns suppléent par leur génie ou leur application aux connaissances qui leur manquent; mais les connaissances acquises aplanissent la route, préviennent les erreurs, dispensent des tâtonnements. Certes, peu d'ingénieurs mettent en usage le calcul infinitésimal dans le cours de leur pratique. Oserait-on dire cependant que l'étude de ce calcul n'a pas élevé leur esprit, n'en a pas étendu la portée, et que celui d'entre eux qui sera appelé à jeter un pont sur un bras de mer inventera le pont tube, s'il n'y a pas été préparé par les plus fortes études (1)?

(1) Quand ce chapitre a été écrit, l'Institut agronomique de Versailles n'avait pas été fondé. Son organisation devait faire concevoir l'espérance qu'il réaliserait l'attente publique. Des élèves bien préparés, soumis à deux années d'études théoriques et à une année de pratique dans l'Institut, devaient fournir des agronomes et des agriculteurs capables de donner l'impulsion à notre grande industrie-mère. Des professeurs choisis avec tant de soins, après des épreuves difficiles, ne se sont pas trouvés dans une position si nouvelle, sans avoir l'ambition de créer la science encore en germe, que nous avons essayé d'esquisser dans cet ouvrage. Les uns et les autres ont su oublier la pompe royale qui les entourait, la facilité des communications avec Paris; ils avaient aussi appris à corriger par leur zèle et un intérêt soutenu le défaut inhérent à l'éloignement des cultures du siége de l'Institut. Malheureusement des circonstances politiques, que nous n'avons pas à apprécier, ont amené, au bout d'un petit nombre d'années, la destruction de ce bel établissement. Le palais de Louis XIV n'a pas paru pouvoir devenir celui de l'agriculture.

CHAPITRE IV.

Éducation des agents inférieurs de l'agriculture.

Le nombre de ceux qui peuvent aspirer à la direction des grandes entreprises agricoles sera toujours bien borné en comparaison de celui des agents inférieurs qui doivent obéir à leurs ordres, ou de ceux qui, placés à la tête d'entreprises moins considérables, sont destinés à suivre avec peu de modification des systèmes et des assolements déjà arrêtés n'exigeant pas la même somme de connaissances théoriques.

Il importe pourtant que tous ces sous-officiers de l'agriculture ne soient pas abandonnés à la routine, qu'ils puissent se rendre compte de leurs opérations pour en modifier les détails selon les circonstances; n'employer que les forces absolument nécessaires; juger de l'état des terres, des engrais qu'elles exigent; enfin, qu'ils puissent par leur capacité acquérir de l'autorité sur les ouvriers qui leur sont subordonnés. Pour eux les formules scientifiques doivent être réduites en chiffres précis adaptés à leur position respective; les pratiques distinctement exprimées et dégagées de leurs démonstrations théoriques; leurs livres seront des manuels appropriés aux localités diverses, comparables aux catéchismes opposés aux traités de théologie, ou aux instructi ns pour l'exercice des troupes, opposés aux traités de tactique.

Si nous avions plus de fermiers instruits, nous dirions volontiers que la meilleure école de ces agents c'est de servir sous eux comme ouvriers. Dans les veillées d'hiver et les causeries du coin du feu, dans la transmission journalière des ordres pour le travail du lendemain, le maître leur donnerait la raison de ses opérations, et ils y trouveraient toutes les connaissances théoriques qui leur sont nécessaires. Mais cette ressource manque presque partout, et c'est ce qui a fait concevoir la pensée des fermes-écoles.

Nous ne pouvons qu'y applaudir. Les fermes-écoles bien dirigées, conduites par de véritables amis de leur art, n'y

ayant pas vu un objet de spéculation, celles où l'on aura su réunir les fils de fermiers et de métayers appelés par état à diriger un jour des exploitations, pourront rendre de grands services à la contrée où elles seront établies. Mais leurs directeurs doivent se mettre en garde contre des défauts qui sont presque inhérents à ces sortes d'établissements. On y reçoit plus de jeunes gens que l'on n'en peut occuper; ceux-ci ne peuvent se persuader qu'on doive exiger d'eux un travail sérieux et profitable, ils travaillent avec nonchalance et dégoût; livrés à la paresse et à des habitudes de vie peu conformes à celles des campagnes, ils perdent les qualités les plus précieuses, la sobriété, l'activité; ils deviennent délicats et se trouvent mal ensuite dans les positions modestes et laborieuses qui leur sont réservées; les plus hardis, les plus immoraux ne dominent que trop souvent parmi leurs camarades, et l'école devient un enseignement mutuel de vices et d'insubordination; enfin les maîtres, peu experts généralement dans la pratique, ont une tendance à faire des fermes des écoles doctrinales, des instituts qui donnent aux élèves des prétentions excessives, qui les excluent plus tard des places que la bonne conduite, la docilité, la modération pourraient leur ouvrir. Le ministre et les inspecteurs de l'agriculture ne sauraient trop s'attacher à combattre ces dispositions, s'ils veulent atteindre en partie le but qu'on s'est proposé.

Nous avons toujours trouvé les meilleurs contre-maîtres parmi les hommes qui avaient été attachés au service public dans les professions savantes, tels que les conducteurs et les piqueurs des Ponts-et-Chaussées, les sous-officiers retirés de l'artillerie et du génie, surtout quand les premiers temps de leur vie s'étaient passés à la campagne, au milieu des travaux de l'agriculture. Leur éducation mathématique, l'habitude de la subordination envers les supérieurs, le talent de se faire respecter et obéir des inférieurs, l'éloignement pour la débauche et l'ivrognerie, l'exactitude dans les affaires, l'é-

conomie dans les détails en font des sujets précieux, qui répondent généralement aux espérances que l'on avait conçues. Nous avons donc, sur une grande échelle, des écoles propres à former de bons régisseurs.

Mais le salaire de tels hommes s'élève de 800 à 1,500 fr., ce qui suppose qu'ils occupent des exploitations qui emploient de 17,000 à 40,000 fr. de fonds de roulement. On n'obtiendra pas, sans doute, à de meilleures conditions les jeunes gens sortant des fermes-écoles, après qu'ils auront acquis par quelques années de pratique, à leur sortie, l'habitude du commandement. Il nous semble donc évident que notre personnel disponible en fait de contre-maîtres est en nombre fort supérieur aux places qui peuvent se présenter; et, dans le fait, les concurrents ne manquent jamais pour les obtenir. Cette difficulté de pouvoir trouver place pour tous les aspirants nous indique suffisamment que l'instruction devrait surtout s'adresser *à ceux dont la place est toute trouvée.*

C'est donc surtout à nos fils de fermiers et de métayers qu'il faudrait pouvoir donner une éducation agricole. Or, il arrive précisément que les fils aînés se font habituellement remplacer dans le service militaire, et ne prennent pas dans leur jeunesse de profession dans les services publics. Ce sont eux qui sont privés de l'éducation préliminaire que l'on y puise et qui leur serait si utile. Ils forment la partie ignorante de la population de nos campagnes.

Puis donc que par la nature des choses, ces directeurs-nés de notre agriculture semblent fuir l'occasion de s'instruire, il faut que l'instruction aille les chercher à domicile; et c'est ici que nous ne pouvons trop recommander une institution que l'on a regardée jusqu'ici avec trop de dédain; celle des professeurs ambulants, véritables missionnaires de l'agriculture. M. Bonnet a l'honneur de l'avoir établie le premier dans le département du Doubs, et ses conférences suivies avec empressement ont porté la lumière dans les localités les plus obscures. Trois ou quatre professeurs par

département, bien pénétrés de l'esprit de leur mission, sachant présenter les bonnes doctrines sous des formes simples et pratiques; mettant les objets sous les yeux de leurs auditeurs, leur faisant apprécier par la vue les phénomènes et la marche de la végétation, leur montrant les insectes nuisibles à leurs cultures, répétant devant eux les expériences fondamentales de la physique et de la chimie, leur apprenant l'usage de quelques réactifs pour distinguer leurs terres et leurs eaux, leur faisant connaître les moyens de constater les propriétés physiques du sol, se servant des exemples locaux pour en conclure les lois des assolements, les méthodes les meilleures pour élever, engraisser le bétail, pour profiter des différents produits, répandront les lumières les plus utiles. Et si leurs tournées les ramenaient souvent dans les mêmes lieux, s'ils pouvaient y séjourner, profiter des jours de fête, de ceux où les intempéries suspendent les travaux; si par des interrogations ils s'assuraient des progrès de leurs auditeurs, si par leurs conférences avec les vieux agriculteurs ils s'instruisaient eux-mêmes, tout en détruisant les préjugés de ces derniers; si ces instructions étaient données avec simplicité, sans morgue, de manière à se faire écouter et désirer, nous pensons qu'aucune école ne vaudrait une telle institution pour l'instruction agricole de la France. C'est celle qui nous paraît la mieux indiquée par l'état de nos mœurs et celui de nos classes agricoles.

CHAPITRE V.

Des femmes dans la profession agricole.

Nos livres d'agriculture présentent une singulière lacune. Leurs auteurs semblent avoir ignoré l'importance de la femme dans les exploitations rurales, ou avoir dédaigné d'en faire mention (1); et cependant qui peut se méprendre sur

(1) Mme Cora Millet a écrit, dans le *Journal d'Agriculture pratique et de jardinage*, quelques articles intéressants sur l'éducation des femmes

la part qui lui revient dans les succès agricoles ? Non-seulement c'est elle qui est l'arbitre de la consommation intérieure de la ferme, qui peut la rendre économique ou ruineuse, qui prend soin de tout le détail de la basse-cour, de la laiterie, qui en reçoit et vend les produits, mais encore c'est elle qui peut rendre la vie de son mari douce et heureuse, qui le soutient dans ses revers et accroît la joie de sa réussite ; c'est elle qui, par ses qualités, prévient le mécontentement des subordonnés, leur fait supporter leurs peines, les intéresse à leurs travaux. Nous avons vu souvent des fermes en décadence avec un tenancier excellent, mais dont la femme était méchante, tracassière, négligente ; tandis qu'un tenancier médiocre prospérait, quand, par son activité, sa bonne tenue, son adresse, la femme savait inspirer aux gens de la ferme du zèle pour ses intérêts. Les valets, avant de se louer, s'informent surtout du caractère de la femme de ménage, et si elle a une mauvaise réputation, la ferme ne trouve que les hommes de rebut qui ne peuvent se placer ailleurs. Nous ferions volontiers subir une variation à un proverbe connu, et nous dirions : Tant vaut la femme, tant vaut la terre.

Nos riches fermiers ne savent pas tout le tort qu'ils font à leurs filles en leur donnant une éducation qui les éloigne des devoirs et des goûts de leur état. La vanité, le désir de ne pas paraître au-dessous du bourgeois souvent moins riche qu'eux, le désir peu éclairé de faire briller leurs enfants, les excitent à les envoyer dans des pensions et des couvents. Dans ces établissements, leurs filles trouvent des compagnes passionnées pour les plaisirs de la ville, aspirant à de brillants mariages où elles puissent contenter leur goût pour le luxe, occupées constamment des détails futiles de la toilette et des modes : la musique et la danse veulent d'autres théâtres qu'une ferme. De là, l'éloignement que les jeunes

destinées à vivre dans les champs; sa *Maison Rustique* à l'usage des femmes peut contribuer à leur donner le goût des occupations rurales.

personnes prennent pour la vie des champs, dont elles oublient la langue et dont elles apprennent à mépriser les mœurs, avec le désir de s'établir dans la ville. Et si elles épousent un fermier, ne trouvant plus de plaisir dans les occupations rustiques, ni dans le monde qui les entoure, elles se laissent gagner à l'humeur. Nous en avons vu dont la santé se ressentait de la contrainte dans laquelle elles vivaient, et le mari, affecté du dépérissement de sa femme, après avoir vécu longtemps dans l'inquiétude, se décidait à quitter son état et à habiter la ville, où il allait perdre son capital dans des spéculations pour lesquelles il n'était pas fait.

La meilleure éducation des femmes est celle qu'elles reçoivent au giron de leurs mères. Les saines traditions de famille s'y conservent; les bonnes mœurs ne s'y séparent jamais de l'instruction proprement dite; la jeune fille n'y vit pas dans un monde idéal comme celui que son imagination, aidée des inspirations de ses compagnes, lui forme dans la réclusion des pensionnats; elle est placée dans le monde réel, où se déroulent sous ses yeux les événements de la vie pratique dans toute leur simplicité; elle y apprend, par l'exemple de sa mère, à gouverner sa maison, à diriger son ménage. Les leçons maternelles et les lectures forment en même temps son esprit et sa raison, si on éloigne d'elle les livres qui ne fournissent que des excitations aux passions, et si on choisit ceux qui peuvent lui donner une solide instruction. L'histoire, la géographie, les voyages, l'économie rurale offrent une bibliothèque assez nombreuse et assez variée pour satisfaire sa curiosité et remplir ses loisirs. Il est vrai que toutes les mères ne sont pas en état de donner à leurs filles, même cette instruction modeste qui convient à leur état : la grammaire, les éléments de l'histoire, de la géographie et de la littérature, l'arithmétique, la tenue des livres. Mais est-il donc si difficile de se procurer une institutrice qui aide la mère dans ses fonctions? La Suisse, les départements de la France qui l'avoisinent, l'Allemagne, fournissent par milliers

des jeunes filles bien élevées et de bonnes mœurs, qui se destinent à cet état, qui peuvent même enseigner un peu de musique et de dessin, et qui ne coûteraient pas davantage que la pension payée dans les établissements d'instruction publique. Ce parti est beaucoup plus convenable que celui d'exposer les enfants aux dangers qu'y courent leur esprit et leur cœur.

Les propriétaires qui veulent habiter et exploiter leurs terres peuvent aussi se heurter au même écueil que les jeunes fermiers. Nous avons vu cette entreprise devenir impossible par leur union avec des femmes légères, sujettes à l'ennui, ayant peu de ressources en elles-mêmes. Un homme sensé et disposé à s'adonner à l'agriculture ne saurait trop se mettre en garde contre de telles dispositions dans celle à laquelle il veut s'unir ; elles effacent toutes les autres convenances. Les bonnes résolutions ne manquent pas à la jeune fille qui désire se marier ; elle se fait une fête d'une vie isolée qu'elle n'a pas encore éprouvée; il lui semble que la société de son mari suppléera à tout le reste. Mais vient l'expérience; les occupations du mari le tiennent aux champs une partie de la journée ; il rentre fatigué, et les moments où il peut s'occuper de sa femme sont courts. Alors, si celle-ci manque de solidité, si elle ne sait pas se créer des occupations, soit en s'intéressant aux affaires de la campagne, soit par les ressources de son éducation, si surtout elle n'a pas d'enfants, le séjour de la campagne finit par lui peser, et quand elle ne sait pas faire passer ses devoirs envers son mari avant ses goûts, elle emploie à le faire renoncer à son entreprise ces insinuations, ces soumissions désolées, cette indifférence affectée pour les choses qui l'entourent, le dénigrement même, enfin toutes les petites ruses féminines qui, par leur constance, triomphent des plus fortes résolutions. Que de précieuses vocations nous avons vues échouer ainsi, par suite d'un mariage où il ne manquait qu'une seule chose, une femme sachant se créer une occupation et un intérêt dans toutes les positions de la vie.

SIXIÈME PARTIE.

DE L'ORGANISATION DE L'ENTREPRISE AGRICOLE.

INTRODUCTION.

Organiser une entreprise agricole, c'est en réunir les éléments et les combiner entre eux, selon leur nature, de manière qu'ils produisent, par leur action réciproque, des récoltes végétales, obtenues aux moindres frais possibles.

L'organisateur construit la machine et choisit les matériaux ou met en usage avec adresse ceux dont il lui est permis de disposer; il en détermine les rouages, les met en rapport entre eux, de sorte que l'administrateur qui lui succède n'ait plus qu'à lui imprimer le mouvement, à l'entretenir, et à surveiller son action. Il ne faut pas confondre ces deux rôles que la théorie et la pratique de tous les arts distinguent essentiellement.

L'agriculteur chargé d'organiser une entreprise doit donc 1° se rendre compte des matériaux qu'il peut employer et qui sont ici : *a* la terre, *b* le capital, *c* les forces mécaniques, *d* les éléments nutritifs de reproduction ; 2° après avoir comparé la valeur relative de ces éléments, il doit se décider pour le système de culture, qui, ces éléments donnés, peut avoir le résultat le plus avantageux; 3° dans le système adopté, il doit choisir les plantes qui peuvent être admises, et en prescrire la succession, c'est-à-dire arrêter un plan d'assolement; 4° enfin il doit lier toutes les parties de ce travail, en former un plan complet, dans lequel s'équilibrent les recettes et les dépenses.

PREMIÈRE DIVISION.

RECHERCHE DES ÉLÉMENTS DE L'ENTREPRISE.

CHAPITRE PREMIER.

La Terre.

Le premier soin auquel on devra se livrer sera celui d'acquérir une connaissance approfondie de la terre sur laquelle il s'agit d'opérer; nous aurons à examiner 1° les titres qui établissent sa possession, et les droits qui y sont attachés; 2° sa surface; 3° la disposition des couches sous-jacentes; 4° sa composition minéralogique et chimique; 5° ses propriétés physiques; 6° ses propriétés culturales, c'est-à-dire, les forces employées, le temps que l'on peut consacrer à la culture, etc.; 7° le climat où la terre est située; 8° son degré actuel de fertilité; 9° ses débouchés; 10° ses communications.

SECTION I. — *Titres de possession.*

Les titres de possession actuelle de la terre consistent ou en un acte de vente ou de concession, ou bien en un bail à ferme ou à métairie, etc., etc. Dans ces derniers cas, quoiqu'il suffise le plus souvent de connaître les stipulations mêmes du bail, sa durée, ses charges, etc., il n'est pas inutile aussi de connaître les actes qui fondent la propriété; ceux-ci contiennent quelquefois des clauses qui peuvent faciliter où gêner la possession, qui établissent des droits dont on n'a pas fait usage jusqu'alors, mais qu'il serait utile d'exercer, ou qui peuvent modifier les conditions du propriétaire de manière à rendre plus ou moins sujette à discussion la propriété elle-

même. Un fermier à long terme surtout doit prendre communication des titres de propriété; il doit aussi vérifier l'état des hypothèques établies sur le domaine; car si le caractère du propriétaire et la réputation d'honneur de sa famille ont pu entrer pour quelque chose dans la conclusion du bail, on ne voudrait pas courir la chance d'avoir affaire, par une vente ou une expropriation, à un propriétaire inconnu qui ne présenterait pas les mêmes garanties; ces réflexions s'appliquent surtout au métayage.

Quant au propriétaire lui-même et à ses gérants, il va sans dire qu'ils doivent avoir une connaissance parfaite des actes de propriété, des droits qu'ils confirment et des charges qui y sont attachées. Ces actes devront être lus plusieurs fois, en remontant aux actes antérieurs, et l'on devra faire un extrait de toutes leurs clauses.

SECTION II. — *Surface du terrain.*

On se procurera ou l'on fera lever le plan du domaine. Ce plan désignera les différentes parcelles dont il est composé; la nature de leur culture par masse, c'est-à-dire qu'il indiquera les terres arables, les prés, les bois, les marécages, etc. On y tracera plusieurs lignes de niveau en long et en travers pour indiquer les pentes, et si le terrain est très-accidenté, des lignes de niveau continues qui représenteront le relief exact du plan. Ces lignes s'obtiennent en liant entre eux, sur le plan, les points qui sont au même niveau. Avec ces données, il serait très-facile de construire le plan en relief du domaine.

On accompagne ordinairement le plan d'une légende portant le nom et le numéro de chaque parcelle et son étendue superficielle, celle-ci résultant soit d'un arpentage fait exprès, soit de la reproduction de l'arpentage porté sur la matrice cadastrale de la commune.

En même temps, on visitera les limites des champs; on

observera les modes de bornage, soit au moyen de fossés, de haies, de plantations, soit au moyen de bornes. Là où il n'y aurait aucune de ces lignes de limites, on provoquera une action en bornage avec les voisins. Toute incertitude sur ce point doit être bannie; en établissant dès l'origine les droits de la propriété, on s'épargne des discussions fâcheuses, qui dégénèrent souvent en procès.

SECTION III. — *Stratification du terrain.*

Nous savons de quelle improtance est la connaissance du sol et du sous-sol du terrain dans l'exercice de l'art agricole : on s'empressera donc d'en constater la stratification. On fera ouvrir dans chaque parcelle et autant que les apparences indiqueront un changement dans la nature du sol, des fosses de 1 mètre de profondeur; on examinera la coupe du sol et on en écrira la description. Mais pour avoir toujours sous les yeux la nature même de chaque terrain, on se procurera des tubes de verre de 1 mètre de long, et de 5 centimètres de diamètre intérieur; fermés par le bas, on les remplira de la terre de la fosse, en ayant soin que chaque couche du tube soit de la nature et de l'épaisseur de celle de la fosse. Si le terrain n'avait pas un mètre de profondeur avant d'atteindre le rocher, on mettrait au fond du tube un échantillon de la roche, que l'on recouvrirait d'une épaisseur de terre pareille à celle du terrain.

Ces tubes portent le nom et le numéro des parcelles dont ils contiennent les échantillons et sont déposés dans le cabinet du gérant, pour être à ses yeux la représentation continuelle des différentes parties du domaine.

SECTION IV. — *Composition minéralogique et chimique.*

On fera la description de chaque nature de sol que présente le domaine, d'abord en examinant au microscope les agglo-

mérations naturelles des particules de terre, puis, en les séparant les unes des autres, au moyen de la lévigation, et en énumérant les différentes espèces de roches et de minéraux qui les composent; enfin, ou bien on en fera l'analyse chimique complète, ou bien on se bornera à constater l'existence et la proportion de la silice combinée, du phosphore, du chlore, de la chaux, des alcalis qu'il renferme, par les procédés que nous avons indiqués dans le premier volume de cet ouvrage.

On constate aussi les propriétés physiques principales des différentes natures du sol ; savoir : 1° la pesanteur d'un mètre cube de la terre dans l'état de tassement où elle se trouve après la fouille ; 2° sa faculté de retenir l'eau ; 3° sa ténacité à l'état compact ; 4° sa ténacité dans ses différents états de sècheresse et d'humidité; celle-ci s'obtient au moyen de la bêche dynamométrique, et cette expérience se répète souvent et s'inscrit sur le registre du terrain à côté de chaque parcelle, au moment des différents labours, avec l'indication de l'état du sol.

SECTION V. — *Propriétés culturales du sol.*

Il faudra s'informer soigneusement, non-seulement de vive voix, mais par l'observation immédiate sur le terrain, du temps qui est consacré aux labours, des saisons où ils peuvent se faire, de la profondeur qu'on leur donne, des forces qu'ils exigent. Ces faits résulteront, au reste, de l'examen des labours faits, et dont on pourra juger la bonne façon ou l'insuffisance, et du nombre des différentes espèces de bêtes de travail que l'on y emploie. On remarquera l'état des mottes plus ou moins faciles à pulvériser à la sortie de l'hiver ou à la fin de l'été ; l'effet produit sur elles par le rouleau et la herse; l'état où se trouvent les terres après des labours faits dans les terres sèches ou les terres humides. Toutes ces notions ont un haut degré d'importance pour décider le système qui est applicable au domaine.

On ne négligera pas non plus de recueillir tous les renseignements possibles sur les maladies auxquelles sont sujettes les plantes et sur les insectes qui les attaquent.

SECTION VI. — *Climat.*

Si l'on peut se procurer un recueil d'observations météorologiques faites antérieuremeut sur les lieux ou dans des lieux voisins de ceux que l'on exploite, on en tirera des données très-précieuses pour le choix d'un système cultural et l'établissement d'un assolement. On aura ainsi : 1° La température moyenne; 2° la température moyenne et la température extrême des *minima* et des *maxima;* 3° la température solaire des corps opaques (ce que nous avons appelé température totale dans le cours de cet ouvrage); 4° la hauteur moyenne du baromètre dont on peut conclure l'altitude du lieu ; 5° la quantité de pluie et le nombre de pluies de chaque mois ; 6° le nombre de chutes de neige de chaque mois; 7° le nombre de jours de gelée et l'épaisseur de la glace formée chaque vingt-quatre heures; 8° le nombre de gelées blanches de chaque mois; 9° l'humidité relative de l'air; 10° l'évaporation; 11° la direction moyenne des vents, le nombre de jours de chaque vent et sa vitesse.

On organisera d'ailleurs pour l'avenir une série d'observations journalières. Quelques instruments de physique placés à portée du cabinet du gérant ou du comptable suffiront à cet effet; ils occuperont peu d'instants de la journée et donneront les indications les plus précieuses sur les effets des météores, et l'explication d'une foule de phénomènes qui paraissent des anomalies quand on ne les compare pas aux phénomènes météorologiques.

S'il n'existait pas de recueils d'observations déjà faites dans le pays, on pourra, en attendant d'avoir pu déterminer rigoureusement le climat, obtenir au moins les indications les plus nécessaires, au moyen de remarques

fournies par les effets des saisons sur l'agriculture. Ainsi, les plantes admises ou exclues de la culture d'un pays indiquent très-bien la répartition des météores entre les saisons. Les semis printaniers de céréales sont un signe de printemps habituellement assez humides pour favoriser la germination; les cultures dérobées d'automne annoncent des températures élevées et prolongées dans cette saison; l'existence des orangers, de l'olivier, du maïs, de la vigne, sont autant de caractères de climats qui ont été définis ailleurs; la forte inclinaison des branches des arbres dans une direction déterminée annonce des vents violents venus de la direction opposée; l'absence des cultures sarclées d'été dans les terrains non arrosés indique une forte évaporation et la dessiccation du sol qui en résulte dans cette saison, etc.

SECTION VII. — *Fertilité du sol.*

Le nouveau gérant a le plus grand intérêt à se procurer les renseignements les plus exacts sur la fertilité des différentes parties du domaine qu'il va exploiter. C'est sur cette connaissance qu'il pourra établir ses plans de cultures. Il n'a pour en juger que les résultats obtenus jusqu'alors. Ces renseignements ne sont pas toujours faciles à obtenir, soit du propriétaire, soit du précédent fermier. L'un cherche à grossir le chiffre du produit, l'autre s'obstine à l'affaiblir. Cependant, avec quelque adresse, en comparant leurs assertions à ce que l'on peut recueillir des subalternes et des voisins, on finit par approcher de la vérité. On apprécie ainsi le produit du sol forestier par celui des coupes annuelles, et par une visite des bois sur pied; on calcule la fertilité des pâturages par le nombre et le poids du bétail qui y est entretenu en bon état; enfin, quand les terres sont en état de culture, il faut connaître préalablement la moyenne des récoltes et la quantité d'engrais employée sur la terre pour juger de la fertilité qu'elle a acquise.

Quand on est parvenu à apprécier les récoltes moyennes, et qu'on veut connaître les engrais annuels, on a la ressource d'obtenir la communication des livres de compte du précédent régisseur, s'ils sont bien tenus, et ensuite d'analyser la qualité de l'engrais que l'on fait dans la ferme. Mais, comme il arrive le plus souvent que l'on refusera la communication des comptes, ou qu'on ne pourra les demander, il reste un moyen approximatif qui nous a toujours conduit à un résultat satisfaisant. Il consiste à estimer les engrais produits d'après le bétail nourri sur la ferme, et on se sert pour cela de la table suivante. Nous supposons dans cette table d'abord que les animaux ne reçoivent pas de litière; dans les fermes bien tenues, on donne 1,000 k. de litière de paille pour 100 kil. de poids de l'animal. Dans tous les cas, il faudra ajouter au poids de fumier sec celui de la paille complétement sèche, qui se réduit à 915 kil. p. 1,000 de son poids à l'état normal; il faut alors ajouter aussi 2,7 kil. d'azote pour 1,000 kil. de paille, à l'azote de l'engrais.

Nous supposons aussi les animaux nourris constamment à l'étable. Ainsi il faudra déduire pour ceux qui travaillent, ou qui pâturent dehors, une quantité de matière et d'azote proportionnée à leur absence de l'étable.

	Animaux sans litière. 100 kil. de poids vif donnent par an.		Animaux avec 1,000 k. de paille de litière. 100 k. de poids donnent par an.	
	Matière sèche du fumier.	Azote. kil.	Matière sèche du fumier et de la litière.	Azote. kil.
Animaux adultes	265 kil.	11,7	1,180 kil.	14,4
Femelles nourrices ou laitières	685	8,2	1,600	10,9
Jeunes animaux ou animaux à l'engrais . . .	785	14,3	1,700	17,0
Volaille courant le jour.	245	2,8	1,160	5,5

Si l'on ajoute au fumier sec la quantité d'eau que contient habituellement celui de la ferme, on arrive très-approximativement à estimer le nombre de voyages de fumier néces-

saires. Ainsi le fumier normal, qui contient 0,80 d'eau, produira pour les chevaux $\frac{1180}{0,20} = 5900$ kil. de fumier, ou 59 voyages à un cheval, pour 100 kil. de poids vif; avec seulement 0,40 d'eau comme dans nos fumiers du Midi, nous aurons $\frac{1180}{0,60} = 1967$ kil. de fumier, ou 19,67 voyages à un cheval, et les deux masses auront le même dosage de 14,14 kil. d'azote par 100 kil. du poids du cheval.

Il sera donc facile de savoir approximativement l'engrais que l'on peut disperser sur les terres du domaine; ainsi soit le bétail suivant :

	Fumier sec.	Azote.
8 chevaux travaillant 6, 3 heures par jour moyen devront produire les 0,7375 du produit moyen; leur poids étant de 400 kil. chacun ou 3200 kil., on a. . .	kil. 27847	kil. 339,84
10 vaches laitières pesant 400, ci 4000 kil.	64000	436,00
6 porcs de tout âge pesant en moyenne 50 kil., ci 300 kil.	5100	51,00
10 poules, ci 75 kil.	870	4,12
	97817	830,96

Les terres en culture sous l'assolement froment et jachère ont 80 hectares d'étendue, ce qui nous donne par hectare ensemencé $\frac{830,96}{40} = 20,77$ kil. d'azote, devant fournir, si les engrais produisaient tous leurs effets, $\frac{20,77}{0,0262} = 793$ kil. de blé. Les effets de la jachère se manifestent par un produit de 701 kil. de blé; la récolte totale devrait être de 1494 kil. Le produit moyen n'est que de 1280 kil. (16 hectolitres), qui nous donnent le chiffre qui exprime le véritable rendement de l'engrais. En effet, nous avons toujours :

Pour la jachère.	701
L'engrais ne produit donc que.	579
	1,280

Or, 579 n'est que les 0,73 de 793; ainsi la fertilité de la

terre, qui est représentée par les effets du fumier, peut être évaluée à 0,73 ou près des 3/4 de la fertilité totale.

SECTION VIII. — *Débouchés.*

On ne cultive pas impunément les produits qui ne se consomment pas dans le pays, ou que le commerce n'a pas l'habitude d'acheter.

Ayez une belle récolte de safran dans le Puy-de-Dôme, ou de garance dans la Haute-Garonne, de colza dans Vaucluse, de soie en Allemagne, vous serez obligé de la consigner à un commissionnaire, dans une place de commerce éloignée; son compte sera chargé de frais de commission, de transport, de factage, *du croire*, etc. (1). Vous traiterez avec d'autant moins d'avantages que vous ne serez pas commerçant, et que vous n'êtes qu'une pratique accidentelle de votre commettant.

Parmi les espèces de produits que l'on veut cultiver, il faut encore s'attacher aux variétés qui sont du goût des consommateurs; ici, l'on vend du blé dur; là, du blé tendre; du maïs rouge ou du maïs blanc; du vin coloré ou du vin clair, etc. Il ne suffit pas, en un mot, que les produits soient bons, mais il faut qu'ils aient les qualités extérieures de ceux qui sont les plus recherchés. Cette nécessité de se conformer aux usages commerciaux du pays où l'on cultive met des limites assez étroites au choix des plantes qui peuvent entrer dans les assolements; mais il faut se conformer à ces exigences, si l'on ne veut se trouver tout-à-coup encombré de marchandises que l'on ne pourrait vendre.

On s'informe donc soigneusement d'abord des différents produits qui sont généralement cultivés, et qui par conséquent ont leurs débouchés tout établis; ensuite de ceux qui

(1) Voyez-en un exemple pour la vente d'une partie de garance, t. II de nos *Mémoires d'Agriculture*, p. 306.

sont d'une consommation générale dans le pays, quoique provenant de lieux éloignés; et rien n'empêche qu'on ne les cultive aussi quand leur production se trouve dans la convenance agricole de l'exploitation. Ainsi, par exemple, on pourrait créer des masses de riz, de haricots, de lentilles, etc., sans être embarrassé pour leur débit. Mais il y a d'autres denrées qui entrent aussi dans la consommation du pays, mais dont l'usage est limité; il ne faut pas alors dépasser ces limites sous peine de ne pouvoir écouler toute sa récolte. C'est ainsi qu'on peut être encombré d'artichauts, quand on excède la consommation du marché voisin; de foin destiné à la vente, si l'on étend cette production au-delà d'un certain terme; de blé même dans les pays qui n'ont pas de faciles communications et ne possèdent qu'une faible population.

En même temps qu'on recueille ces renseignements, on ne manque pas de prendre la série des prix des différentes productions pendant les années écoulées, soit au moyen de mercuriales, soit dans les registres des courtiers et des négociants; on connaît alors les variations et leur moyenne.

SECTION IX. — *Des communications.*

Au nombre des frais qu'occasionne un produit se trouvent les frais de transport jusqu'au lieu du marché, et ces frais de transport dépendent de la distance et de l'état des chemins. La distance restant la même, l'état des chemins varie selon les saisons; il y a même des fermes dont on ne peut sortir en hiver, tellement les routes deviennent mauvaises. Toutes ces circonstances doivent attirer l'attention spéciale du directeur chargé d'organiser une exploitation.

Dans le calcul que l'on fera des distances, c'est principalement du temps employé à les parcourir qu'il faudra s'occuper, et surtout du nombre de voyages que l'on peut effectuer dans un temps donné. Ainsi, supposons que l'on pût faire trois fois le trajet de la ferme au marché dans la journée, il

est probable que pour éviter une découchée on ne fera qu'un voyage et un retour par jour, et qu'après ce travail le temps qui restera sera à-peu-près perdu, parce que l'on n'obtiendra plus grand'chose d'utile du conducteur ou des chevaux. Si l'on ne peut pas retourner le même jour, les frais d'auberge ajoutent beaucoup aux frais de transport.

Connaissant le prix d'un voyage et la quantité de denrées que l'on peut charger sur une voiture, on pourra dresser un état de la dépense occasionnée par chaque transport, tant en été qu'en hiver; ce qui guidera sur le choix de la saison dans laquelle devront s'effectuer les transports. Ainsi soit une voiture à trois chevaux faisant un seul voyage par jour et portant 2736 kil. de blé (36 hectolitres), le prix du voyage et retour étant de 10 fr., il faudra ajouter aux frais de culture 0 fr. 27 par hectolitre de blé; à moins que l'on ne puisse faire un chargement utile au retour, ce qui réduirait cette dépense.

CHAPITRE II.

Le Capital.

Le capital est subordonné à l'entreprise ou l'entreprise au capital. Dans le premier cas, après être convenu du système à suivre et du degré d'intensité à lui donner, on dispose du capital nécessaire pour l'exécuter ; dans le second cas, le capital étant limité, on établit le système et on le règle d'après le capital dont on peut disposer. Le premier cas permet de mettre en œuvre tous les dons de la nature et d'obtenir le maximum de produits au plus bas prix posssible; le second ne permet que des résultats plus bornés, qui sont en un certain rapport avec les nécessités absolues du système adopté et le capital relatif que l'on peut y consacrer. C'est dire assez que le génie de l'organisateur n'est parfaitement libre que quand il agit en vue du terrain et des produits dont il est susceptible et que le capital qu'il exige n'est

qu'une conséquence de cette première opération. Ainsi l'organisateur devra d'abord poser les bases sur lesquelles il doit opérer. 1° L'étendue et la nature des domaines étant connues, devra-t-il se conformer au système usité, ou à un système convenu, ou sera-t-il libre d'adopter le système qu'il croira le plus adapté au terrain? 2° quel sera le capital dont il pourra disposer pour l'exploitation?

Mais comme il faut qu'il ne reste pas le moindre doute sur ces préliminaires de l'organisation, on s'informera en outre de la nature du capital dont on dispose. Si une partie en était destinée à des réparations foncières, à des constructions nouvelles, il faudrait la distraire du véritable capital d'exploitation, qui ne doit comprendre que le cheptel et le fonds de roulement; ensuite, il faut savoir si une partie quelconque de ce capital n'existe pas déjà sous forme d'instruments, de bestiaux, et alors il importe de s'assurer s'ils peuvent être utilisés, ou si, devant être remplacés, il n'y aura pas une forte perte à subir sur cet article; il faut aussi en vérifier l'estimation; enfin, il faut s'informer si l'on n'est pas gêné par quelques conditions, quant à l'usage du capital annoncé, si l'on sera libre de le répartir entre le cheptel et le fonds de roulement, et si les échéances de paiement concorderont avec les besoins du service.

Faute d'être convenu d'avance de toutes ces choses essentielles, faute d'en avoir rédigé un état succinct, mais clair, et d'en avoir obtenu la sanction du propriétaire, des régisseurs se sont vus jetés dans les plus grands embarras, après avoir entrepris, sur des promesses en l'air, des exploitations auxquelles le capital venait à manquer, au moment le plus critique. Nous avons vu, par exemple, un jeune homme, qui s'était mis à l'œuvre avec la confiance de pouvoir disposer des fonds nécessaires, mais auquel on avait caché qu'une grande partie de la somme était destinée à construire une étable magnifique, en remplacement d'une vacherie rustique, mais très-suffisante. Il en résulta une souffrance gé-

nérale ; le cheptel n'était pas complet, les animaux de rente étaient insuffisants; le fourrage, trop abondant pour le bétail, était gaspillé ; les engrais ne se faisaient pas ; les ouvriers étaient peu nombreux ; enfin les récoltes manquaient, et le régisseur fut renvoyé comme incapable, pour n'avoir pas aperçu de bonne heure le piége tendu sous ses pas.

Il y a d'ailleurs si peu de propriétaires qui apprécient sérieusement ce qui est nécessaire pour exploiter fructueusement un domaine; il y en a tant qui s'imaginent qu'un directeur habile peut suppléer à l'argent! Ils se répètent sans doute ce mot de l'avare : *pour agir en habile homme, il faut parler de faire bonne chère avec peu d'argent.* La nourriture des plantes s'achète comme celle des hommes, et l'habile agriculteur ne crée pas, il ne fait que mettre en œuvre des matériaux qu'il n'obtient pas sans les payer.

Que le régisseur se garde donc bien, pour flatter le goût du propriétaire et se faire accepter, de lui dissimuler la réalité des dépenses qu'exige l'exploitation. Il y laisserait sa réputation, ou bien il serait obligé de se démentir sans cesse et de faire le métier de solliciteur pour obtenir des suppléments de crédit. Il faut donc aborder franchement la question avant de s'engager et dire : Avant d'entrer plus avant dans des projets d'organisation, il faut que je sache quel est le montant exact du capital que vous destinez à l'exploitation, et en quoi il consiste. Si vous pouvez assigner d'avance la somme dont vous voulez disposer, si cette somme est limitée par vos facultés, par vos arrangements, et que vous ne puissiez les dépasser, je vais conformer mon plan d'organisation à la possibilité d'en tirer le meilleur parti possible; si au contraire vous êtes disposé à étendre le crédit à tout ce qui sera nécessaire pour mettre le domaine dans l'état de production le plus avancé, je vais l'organiser d'après sa nature et d'une manière absolue, et mon plan arrêté, je vous ferai connaître le capital qu'exige son exécution.

Une fois d'accord sur ce point fondamental, le régisseur

n'agit plus au hasard, il a des bases certaines, et, s'il connaît son métier, s'il a bien étudié le pays et le prix commun de chaque chose, il ne commettra pas de grandes erreurs dans ses évaluations.

CHAPITRE III.

Des forces mécaniques.

Tous les genres de forces mécaniques ne sont pas applicables à toutes les situations. Il faut que celui qui est chargé d'organiser une exploitation examine d'avance celles qu'il sera le plus avantageux d'employer.

Le plus souvent il est plus économique de se servir de la force des animaux que de celle de l'homme, qui est alors réservée pour diriger les machines attelées ; c'est moins ses muscles que son intelligence que l'on met en œuvre. Cependant, si les parcelles des champs sont peu étendues, que la charrue n'y puisse pas circuler avec facilité, on a recours aux travaux à bras. C'est ainsi que, dans ce cas, on arrache la garance à la main, tandis que, dans les terres qui sont assez longues pour y faire tourner les nombreux attelages qu'exige cette opération, il est plus avantageux de se servir de la charrue. On préférera aussi la main de l'homme aux animaux dans le grand nombre de sarclages et de binages qui ne pourraient être faits autrement qu'en espaçant beaucoup les lignes, ce qui ferait perdre sur la récolte plus que ne coûte l'excédant du prix de la main-d'œuvre. Enfin, on n'a pas trouvé jusqu'ici le moyen de suppléer aux hommes par le travail des animaux, dans les fauchages et la moisson, les récoltes de différentes espèces et beaucoup d'autres menus travaux qui nécessitent une attention soutenue et l'usage de la réflexion.

L'entrepreneur aura à s'informer des ouvriers qui doivent concourir à ses travaux, des prix de leurs salaires, soit

comme valets attachés à la ferme, soit comme journaliers, soit comme ouvriers à la tâche ; de la facilité d'obtenir les uns et les autres aux époques où l'on pourra en avoir besoin, et des inconvénients que ces différents modes de location présentent dans la localité où il se propose d'exploiter. Ces renseignements lui serviront à limiter ou à étendre l'emploi qu'il voudra en faire.

Nous connaissons des exploitations d'où l'on a banni presque complétement les valets de ferme et même les animaux de trait, et où tout se fait au moyen d'ouvriers à la journée ou à la tâche et de bêtes de travail louées. Il nous a paru que ce mode de gestion était économique et peu embarrassant, si ce n'est que dans quelques moments pressés où, si l'on n'a pas eu assez de prévoyance, les ouvriers sont loués ailleurs ou occupés de leurs propres affaires. Mais ces fermes étaient peu étendues, et elles étaient entourées d'exploitations considérables et de fermiers pauvres qui saisissaient avec avidité toutes les occasions de gagner quelque argent. Il ne faudrait pas, sans de bonnes raisons, avoir une confiance absolue dans un pareil moyen de se procurer les forces nécessaires.

D'autres régisseurs réduisent le nombre des valets à gages à ce qui est absolument nécessaire pour le travail des attelages, et se servent d'ouvriers à la journée pour tout ce qui se fait au moyen des bras : les bêchages, les binages, les creusements de fossés, la moisson, la fenaison, les grands remuements d'engrais, etc. Mais ce mode suppose que l'on trouve toujours à propos le nombre d'ouvriers à louer. Les bons journaliers se rencontrent en abondance dans les pays où la propriété est très-divisée et où les petits propriétaires n'ont pas assez de travail sur leurs propres terres pour employer tout leur temps; ou bien, quand un grand nombre de fermes ont adopté cette méthode, et quand, par conséquent, il s'est créé une race de journaliers sûrs de trouver de l'emploi toute l'année.

Quand on n'est pas dans une de ces positions privilégiées, il faut nécessairement louer à l'année le nombre de valets suffisant pour faire tous les travaux de l'exploitation. Ce parti est sans doute le plus désavantageux, et l'on ne peut parer à ses inconvénients que par le choix de systèmes ou d'assolements dans lesquels les travaux à bras sont extrêmement réduits et où il ne reste presque plus à faire que des labours et des charrois.

Les travaux à la tâche présentent ordinairement un grand avantage sur ceux à la journée, quand on se sert habituellement des mêmes tâcherons et qu'ils ont reconnu en vous la capacité pour bien juger leur ouvrage. Les bons ouvriers trouvent comme le maître leur profit à cet arrangement, parce qu'ils savent y gagner en un jour le prix d'une journée et demie au moins. Plus vous trouverez de tâcherons dans un pays, et plus vous pourrez prendre bonne opinion de la classe des ouvriers.

Pour servir d'éléments de comparaison, on dressera un tableau contenant : le prix des journées pour chaque mois de l'année; la nature et la quantité de chaque travail que l'ouvrier peut faire dans une journée; le prix des travaux à la tâche, et enfin les gages des valets, l'évaluation en argent de leur nourriture, ce qui donne enfin le prix de leur journée.

Le cheval, le mulet, le bœuf, la vache, tels sont les animaux entre lesquels le régisseur devra se déterminer pour l'exécution de ses travaux. Quoique les habitudes semblent déjà préjuger quel sera son choix, il devra peser les raisons qui ont décidé la préférence, et se rendre bien compte des difficultés que l'on rencontrerait pour opérer un changement subit.

Nous avons déjà indiqué dans notre troisième volume les avantages et les inconvénients de chacune de ces espèces d'animaux. Le cheval convient surtout dans les pays à terres légères, où l'on a des charrois en plaine à effectuer, où les fourrages sont abondants et fins; le mulet est préférable

dans les pays chauds et secs ; il s'assimile plus facilement une nourriture plus chargée de ligneux, il mange plus volontiers la paille et les fourrages grossiers ; le bœuf est approprié aux terres fortes qui exigent des labours profonds et pénibles, aux situations où l'on a des charrois à faire sur de grands pentes; il profite des pâturages où on peut le nourrir une partie de l'année, et il ne craint pas les nourritures grossières quand il les consomme en vert ; enfin on ne compte sur le travail habituel des vaches que quand elles sont en grand nombre sur le domaine, relativement aux terres qu'elles doivent cultiver, et que par conséquent on peut les relayer fréquemment.

Mais si les ouvriers du pays ont l'habitude de se servir de l'une ou de l'autre de ces espèces d'animaux, on ne peut penser à les changer qu'avec le temps et peu à peu, surtout si le caractère des hommes manque de flexibilité, de docilité, de confiance. De pareils essais ont souvent échoué, et l'on a été obligé de revenir aux bêtes que l'on avait voulu remplacer, après bien des contrariétés, des pertes de temps et d'argent, quand ces qualités ne se rencontraient pas dans les habitants du pays. Si l'on persiste à faire ce changement, il faut alors importer le bouvier avec le bœuf, ou le charretier avec le cheval. Après quelques essais de ce genre, nous avons trouvé la plus grande facilité dans notre Midi à substituer le bœuf au cheval, dans les situations où la convenance de cette substitution était bien indiquée, et nous avons pu faire conduire les bœufs par les hommes du pays, après qu'ils eurent apprécié les qualités et les mœurs de ces animaux, conduits d'abord par des bouviers de la montagne.

Ainsi les convenances locales, pas plus que les raisons économiques, ne suffisent toujours isolément, pour fixer le choix des moteurs que l'on voudra mettre en œuvre. C'est pourquoi les informations que devra prendre le futur régisseur devront aussi porter sur les causes morales qui peuvent influer sur ce choix. C'est cet ordre multiple de renseigne-

ments qu'il devra prendre avant d'arrêter définitivement son plan d'organisation, sur lequel le choix des moteurs peut avoir tant d'influence.

CHAPITRE IV.

Éléments nutritifs des plantes.

La facilité de se procurer à bon marché les engrais nécessaires à la culture peut avoir une grande influence sur le choix du système et de l'assolement à adopter. Aussi faut-il chercher à se procurer des renseignements exacts sur la possibilité d'acheter ces éléments de reproduction, sur la quantité que l'on en pourrait obtenir sans en faire renchérir le prix, sur les frais que coûterait leur transport à la ferme. Dans les environs des grandes villes, il est souvent avantageux de vendre ses fourrages et ses pailles et d'acheter des engrais que l'on obtient ainsi à meilleur compte que si l'on tenait du bétail pour les produire soi-même.

Ces fumiers de ville sont de plusieurs espèces, et l'on est souvent exposé à se faire illusion sur leur valeur réelle. Les fumiers d'abattoirs sont riches en matières animales, ainsi que les vidanges des fosses d'aisance, quand elles ne sont pas trop allongées d'eau, et que l'on n'en a pas séparé les urines; les fumiers des écuries bourgeoises sont en général pailleux; la paille est peu imbibée d'urine, parce qu'on change trop fréquemment la litière; les nourrisseurs les achètent volontiers pour les faire manger aux vaches, qui en sont avides à cause de leur saveur salée; les fumiers de caserne sont encore plus pauvres, parce que, pour ménager la paille et pour que les chevaux ne puissent pas se salir en se couchant sur leur litière, on a soin de la relever le matin, et que l'on fait évacuer avec soin les urines qui la souilleraient. On ne peut avoir une donnée exacte sur la valeur de ces différents fumiers qu'au moyen de l'analyse; si l'on se laissait

guider par le seul volume ou même par le poids, on s'exposerait à payer pour de l'engrais de la paille, de l'air, de l'eau. L'habitude de faire ces analyses peut épargner bien des erreurs et bien des dépenses. C'est un apprentissage qui se fait aisément, et le temps du régisseur ne peut pas être plus utilement employé qu'en les exécutant.

Outre les fumiers, il y a un grand nombre d'engrais qui sont dans le commerce : la poudrette, le sang desséché, le noir de raffinerie, le noir animalisé, le guano, les tourteaux, les chiffons de drap, les débris de peaux, etc. Le grand développement donné à la culture au moyen de ces différents genres d'engrais, au Pérou, où le guano est l'unique moyen de fertiliser les terres ; en Angleterre, par les secours de la poudre d'os ; en Flandre, où l'on combine l'action des matières fécales et des tourteaux ; dans l'Ouest de la France, où le noir des raffineries produit des effets si merveilleux ; dans le Sud-Est, par l'emploi des tourteaux ; dans la rizière de Gênes, par celui des os et des chiffons, sans parler ici des engrais minéraux tels que la marne, la chaux, etc., nous fournit une idée de l'influence que peut avoir leur introduction sur d'autres points de notre territoire. D'ailleurs, même dans le cas où le fumier fabriqué dans la ferme reviendrait à meilleur compte que les engrais achetés au dehors, il y a toujours une période de l'entreprise où l'on peut être conduit à avoir recours à ces derniers. C'est celle de son début. Il faut mettre alors en compensation les pertes que causerait le retard de la fertilisation complète du domaine, avec l'excédant de dépenses amené par le prix plus élevé de l'engrais acheté, et l'on trouvera souvent qu'il serait avantageux de compléter, dès les premières années, la fertilisation et de ne pas attendre que par degrés insensibles on soit arrivé à produire tout l'engrais nécessaire, car cette progression lente exige souvent un assez grand nombre d'années. Privé des moyens suffisants de nous procurer des engrais, nous avons fait, avec succès, des luzernes et des prairies sur des terrains pauvres,

qui avaient été fumés uniquement avec des tourteaux, et le produit de ces plantes fourragères nous a mis immédiatement en possession des moyens d'entretenir la fertilité de la terre avec nos propres fumiers. C'était la première impulsion à donner. Il fallait qu'elle le fût d'une main vigoureuse et d'un seul coup, au lieu de procéder par de petits efforts successifs, dont la force d'inertie aurait annulé, en grande partie, les effets.

Il est certain que l'on pourra s'effrayer de l'avance qu'exigera un tel procédé. Par exemple, un hectare de luzerne complétement fumé doit recevoir un engrais initial représenté par 796 kilog. d'azote. Si l'on croit pouvoir fabriquer l'engrais de manière à ce que le kilogr. d'azote revienne à 1 fr. 65 c., on dépensera 1,313 fr. 40 c.; si l'on emploie le tourteau dont l'azote revient à 2 fr. 34 c., il en coûtera 1,862 fr. 64 c.; la différence est d'environ 550 fr. C'est le prix de 30 hectol. de blé. Mais quatre années pendant lesquelles vos récoltes de blé produiront 26 hectolitres au lieu de 18 vous paieront cette différence, et jamais en quatre années vous ne seriez parvenu à fumer complétement vos terres, par le progrès annuel de vos engrais, même avec l'assolement le mieux combiné.

Dans un cas pareil, si l'on n'a pas la ressource de pouvoir acheter des engrais, on peut recourir aux engrais végétaux. Mais pour parvenir à la fertilisation complète, si l'on calcule les frais de culture, de semence, et la perte de la rente et du temps, on n'arrivera pas à des résultats plus avantageux.

Nous persistons donc à dire qu'il y a des cas nombreux où les achats extérieurs d'engrais, soit permanents, soit accidentels et momentanés, peuvent être utiles, et par conséquent les renseignements sur la quantité, la qualité, le prix définitif de l'engrais réel, deviennent un des éléments les plus essentiels des calculs de l'agronome qui veut tracer le plan d'une exploitation agricole.

DEUXIÈME DIVISION.

DÉTERMINATION DU SYSTÈME AGRICOLE A ADOPTER.

Maintenant que nous sommes en possession de tous les documents qui peuvent nous éclairer, que nous connaissons le terrain qui doit devenir le théâtre de notre industrie, le capital mis à notre disposition, les forces mécaniques, les forces chimiques, qui peuvent développer la culture, il est temps de jeter les premières bases de l'organisation qui nous est confiée, en choisissant le système agricole le plus adapté à toutes les circonstances que nous avons dû apprécier. Pour y parvenir, nous devons d'abord chercher d'une manière absolue les systèmes possibles dans l'état actuel de fertilité du sol et dans celui du climat, en les comparant au système suivi jusqu'ici, et faire le calcul détaillé de leurs produits. Cette comparaison rapprochée ensuite du capital à dépenser et de celui dont nous disposons, nous arriverons naturellement à la solution du problème que nous avons à résoudre.

CHAPITRE PREMIER.

Détermination absolue du système.

Trois éléments concourent principalement à déterminer le système applicable dans un lieu : 1° l'état du sol ; 2° les débouchés existants pour les produits des cultures; 3° le capital.

Le sol peut être dans un état qui le rende plus ou moins propre à la culture. Il est apte à la culture, quand il a une profondeur suffisante, quand il n'oppose pas une trop

grande résistance aux instruments, ou qu'il n'est pas trop mobile ; quand il ne se dessèche pas avant la maturité des plantes qu'on lui confie à la profondeur où elles ont leurs racines ; qu'il n'est pas constamment humide ou inondé. Les qualités contraires : le peu de profondeur du sol, un sous-sol imperméable, l'inconsistance et la mobilité des terrains trop sablonneux, la dureté des terrains trop argileux, la dessiccation rapide du terrain précédant la maturité, son état habituel d'humidité constituent un mauvais terrain. Le sol peut être bon ou mauvais à des degrés différents ; mais nous ne l'appelons décidément mauvais que si ses défauts ne peuvent être vaincus que par des moyens dont les frais surpasseraient la valeur qu'ils lui feraient acquérir.

Les débouchés n'existent pas quand le lieu du marché où l'on pourrait vendre les denrées est si éloigné que les frais de transport absorbent les profits de la culture. Dans les provinces du Sud-Est du Brésil, on cède au voiturier la moitié et les deux tiers du sucre que l'on expédie à Rio-Janeiro, pour payer le transport (1) ; dans d'autres parties, on ne cultive plus rien que ce qu'exige le consommateur, parce que la totalité du produit ne suffirait pas pour payer le voyage. Que serait-ce si on ne récoltait que du blé, qui a une bien moindre valeur sous le même poids et le même volume ! Le débouché du bétail est au contraire beaucoup plus étendu, parce qu'il transporte lui-même sa valeur. Les débouchés ne peuvent jamais manquer tout-à-fait pour certaines récoltes spéciales et riches, pour la soie, par exemple. Nous classerons les débouchés en faciles et difficiles, ces derniers étant seulement exclusifs des cultures générales.

Le capital peut être suffisant, ou insuffisant, ou nul. L'insuffisance du capital n'est jamais une qualité absolue, mais s'applique à tel ou tel système de culture ; mais tant qu'il y a un capital, il est apte à produire un intérêt. Ainsi

(1) Mawes. *Voyage au Brésil.*

nous n'avons à considérer ici que l'absence ou la présence du capital.

Un mauvais sol, des débouchés difficiles sont susceptibles d'être modifiés par l'industrie humaine, et ne laissent pas sans espoir de pouvoir tirer quelque parti de la terre ; mais l'absence du capital est un obstacle radical contre lequel on ne peut lutter ; c'est donc le capital qui est l'élément le plus indispensable dans l'entreprise agricole. En combinant ensemble ces trois éléments, nous avons les alternatives suivantes :

1. Capital nul,	sol mauvais,	débouché nul.
2. Capital nul,	sol mauvais,	bon débouché.
3. Capital nul,	sol bon,	débouché nul.
4. Capital nul,	sol bon,	bon débouché.
5. Capital suffisant,	sol mauvais,	débouché nul.
6. Capital suffisant,	sol mauvais,	bon débouché.
7. Capital suffisant,	sol bon,	débouché nul.
8. Capital suffisant,	sol bon,	bon débouché.

Les quatre premières combinaisons doivent être écartées. Si l'on ne possède pas de capital, il faut chercher à remettre les terres, si l'on peut, aux mains de ceux qui peuvent en disposer, des fermiers, des métayers qui nous remplacent alors dans l'exploitation de notre propriété. Ceux-ci étant pourvus des capitaux nécessaires, ces combinaisons rentrent alors dans les quatre dernières. Examinons donc les systèmes qui leur sont applicables.

SECTION I.—*Capital suffisant, sol mauvais, débouché difficile.*

Quand le sol est de mauvaise qualité et que ses produits ordinaires ne pourraient trouver un débouché, la prudence semble exiger que l'on ne commette pas son capital dans une exploitation agricole. Mais avant de désespérer tout-à-fait, il faut examiner à quel prix il serait possible de modifier cet état de choses.

Si le défaut du terrain consiste dans le manque de profondeur, ne peut-il pas se faire que des labours profonds ou des défoncements lui donnent cet ameublissement qui lui manque? S'il est trop tenace, ne pourrait-on pas l'adoucir par des mélanges, et en cas contraire le convertir en prairies permanentes qui finissent par former une couche de terreau meuble à la surface du terrain compacte? Ne peut-on y planter des natures de bois, des chênes par exemple, qui bravent cette ténacité? S'il est trop humide ou inondé, ne peut-on le dessécher par des tranchées ou des conduites souterraines, par le drainage? Enfin, s'il est trop pauvre, à quel prix pourrait-on commencer à y établir des cultures améliorantes, ou l'enrichir avec des engrais importés ou des engrais verts? Les calculs que l'on exécutera pour sonder ces différentes hypothèses nous feront juger de la possibilité de corriger ces défauts du terrain.

Mais aussi, il ne faut pas perdre de vue que les produits ordinaires manquent de débouchés, et que pour tirer parti de la situation il faut trouver le moyen d'atteindre le consommateur. On y parvient quelquefois par la création d'une route, d'un pont, de l'établissement d'une navigation. Mais ces grandes entreprises ne sont pas ordinairement à la portée des propriétaires, et alors il faut s'attacher à créer des produits qui, sous un petit volume, aient une grande valeur; telle est la soie, si l'on est entouré d'une population suffisante pour vaquer à l'éducation des vers-à-soie et aux travaux d'éducation qui en sont la suite ; telle est la plantation d'oliviers dont l'huile a au moins la valeur de 1,093 fr. le millier de kilos ; la plantation des vignes donnant de l'esprit de vin dont la valeur moyenne est de 688 fr. le millier ; tels sont les fromages de garde, le gruyère par exemple, qui valent 700 f.; c'est enfin l'élève de chevaux, de bestiaux, l'engraissement. Ainsi le système arbustif ou celui des pâturages, tels sont les principaux moyens d'utiliser la situation dans laquelle nous sommes placés; mais, comme on le voit, la nécessité d'ac-

croître le prix des marchandises destinées à être conduites au loin oblige presque toujours de joindre des ateliers industriels à la culture. On ne peut trop réfléchir et calculer avant de se lancer dans de telles entreprises. Il faut penser surtout qu'une fois engagés, il n'y a plus moyen de reculer sans perdre de très-forts capitaux; car, dans ces positions perdues, on ne trouve personne qui veuille se substituer au premier entrepreneur. Ce n'est donc pas son capital, mais soi-même ou sa famille que l'on immobilise dans une telle exploitation, à moins que l'exemple des succès que l'on obtiendra ne fasse surgir des imitateurs, et ne transforme la contrée tout entière.

SECTION II. — *Capital suffisant, sol mauvais, bon débouché.*

Si, le capital étant suffisant, on possède de bons débouchés, on a à vaincre une grande difficulté de moins, quoique le sol soit d'une mauvaise nature, parce que si l'on trouve les moyens de surmonter les obstacles que présente le terrain, on est le maître d'y entreprendre tous les genres de culture, sans être obligé d'y joindre des procédés industriels qui compliquent singulièrement l'exploitation. Or, il est plus facile de dompter la terre que de trouver des consommateurs à portée, et l'existence d'un débouché a fait éclore des miracles de culture sur les terres les plus défavorables. Les environs de Paris, ceux de Berlin et de plusieurs autres grandes villes, les roches des Cévennes changées en terrasses chargées de végétation, montrent combien le débouché est plus important que le sol dans la question des cultures. D'autant mieux qu'à la facilité du débit des produits se joint alors celle d'acheter à bas prix les engrais qui abondent dans ces centres de population. Mais alors la terre ayant changé de nature et passant par tant de travaux et de soins dans la classe des bonnes terres, le cas dont nous traitons rentre dans celui où, avec le capital, on possède un bon terrain et des débouchés.

SECTION III. — *Capital suffisant, bon sol, débouché difficile.*

Ici nous avons aussi une difficulté de moins à vaincre que dans le premier cas : nous n'avons pas à nous occuper de l'amélioration du terrain, mais nous sommes gênés par le défaut de débouchés. Il nous faut encore revenir aux produits qui ont une grande valeur sur un petit volume, et à ceux qui peuvent se transporter au loin sans de grands frais.

Il n'est pas aussi nécessaire de recourir aux cultures arbustives, dont le principal avantage est de profiter des matières organiques cachées dans les couches profondes de la terre, et qui échappent aux organes de la végétation herbacée, et de donner ainsi un produit presque sans engrais.

Si l'on a des bras en abondance, on peut tenter la culture des plantes tinctoriales, textiles, oléagineuses ; en un mot, essayer les cultures appelées industrielles ; mais le défaut de débouchés annonce le plus souvent un manque de population ; aussi, voyons-nous tous ces terrains riches en herbages de l'Amérique méridionale, de la Hongrie, de la Russie, de l'Australasie principalement, occupés par l'industrie pastorale. La Hongrie peut acheminer son bétail dans les provinces allemandes ; mais en Amérique, en Russie, les immenses troupeaux de bœufs qui peuplent les steppes sont élevés uniquement pour leur peau et leur graisse ; en Australie, les pâturages moins riches nourrissent des moutons dont on exporte la laine. Le capital du bétail s'accroît de lui-même dans de telles situations, et on pourrait presque dire qu'elles n'exigent point de capital primitif, tant il peut se borner à peu de chose. Aussi, tout bien calculé, cette spéculation, qui paraît presque sauvage, est-elle, dans la plupart des cas, celle qui peut procurer quelque revenu des terres ainsi placées ?

SECTION IV. — *Capital suffisant, sol bon, bon débouché.*

Après avoir éliminé de la culture les positions qui ne possèdent pas de capital, avoir limité celles des situations qui présentent des obstacles, soit par la nature de leur sol, soit par les difficultés de leurs débouchés, il ne nous reste plus que les terres où l'industrie agricole peut se développer librement, celles qui réunissent à un bon sol ou à de bons débouchés un capital suffisant pour les exploiter. Alors le choix du système à adopter ne consiste plus que dans le rapport du capital à l'étendue des terres que l'on veut mettre en valeur. Nous allons rechercher dans le chapitre suivant quel est ce rapport dans les divers systèmes.

CHAPITRE II.

Choix d'un système agricole d'après le capital disponible.

Chaque système et chaque assolement exige une dépense capitale ou foncière, un cheptel, un fonds de roulement. Le propriétaire peut être disposé à faire une mise de fonds considérable qui le dispense plus tard de fournir annuellement un fonds de roulement élevé; il peut, au contraire, ne pas vouloir dépenser une trop forte somme à-la-fois, et fournir un fonds de roulement plus considérable. En faisant une dépense première, il peut vouloir la constituer d'une manière permanente, bâtir, creuser des canaux d'irrigation, de dessèchement, créer des plantations; il a moins de confiance en un cheptel vivant, pour lequel il craint les épizooties et les frais de surveillance qu'il exigerait; d'autres fois, il penche pour l'achat de ce cheptel, qui lui donnera un profit plus considérable. Ou bien il préfère opérer au moyen d'un fonds de roulement élevé, qui a des limites beaucoup moins bornées que celles d'un cheptel applicable à la même étendue de terres. Ces dispositions des propriétaires conduisent à l'adoption de systèmes différents.

Si l'on se trouvait dans une des situations décrites plus haut dans les trois premières sections du chapitre précédent, avant de chercher le capital de culture qui lui serait applicable, il faudrait calculer celui qui serait nécessaire pour améliorer le sol, le défoncer, l'arroser, l'amender, ou pour s'ouvrir le débouché qui manquerait; ce n'est qu'après avoir fait la part de ces dépenses inhérentes à ces situations que l'on rentrerait dans le cercle des considérations qui vont suivre et qui sont applicables à un bon terrain, ayant des débouchés tout ouverts.

Les systèmes applicables à ce cas sont les suivants :

1° Les pâturages, ou la conversion en prairies;

2° La jachère simple, bisannuelle ou trisannuelle;

3° Les assolements alternes avec prépondérance des produits à vendre immédiatement;

4° Les assolements alternes avec prépondérance des fourrages;

5° Les cultures arbustives.

SECTION I. —*Capital pour la conversion en prairies et leur exploitation.*

Un bon terrain s'enherbe toujours facilement, il suffit pour cela de cesser de le cultiver, d'en interdire pendant quelque temps l'entrée au bétail et d'y jeter des graines de plantes fourragères, et, si l'on possède déjà de bons foins, les débris qui restent au fond des greniers à foin. L'irrigation des terrains améliore leur gazonnement, et, par ces procédés très-simples, nous sommes parvenus à établir de très-bonnes prairies. Si la terre est cultivée depuis longtemps, un léger labour sur lequel on sème les graines fourragères suffit pour établir les prairies. Si la prairie doit être arrosée, il faut de plus la niveler et y pratiquer des fossés de conduite et d'écoulement des eaux. La dépense capitale peut donc être plus ou moins forte, selon l'état actuel des lieux.

Ainsi la création de 90 hectares de prairies sur un terrain ferme et uni a coûté en dépense capitale :

Prise et conduite des eaux.	18,000 fr.
Perte de deux années de rente	5,400
Diminution de rente pendant trois années.	2,700
	26,100

Ou par hectare 290 fr.

Il n'y a point de cheptel, parce que le foin est entièrement vendu.

Les frais annuels sont par hectare :

1°	Fauchage d'hiver pour enlever les plantes vivaces	4 fr. »
2°	Râtelage.	0 90
3°	Enlèvement des joncs et des taupinières à la bêche et sarclage.	0 90
4°	Semis dans les places mal garnies.	0 50
5°	Fauchage des foins.	11 10
6°	Fanage.	7 15
7°	Charroi du foin à 2 kilomètres.	1 40
8°	Mise en meule.	0 87
		26 82

Ces prés non fumés produisent en une coupe et par le regain 5,600 kil. de foin à 4 fr. les 100 kil.

Ci.	144 fr. »
Produit net. . . .	117 18

Ainsi 290 fr. de capital foncier, et 26 fr. 82 de fonds de roulement suffisent pour cette exploitation.

Nous avons vu qu'aux environs de Milan on dépensait 595 fr. en capital foncier (1) et 250 fr. de fonds de roulement, non compris la rente (2); nous avons vu encore qu'à Orange le fonds de roulement est aussi de 234 fr. (3), mais

(1) Tome IV, p. 400.
(2) Tome IV, p. 408.
(3) *Ibid.*, p. 409.

pour des prairies fumées et donnant en trois coupes au moins 6,000 kil. de fourrage. Quand on veut faire consommer soi-même le foin produit par les prairies, il faut compter sur la nourriture complète de 100 kil. de chair vivante pour chaque 1,416 kil. de foin normal que l'on récolte. Les pâturages nourrissent du bétail dans la même proportion. Mais il y a ici une réduction à faire pour la valeur relative du foin récolté ou foin normal. Ainsi le foin que l'on recueille dans le premier exemple dose en azote 1,50 p. 100, et le foin d'Orange 1,74, tandis que le foin normal dose seulement 1,15. Ainsi il faudra seulement 1,081 kil. du premier foin et 935 kil. du second. Cette réduction faite, 100 kil. de chair vivante nous coûtent :

Achat à 0 fr. 377 viande brute. . . . . 37 fr. 70.

Ainsi, par exemple, l'achat du bétail pour la prairie qui produit 5,600 kilog. de foin, dont 1,081 kilogr. nourrissent 100 kil. de chair vivante, serait, pour 555 kilogr. de chair, de 125 fr. 54.

Le logement de 100 kil. de chair vivante coûte en moyenne 17 fr. 50 c., qu'il faudrait ajouter au capital foncier.

La garde de 100 kil. de chair vivante coûte 10 fr.

Ainsi, nous aurions, dans le premier cas cité :

Création de la prairie	290 fr.	»
Logement de 333 kil. de chair vivante. . . .	54	75
Capital foncier par hectare. . . .	348	75
Capital de cheptel.	125	54

et pour fonds de roulement :

1° Garde de 333 kil. de chair.	33 fr.	»
2° Intérêt du capital foncier 5 p. %.	17	44
3° Intérêt du cheptel et amortissement 15 p. %	18	83
4° Production du foin.	26	82
	96	09

plus la rente du terrain.

SECTION II. — *Système des jachères.*

Considérons d'abord le système des jachères biennales, nous en déduirons facilement ce qui concerne les jachères triennales, puisqu'il ne s'agit que de prendre les 4/3 des résultats obtenus pour passer du premier cas au second.

Fonds de roulement de la jachère biennale, un hectare semé sur deux.

1° Culture complète.	80 fr.	
2° Moisson..	31	
3° Battage ou dépiquage.	14	
4° Semence	44	
	169	

Cheptel.

1° $\frac{1}{10}$ de cheval	57	
2° 2 moutons pour manger les herbes. . .	30	
3° Instruments et harnais	51	30
	138	30

Capital foncier.

1° Bâtiments $\frac{1}{4}$ du capital d'exploitation, qui est ici de 307 fr. 30, ci.	76	82
2° Bergerie pour 2 moutons.	12	50
3° Grange (dans les pays où l'on n'a pas l'usage des meules).	24	
	113	32

Capital nécessaire.

Capital foncier	113	32
Cheptel.	138	30
Fonds de roulement. .	169	»
	420	62 pour 2 hectares.

Plus, la rente et les impositions, et par conséquent, pour chacun des hectares composant la ferme, 210 fr. 31 c.

L'assolement triennal exigera un capital de $\frac{210\text{ fr. }31\text{ c.} \times 4}{3}$ = 280 fr. 41 c. par hectare du domaine.

SECTION III. — *Assolements avec prépondérance de produits à vendre.*

Ces assolements ne se suffisent pas pour la production de l'engrais, à moins que le produit industriel ne tienne une bien petite place dans la rotation; ces produits sont le lin, le chanvre, le tabac, le pavot, la betterave à sucre, la garance, etc.; il faut prévoir aussi que plusieurs de ces produits donnent lieu à des préparations qui exigent des machines et des constructions spéciales qui augmentent le cheptel mort et le capital foncier. Mais, pour bien faire sentir la différence qui se trouve entre ces assolements et ceux qui ont pour objet principal de produire des fourrages, nous supposons que de part et d'autre la plante sarclée soit la pomme de terre, dont la récolte sera entièrement vendue dans le premier cas et sera consommée dans le second. Soit donc l'assolement 1° pommes de terre, 2° blé, 3° trèfle, 4° blé.

L'hectare de trèfle rend 9,000 kil. de fourrage équivalant à.	12,860 k. de foin normal.
La récolte de 19 hectol. de blé par hect. ou pour 2 hect. 38 hectol. équivalant à	1,690 kil. de foin.
Total.	14,550

pouvant nourrir 1,000 kil. de chair vivante. Nous avons donc :

FONDS DE ROULEMENT.

1° 2 années de culture de blé	338 fr.
2° Moisson.	62
3° Battage ou dépiquage.	28
4° Semences.	88
5° Garde et soin de 1,000 kil. de chair vivante.	100
6° Culture des pommes de terre	168
7° Culture et fenaison de trèfle.	50
	834

Ou par hectare 208 fr. 50 c.

CHEPTEL.

1° $\frac{3}{10}$ de charrue.	171 fr.	
2° Achat de 1,000 kil. de chair vivante. . . .	477	
3° Instruments et harnais.	53	90
	701	90

Ou par hectare 175 fr. 47

CAPITAL FONCIER.

1° Bâtiments de ferme: $\frac{1}{4}$ du capital d'exploitation	95 f.	75
2° Étables pour 1,000 kil. de chair vivante. . .	175	
3° Grange	48	
	318	75

Ou par hectare 79 fr. 69.

CAPITAL TOTAL NÉCESSAIRE.

Capital foncier	79 f.	69
Cheptel.	175	47
Fonds de roulement.	208	50
	463	66

Plus la rente et les impôts.

SECTION IV. — *Assolement avec prédominance des fourrages consommés.*

Si nous faisons consommer les pommes de terre, les fourrages consistent en :

Trèfle comme ci-dessus.	12,860 kil. de foin.
29 quint. de pommes de terre équivalant à.	9,000
Paille de 138 hectol. de blé.	1,690
	23,550

pouvant entretenir 1,663 kil. de chair vivante.

Le fonds de roulement se calculera comme dans la précédente section, en y ajoutant les frais de garde pour 663 kil.

de chair ou 66 fr. 30; le total sera donc 900 fr. 30, et par hectare 255 fr.

Il faudra ajouter aussi le prix de 663 kil. de viande au capital du cheptel, ou 249 fr. 84 c.; le capital sera donc de 951 fr. 74 c., ou par hectare de 237 fr. 94 c.

Le capital foncier sera :

1° 1/4 du capital d'exploitation pour bâtiments .	148,25
2° Étables pour 1,663 kil. d'animal	291,02
3° Granges.	48, »
	487,27

ou par hectare 121 fr. 82.

Le capital nécessaire sera donc par hectare :

Foncier.	121,82
Cheptel.	237,94
Fonds de roulement. .	255, »
	614,76

Plus la rente et les impôts.

SECTION V.—*Cultures arbustives.*

Chaque culture arbustive a une formule différente, que l'on trouvera facilement en se rappelant ce que nous en avons dit dans notre quatrième volume. Ainsi, la vigne cultivée en Bourgogne exige pour fonds de roulement 426 fr., pour cheptel 200 fr., pour bâtiments, plantations 1,715 fr.; total 2,341 fr. par hectare. Nos vignes à eau-de-vie du Midi exigent pour fonds de roulement 227 fr. 84 c., pour cheptel 400 fr. si l'on garde le vin, et 160 fr. si on le distille de suite, et 627 fr. de capital foncier; total 1,225 fr. dans le premier cas, et 988 fr. dans le second.

Si l'on plante des mûriers nains à 4 mètres de distance et que l'on puisse vendre la feuille, et qu'on ne leur fournisse pas de fumier, la culture et la taille coûteront 136,20; le capital foncier sera, en frais de plantation et d'entretien jus-

qu'à la première récolte, de 761 fr.; total 897 fr. par hectare. Si on veut pousser les mûriers à leur maximum de produit en leur fournissant des engrais suffisants, il faudra ajouter à cette somme celle de 256 fr. pour frais de culture.

Mais si l'on se trouve dans une position où l'on doive élever les vers à soie, le fonds de roulement sera :

1° Culture comme ci-dessus	392 f.	20
2° 261 gramm. d'œufs de vers à soie.	43	50
3° Cueillette de 15,700 kil. de feuilles	157	00
4° Ouvriers de l'éducation	522	00
5° Chauffage.	43	50
6° Éclairage	17	40
7° Bruyère.	43	50
	1,219	10

CHEPTEL.

1° Tables et supports.	835	20
2° Filets	391	50
	1,226	70

CAPITAL FONCIER.

1° Frais de plantation	761	00
2° Bâtiment pour 261 gramm. d'œufs, ci 626 mètres de bâtiments, sur 8 mètres de hauteur, ci 78,22 mètres cubes.	1,716	00
	2,477	00

Ainsi, dans le système poussé à son maximum, le capital dépensé sera :

Foncier	2,477 fr.
Cheptel	1,226
Fonds de roulement . . .	1,219
	4,922 par hectare.

Mais la dépense de fonds de roulement et de cheptel ne se complète que plusieurs années après celle des plantations et des bâtiments; la mise hors du capital ne se fait que successivement.

CHAPITRE III.

Délibération sur le système à choisir.

Nous étant bien pénétré des propriétés des différents systèmes de culture, des lois des assolements, et ayant accompli l'enquête sur les faits agricoles propres à la localité que nous voulons exploiter, il nous reste à prendre une résolution sur le genre de culture le plus propre à la situation, et pour cela nous devons : 1° chercher quels sont les systèmes et les assolements possibles par rapport au sol et au climat et aux débouchés; 2° déterminer pour chacun d'eux le capital foncier, le cheptel, le fonds de roulement nécessaires, et leurs produits probables, ce qui nous permettra de juger le système à adopter, abstraction faite du capital disponible; 3° enfin, le propriétaire, ayant sous les yeux cette comparaison, est à portée de juger des avantages qu'il trouvera à sacrifier un capital plus ou moins fort, et, d'après cette considération, cherchera les moyens de réaliser une somme plus ou moins forte; le point où s'arrêtera cette possibilité indiquera aussi le système relatif auquel on doit s'arrêter.

Nous avons pensé que le meilleur moyen d'instruction pour nos lecteurs, dans cette délibération importante, serait de mettre sous leurs yeux toute la série des discussions qui ont eu lieu dans une affaire réelle, réunie sous la forme d'un mémoire d'après lequel a été déterminé le genre d'exploitation qui est en cours d'exécution. Nous n'avons pas besoin de dire que, si nous supprimons des noms propres et des noms privés de localité, le reste de nos indications est assez précis pour qu'il ne reste aucune obscurité sur la résolution qui a été prise. Nous n'avons pas besoin de dire non plus que chaque cas, entraînant de nouveaux faits dans l'entreprise, amènera aussi un nouveau genre de discussion qui devra

toujours être basé sur les principes que nous avons exposés dans le cours de ce traité.

Nous aurions pu choisir pour exemple une situation ordinaire, banale pour ainsi dire, qui pût s'appliquer à la plus grande partie des cas qui se présentent dans la pratique; mais nous avons jugé au contraire qu'en présentant une situation exceptionnelle, nous ferions mieux ressortir les moyens de juger et de surmonter les difficultés; que plus elle s'éloignerait des idées communes, et plus elle donnerait à réfléchir et montrerait à quel point les circonstances peuvent modifier les solutions, au point de faire quelquefois balancer même entre un assolement riche partout ailleurs et cette jachère flétrie si souvent du titre d'improductive.

SECTION I. — *Enquête.*

Le domaine dont nous avons à proposer l'organisation est situé dans le territoire d'Arles, département des Bouches-du-Rhône, appartenant.....

Il est circonscrit au nord....., au midi....., au levant...., au couchant....., et forme un seul corps de ferme sans enclave et sans terres détachées.

La contenance est de 155 hectares, dont 99 en terres labourables et 50 en pâturages, 4 en prés et 2 en vignes. Sa surface est sensiblement plane, mais elle a une inclinaison de 3 mètres du nord-est au sud-ouest, et de 1 mètre du nord-ouest au sud-est, outre les différentes irrégularités qui sont indiquées sur les lignes de nivellement du plan. Son niveau moyen est inférieur au niveau d'étiage du Rhône, qui rend possible l'irrigation de près du tiers de sa surface, quand le fleuve est au-dessus de son étiage, ce qui a lieu la plus grande partie de l'année.

D'après les observations faites au Rhonomètre d'Arles, la hauteur des eaux du fleuve, relativement à l'étiage, se dis-

tribue de la manière suivante pendant la période de six mois d'été.

A zéro et au-dessous.. . . .	3 jours moyens.
De 0,00 à 0,50	20 $\frac{8}{12}$
De 0,50 à 1,00	53 $\frac{10}{12}$
De 1,00 à 1,50	45 $\frac{8}{12}$
De 1,50 à 2,00	28 $\frac{4}{12}$
De 2,00 à 2,50	10 $\frac{11}{12}$
De 2,50 à 3,00	7 $\frac{5}{12}$
De 3,00 à 3,50	1 $\frac{8}{12}$
De 3,50 à 4,00	0 $\frac{11}{12}$
De 4,00 à 4,50	0 $\frac{4}{12}$

Sur douze années, deux seulement nous montrent les eaux descendues à l'étiage pendant cette période æstivale. Elles s'y sont tenues 25 jours en 1832 et 13 jours en 1840 (1).

Les terres sont divisées en douze parties inégales par des digues, des fossés et des chemins.

Le sol actif n'a que $0^m,30$ de profondeur; il est borné inférieurement par un glacis formé par le passage réitéré du talus de la charrue à cette profondeur. Le sol proprement dit a $1^m,50$ de profondeur; il est borné inférieurement par un lit de gravier.

Le sol est formé géologiquement de dépôts marins, recouverts par places de dépôts fluviatiles, ce qui constitue deux natures de terrain. Le terrain purement marin est plus argileux et fortement imprégné de sel. Comment expliquer cette permanence du sel dans les couches de ce sol, qui bordent la Méditerranée; on a beau les dessaler au moyen de l'eau douce et par la culture, au bout de peu d'années le sel sort de nouveau à la surface avec d'autant plus d'énergie que cette surface est à un niveau moins élevé. Ce ne peut être par des filtrations de la mer, car cet effet se remarque encore jusqu'au pied des coteaux de Saint-Gilles, à plus de 15 kilom. de la mer., et à Fonvielle, à plus de 30 kilom., à

(1) *Mémoire sur le barrage du petit Rhône*, par Surel, p. 7.

Bédarides et Monteux, à 62 kilom., tandis que, dans d'autres lieux, des terrains situés au bord même de la mer ne sont pas sujets à cette salure remontant au-dessus de son niveau. Il y a donc une cause générale qui s'oppose à ce que ces terrains perdent cette salure; cette cause nous paraît être l'existence de sources salées nombreuses, surgissant au-dessous du sol. Ce fait semble attesté par les sources salées qui sortent à la surface, à Balaruc (Hérault), par la salure des puits creusés dans le sol, et par les étangs fortement salés, sans communications avec la mer et inférieurs à son niveau, qui se trouvent dans les Bouches-du-Rhône (les étangs de Pourrat, de la Valeduc, d'Engrenier). Si ces étangs étaient entretenus par l'eau de la mer, ils se tiendraient à son niveau. Une pareille source salée se rencontre jusqu'à Courthézon, où elle formait un étang salé qui a été desséché (1). Il faut donc se résigner à supporter les inconvénient de cet excès de sel. Les alluvions fluviatiles sont beaucoup moins salées, et quand elles sont récentes, elles ne le sont pas du tout. Le domaine possède 70 hect. de terres marines et 30 de dépôts fluviatiles. Le sol actif de ces deux sections a donné en moyenne :

Sol marin.		*Sol fluviatile.*	
Silice libre.	12,0	Silice libre.	25,0
Silice combinée	28,0	Silice combinée . . .	21,6
Alumine	22,5	Alumine.	17,3
Fer	3,1	Fer	2,0
Chlorure de sodium . .	0,15 (2)	Chlorure de sodium.	0,05
Potasse.	»,»	Potasse	»,»
Chaux carbonatée . . .	29,55	Chaux carbonatée . .	28,95
Matières organiques . .	4,2	Matières organiques.	5,0
Phosphate de chaux . .	0,5	Phosphate de chaux.	0,1
	100,0		100,0

(1) Après avoir écrit ces lignes, nous trouvons la même opinion émise par notre confrère et ami, M. Élie de Beaumont, dans ses *Leçons de géologie pratique*, t. I, p. 399. Nous sommes heureux de nous rencontrer avec lui, et son opinion donne une grande probabilité à nos conjectures.

(2) Exactement, 0,1499.

Propriétés physiques.

Sol marin.		Sol fluviatile.	
Pesanteur spécifique. . .	2,60	Pesanteur spécifique. .	2,50
Poids d'un mètre c. tassé	1250,00	Poids d'un mètre c. tassé	1400,00
Proportion d'eau retenue	48,05	Proportion d'eau retenue	43,05
Ténacité d'un prisme de 0m,225 de base. . . .	2,022	Ténacité d'un prisme de 0m,225 de base . . .	0,331

Propriétés culturales. 1° *Terres fortes* (*marines*). Pendant la sécheresse, ce sol ne peut être entamé qu'avec beaucoup d'efforts par les instruments d'agriculture. On voit par places des effleurissements à la surface. Dès qu'il a reçu de la pluie, si faible soit-elle, il devient gluant; les bêtes et les gens y glissent et ne peuvent y tenir pied. Immédiatement après une petite pluie qui ne pénètre pas profondément le sol, il est presque impossible de parcourir le pays, et les chevaux camargues eux-mêmes, qui ne sont pas ferrés y font des chutes fréquentes. Quand le sol est profondément humecté, il se pétrit sous l'effort des instruments et forme des mottes très-difficiles à réduire.

On conçoit en conséquence la grande difficulté qu'il y a à entretenir la jachère en état meuble et propre à être pénétrée par les influences de l'atmosphère, soit à cause des fréquents arrêts que subissent les travaux, soit parce que la pluie tasse le terrain déjà labouré, le durcit et le remet dans l'état où il était avant le premier labour. Si l'on faisait une culture continue dans un terrain de ce genre, on manquerait souvent les époques des semis du printemps, faute d'avoir pu donner à temps les labours nécessaires; et après les récoltes de l'été, la sécheresse enlèverait toute possibilité de préparer les terres pour les semis d'automne, qui deviendraient impossibles s'ils étaient précédés de grandes pluies qui ne permettraient plus d'entreprendre à temps le labour de grands espaces de terrains. Ces difficultés ont tellement entravé

jusqu'ici toutes les tentatives pour essayer des récoltes sarclées de printemps, que l'on y a renoncé en grand, et qu'elles ne se font plus que sur des surfaces très-bornées, et seulement pour la consommation des fermes, quand toutefois elles se font.

Les anciens cultivateurs donnent au moins quatre labours à leurs terres. Quand un labour est tardif, comme il arrive le plus souvent, à cause du prolongement du parcours des troupeaux sur les champs, la terre est fortement durcie soit par le piétinement, soit par la sécheresse de la saison, et alors on donne un premier labour avec une charrue à quatre ou six bêtes; les trois autres labours sont alternativement faits avec un araire (charrue sans versoir) et une charrue attelée de deux bêtes; sur le dernier labour qui est fait avec l'araire, on jette la semence qu'on couvrait autrefois avec un araire à une bête (fourcat), mais on repasse aujourd'hui avec un énorme scarificateur (griffon) à quatre roues et avant-train, très-péniblement traîné par six mules.

Les nouveaux cultivateurs emploient la charrue à quatre bêtes quand il le faut, et donnent autant de labours que le temps le permet. Ils emploient communément pour tous ces labours la charrue à deux bêtes. En 1848, le temps a permis de donner cinq et six labours, et ces terres salantes, toujours prêtes à se tasser et à durcir, s'en trouvèrent parfaitement bien. Après le dernier labour que l'on herse, on jette la semence, que l'on recouvre au moyen d'un petit scarificateur à deux mules qui cultive deux hectares par jour, ou avec la herse seulement, si ce n'est pour l'établissement des luzernes : les labours ont environ 20 centimètres de profondeur. Les cultivateurs de ces terrains salants craignent de ramener du fond des couches trop salées par un labour plus profond.

D'ailleurs, en approfondissant progressivement la culture par des labours modérés et successifs, on obtient un résultat économique qu'il ne faut pas dédaigner, celui de répartir

également les travaux sur les différentes saisons de l'année, sans avoir besoin, à certaines époques, d'une augmentation de bêtes de travail, et de manière à toujours les occuper.

Les terres ne sont pas sujettes à se soulever par les gelées. Celles qui sont trop salées se serrent outre mesure en été, et il faut les couvrir de litières de roseaux pour y maintenir la fraîcheur, mais ce n'est pas le cas de celles dont nous parlons, car leur salure est très-modérée.

Les blés grènent bien, ils fournissent des pailles généralement courtes. Ils ont la tige beaucoup plus ferme et sont moins sujets à verser que ceux des plaines non-salifères. On pourrait donc porter leur rendement beaucoup plus haut au moyen des engrais. Ils sont sujets à l'effet des rosées de mai, qui font crever et vider leurs grains encore laiteux. Cet accident occasionne souvent des déficits considérables dans les récoltes.

Les blés durs (aubaines), qui réussissaient très-bien, ont presque entièrement disparu des cultures; on ne cultive plus que le frisette et le touzelle, deux excellentes variétés, mais un peu moins rustiques que les aubaines. Cela tient à ce que la boulangerie ne veut plus d'autres blés que les blés tendres; que les meuniers préfèrent moudre ces derniers, et que, quoique les aubaines soient plus nourrissants et plus économiques, les ménagères elles-mêmes qui font leur pain trouvent, comme les boulangers, que les farines de blé tendre sont plus agréables à pétrir.

Les luzernes n'y souffrent guère que de la sécheresse qui survient quelquefois immédiatement après la première coupe et se prolonge souvent bien loin dans l'été.

Au moyen de l'irrigation, on s'assurerait de pleines récoltes à toutes les coupes, et cela serait facile ici, en cantonnant ce fourrage dans la partie du domaine où l'eau arrive facilement. Dans beaucoup de fermes, on n'obtient l'arrosement qu'à haut prix, à cause de la nécessité d'élever l'eau nécessaire aux luzernes, au moyen de *norias*.

Les arbres ne prospèrent que dans les terres douces, ou sur les bords des canaux qui conduisent des eaux douces. Une belle végétation d'arbres annonce toujours, à coup sûr, des terrains qui ne souffrent pas de la salure.

2° *Terres d'alluvion des fleuves.* Ces terres, qui suivent généralement les bords du fleuve et sont séparées de l'ancien dépôt marin par des digues ou chaussées, prennent le nom de *ségonaux*. On fait dériver ce mot de celui que leur donnaient les anciennes chartes *secundum aquarium*. Quand ces dépôts n'ont pas eu lieu dans une eau torrentielle, ils constituent des terrains excellents, légers, propres à toutes les cultures, et ne contiennent qu'accidentellement des traces de sel. Les ségonaux sont en général beaucoup plus élevés que les terres endiguées ; mais ils sont sujets à être couverts par les hautes eaux, dans plusieurs saisons de l'année, et quelquefois pendant la végétation et à l'époque des récoltes. Cette chance est loin d'annuler les avantages qu'ils tiennent de leur nature, si l'on en juge par la récolte plus élevée que l'on en retire.

Ces terres se labourent pour ainsi dire en toutes saisons, car, étant très-filtrantes, on peut y mettre la charrue bien peu de temps après les pluies et pendant toute la saison sèche. On sent combien leur coexistence avec les terres fortes est favorable à l'économie de la ferme, puisqu'il n'y a pas ainsi un moment perdu.

Pâturages. Les pâturages sont les parties les plus basses et les plus salines des domaines. Le sel effleurit à leur surface dès qu'il fait un peu sec. Leur végétation se compose de salicornes, de soudes : les patiences, les statices, les tamariscs, plantes salifères dont les troupeaux ne mangent que les sommités naissantes, occupent une trop grande partie du sol. Le prix de leur soude ne paierait plus les frais de leur extirpation, mais le terrain serait dégagé et serait libre pour une végétation plus utile. Les lotiers, les vesces, les fétuques, les petits trèfles, le chiendent, les ivraies, constituent la

base du pâturage qui est très-nourrissant, et entretient bien les brebis et les moutons. On donne un peu de fourrage à l'étable aux brebis nourrices. Ces terres abandonnées au pâturage peuvent, pour la plupart, devenir ou des prairies fauchées, au moyen de quelques irrigations, ou même des terres labourables quand elles sont cultivées. Les parties les plus basses seulement ont une si grande quantité de sel, que la culture en devient difficile et que les céréales n'y réussissent pas sans des couvertures d'hiver toujours assez coûteuses, quand on n'a pas les litières sur place. Les pâturages peuvent porter ici 10 brebis et leurs agneaux par chaque hectare, mais la nature des herbes contribue sans doute à leur donner la maladie du sang de rate à la sortie du printemps. Aussi les fait-on transhumer immédiatement après la tonte, qui a lieu ordinairement dans la seconde quinzaine d'avril. Mais, quand on n'envoie pas les troupeaux dans les Alpes et qu'on a des pâturages plus rapprochés pour l'été, nous avons constaté que le danger du mal de sang ne commence à se montrer que dans les derniers jours de mai et les premiers de juin. La pourriture n'attaque les troupeaux que si l'herbe d'été ayant été très-abondante, les pluies du commencement de l'automne amènent la décomposition des parties inférieures du gazon. Les troupeaux qui entrent sur les herbages dans cet état y prennent la cachexie, en mangeant cette herbe corrompue. Il faut donc écarter les troupeaux des parties les plus basses des pâturages, tant que dure le temps humide, si l'on veut les préserver de ce mal.

Tel est l'état de la végétation sur les terres du domaine que nous examinons.

Fertilité de la terre. La récolte moyenne est de 17,5 hectolitres de blé pesant 80 kil. chaque ou 1,400 kil. de blé par hectare, tous les deux ans; et pour les 50 hectares en culture, de 70,000 kil. de blé.

D'après l'état du bétail existant, et en comptant les pailles et litières à part, nous avons les engrais suivants :

	Fumier sec.	Azote.	
14 mules pesant ensemble 5,600 kil., travaillant 6,3 heures par jour moyen, ou restant à l'écurie les 0,7375 du temps.	10,982 kil.	483,21	
400 brebis nourrices pendant six mois, et restant la moitié de la journée aux champs, pesant 16,000 kil.	27,400	328,00	
40 poules pesant 30 kil.	73	0,84	
2 cochons à l'engrais pesant en moyenne 100 kil.	785	14,30	
	39,240	826,35	1281,35
A quoi il faut ajouter pour 875 hect. blé, paille.	175,000	455,00	
Fertilité apportée par la jachère 18k,36×50. . . .		918,00	
	214,240	2199,35	

Cet engrais devrait produire $\frac{219935}{2\,62} = 83{,}945$ kil. de blé; la production étant de 70,000 kil., il y a un déficit de 13,945 kil. Mais si nous considérons que la jachère produit $\frac{91800}{2{,}62} = 35{,}038$ kil., que les engrais ne produisent par conséquent que 48,907 kil., et que $\frac{128135}{2{,}62}$ égalent précisément 48,906 kil., on voit qu'ici les engrais produisent tout leur effet; que les argiles peuvent être considérées comme saturées. C'est une propriété des terrains salifères de ne pas absorber les engrais comme les terrains doux. Il semble que le sel y tienne la place des gaz que les argiles retiennent quand il n'existe pas. Précieuse qualité qui compense en partie les défauts de ce genre de terrain.

Puisque l'aliquote de fertilité que prend le blé est de 0,30 environ de l'azote de l'engrais, et puisque les 1400 kil. de blé consomment ici $2{,}62 \times 14 = 36{,}68$ kil. d'azote par hectare, nous avons, en appelant x la quantité totale de l'azote du sol arable, $36{,}68 = 0{,}30 \times x$, d'ou $x = 122{,}27$, et en retranchant l'engrais fourni $\frac{2199{,}35}{50} = 43{,}99$, il reste en terre une quantité d'engrais disponible, qui est représentee par 78.28 kil. d'azote.

Climat. Les observations ont donné à Arles :

Température moyenne, ...	14°74 (1).
Température moyenne des minima.	6°32
Celle des maxima	22°94
Minimum absolu observé. . . .	—13,7
Maximum absolu	+40,2
Température moyenne de l'hiver.	6,41
du printemps. . . .	13,98
de l'été. . . . . ,	23,71
de l'automne. . . .	15,25
moyenne. . .	14,84

Ces nombres nous indiquent que nous sommes ici dans le climat véritablement propre à la vigne et au maïs. Si la chaleur des étés favorise la maturité de l'olive, la rigueur des minima fait craindre de fréquentes mortalités, et d'ailleurs la nature argileuse du terrain, l'humidité qu'il conserve longtemps, ne le rendent pas propre à cette culture. La vigne vient très-bien dans les terres qui ont un peu de salure.

Température solaire. Les observations n'ayant pas été faites à Arles, on doit se servir de celles d'Orange, que nous ne répétons pas ici, renvoyant le lecteur aux pages 78 et suivantes du tome II. Les chiffres qui y sont portés annoncent un ciel habituellement clair, une grande chaleur solaire.

Météores aqueux. D'après les observations citées, pendant cinq ans, de 1783 à 1787, le nombre moyen de jours de pluie a été à Arles de 107, la quantité moyenne de pluie de 611,8 mil. Mais comme ces détails ne nous suffisent pas, nous avons cru y suppléer en plaçant ici parallèlement les observations mensuelles de ce petit nombre d'années, et celles de 32 ans faites à Orange, dans le même bassin météorologique.

(1) Observations de M. Bret, de 1783 à 1787.

	Arles (5 ans).			Orange (32 ans).		
	Jours de pluie.	Quantité de pluie. mill.	Évaporation. mill.	Jours de pluie.	Quantité de pluie. mill.	Évaporation mill.
Janvier...	8	32,2	111,6	7,9	41,4	51,4
Février...	8	47,2	119,3	7,1	38,9	86,2
Mars.....	12	70,6	150,8	7,1	46,3	160,7
Avril.....	7	29,4	271,1	9,4	63,9	189,5
Mai.....	9	36,9	304,1	10,0	69,9	233,5
Juin	6	39,0	295,7	7,1	45,3	331,0
Juillet....	6	18,9	402,2	5,3	27,9	375,3
Août.....	7	23,8	366,3	6,5	37,5	305,8
Septembre	9	50,4	261,8	8,3	125,1	181,0
Octobre..	8	94,9	161,5	10,3	112,7	143,5
Novembre	12	89,3	143,2	8,3	88,8	85,4
Décembre.	15	79,2	69,4	7,5	54,9	60,9
Totaux..	107	611,8	2637,0	93,8	752,6	2204,4

Malgré les différences qui tiennent sans doute aux localités, mais aussi et pour une large part au petit nombre d'années des observations d'Arles, on trouve ici une marche semblable dans les météores. La petite quantité de pluie des premiers mois, comparée à leur évaporation favorisée plus encore par la fréquence et la force des vents que par la température, indique ces mois comme très-secs ; elle nous fait pressentir la difficulté des cultures printanières, l'incertitude de leurs récoltes. Celles des céréales même sont souvent très-contrariées et amoindries par ces sécheresses. Les premiers mois de l'automne ont souvent de grandes pluies qui retardent les semailles jusqu'en novembre. L'été est éminemment sec, et l'on ne peut y espérer de produits que des arbres profondément enracinés. Les plantes annuelles se dessèchent et ont alors ce que nous appelons un sommeil æstival.

La fréquence des différents vents est indiquée par les nombres suivants :

N.	N.-E.	E.	S.-E.	S.	S.-O.	O.	N.-O.	Direction moyenne.
216	5	11	13	73	13	18	16	335°32′

entre N.-O. et N.

Le vent du nord est souvent très-violent, il incline les rameaux des arbres vers le midi, rougit quelquefois les jeunes pousses des vignes au printemps, abat les fruits et nuit à la qualité du chanvre, dont la filasse devient grossière par cette agitation continuelle. Mais le vent du nord, en entraînant les miasmes des marécages, purifie l'air ; de plus, c'est avec son aide que l'on vanne les blés.

La neige est rare et ne dure que peu de moments ; la grêle est aussi peu fréquente ; les gelées blanches du printemps sont le météore le plus fâcheux, quand il saisit les bourgeons de la vigne ou du mûrier, au moment de leur évolution.

Salubrité. Les fièvres intermittentes sont fréquentes dans le pays, surtout parmi les personnes qui ne sont pas acclimatées. Plus on est voisin de la mer et moins le danger en est grand. On remarque que les fièvres malignes (ataxiques) se manifestent surtout au nord des marécages, dont les vents chauds transportent les miasmes. Mais au sud de la grande ligne des étangs, les maladies ne sont pas assez fréquentes pour devenir une objection contre le séjour de la campagne. Nous avons parcouru le pays, et nous avons trouvé beaucoup de fermes où il n'y avait pas un fiévreux, et d'autres où des fièvres tierces étaient facilement arrêtées par le sulfate de quinine.

Ouvriers. Le pays entier ne présente qu'un petit nombre de communes qui, excepté Arles, n'offrent pas de grandes ressources pour se procurer des ouvriers. Mais les contrées environnantes en fournissent autant que l'on peut en demander. Les environs de Tarascon, de Beaucaire, de Saint-Gilles, de Nîmes, d'Aymargues, de Lunel, pourvoient le pays de bras en toutes saisons. La haute Provence et les Cévennes y envoient des troupes de moissonneurs. Mais ces déplacements rendent la main-d'œuvre coûteuse. On est obligé de nourrir les journaliers, le plus souvent on paie la journée de leur voyage sans en obtenir du travail. Les valets

de ferme ne se payent pas à un prix plus élevé que dans le reste du pays.

Le prix moyen du salaire est le suivant :

En été, le laboureur à la journée gagne 1 fr. à 1 fr. 25 c. par jour et la nourriture, ce qui porte son salaire de 1 fr. 75 c. à 2 fr. 50 c. S'il n'est pas nourri, il lui est fait compte de 1 fr. pour sa nourriture ; la journée revient alors de 2 fr. à 2 fr. 75 c. A l'époque des semences le laboureur nourri est payé 75 c. à 1 fr., et le journalier non nourri 1 fr. 75 c. à 2 fr. En hiver, la journée descend rarement à 1 fr. 25 c. ou 1 fr. 50 c. pour les journaliers.

Le laboureur au mois est loué pour l'été de 25 à 35 fr. ; pour le temps des semences son salaire est de 15 à 25 fr. ; en hiver, 12 à 18 fr. par mois plus la nourriture.

Les faucheurs reçoivent 50 c. en sus de la journée commune.

Au temps des moissons les hommes gagnent de 3 à 5 fr. par jour sans nourriture. Les femmes, le même prix quand le temps presse ; dans les temps ordinaires, 1 fr. 50 c. de moins.

On fait aussi les moissons à la tâche moyennant 2 fr. 50 c. l'hectolitre récolté dans les années où les blés sont beaux, et pour 1 fr. 25 par hectolitre d'avoine. On paye 4 p. 100 du blé, pour les chevaux destinés à fouler les épis.

Bêtes de travail. On se sert généralement de mules pour la culture des terres, et le luxe dont se piquent les fermiers dans ce genre est trop souvent fatal à leur fortune. Des animaux coûtant 1,000 ou 1,200 et même 1,500 fr. périssent comme des animaux moins chers, et enlèvent tous les profits de l'année. Quoiqu'il y ait dans le pays des bandes de chevaux demi-sauvages, comme on ne les nourrit pas et qu'ils cherchent leur vie dans les marais, qui l'hiver leur présentent peu de ressources, ces chevaux manquent de force, et on ne les emploie que pour le dépiquage des grains. On commence à sentir dans le pays l'avantage de se servir de bœufs, qui coûtent

beaucoup moins, mangent des nourritures plus grossières que les mules, paissent sur les pâturages quand on ne les fait pas travailler, n'ont pas besoin d'être ferrés, ce qui est un grand avantage dans un pays éloigné des forges et où il faut perdre beaucoup de temps pour aller chercher un maréchal, et ont des harnais simples qui n'exigent pas de répations. L'usage des bœufs est d'autant mieux indiqué qu'il y a peu de charrois à faire, et qu'un attelage de mules dans chaque ferme suffit parfaitement pour faire les voyages à la ville.

On compte une paire de bœufs par 12 hectares de terrain. La jachère complète revient ici à 133 fr.; les semences de blé coûtent 44 fr.; la moisson et le dépiquage 27 fr.; la dépense de chaque hectare en culture est donc de 204 fr., et comme on suit le système de la jachère alterne, on compte 102 fr. pour chaque hectare de la ferme.

Animaux de rente. Nous ne tenons pas compte de quelques troupeaux de bœufs sauvages qui paissent dans des pâturages éloignés; les brebis et les moutons sont les seuls animaux de rente du pays. Les troupeaux sont principalement composés de brebis qui nourrissent un agneau que l'on vend en automne, à la descente de la montagne. Mais dans certaines fermes, les agneaux sont engraissés au lait. Pour y parvenir on leur donne deux mères, et on les vend au bout de quelques semaines. Cette industrie n'a lieu que dans les domaines bien pourvus de fourrages, où les brebis nourrices peuvent pâturer un herbage bien fourni et à portée de la bergerie, dans l'intérieur de laquelle on peut les nourrir quand il fait mauvais temps. Les bouchers des villes environnantes achètent ces agneaux de lait. Quant à ceux qui vont à la montagne, ils sont achetés à l'âge de 5 à 6 mois par les habitants du Dauphiné qui les nourrissent un an, et les revendent ensuite pour être engraissés.

Tous les troupeaux du pays ont été métissés par les mérinos, ce qui a créé une race spéciale qui est en possession de

ce territoire. Sa laine est fine, et attendu la nature du terrain, elle ne se charge pas de terre. Son prix est à celui de la laine du pays non métissé, comme 100 : 62. En 1849 la laine d'Arles se vendait 170 fr. les 100 kil., et celle du pays 110 fr. Le poids moyen des toisons est de 2 kil. 50. On a aussi introduit dans le pays l'espèce de Syrie à longue queue qui consomme beaucoup, mais peut se nourrir des fourrages les plus grossiers. Elle a l'avantage de craindre beaucoup moins que les autres races la funeste maladie du sang de rate,et de pouvoir ainsi rester l'été dans la plaine sans transhumer. Cette race produit en moyenne 2 agneaux par brebis. Le poids de sa toison est de 4 kil. ; mais son rapport avec la laine d'Arles est pour le prix de 43 : 100.

Le compte d'une brebis métisse s'établit ainsi qu'il suit :

Le *produit* est :

0,65 agneau.	6 fr.	50
Une toison.	3	50
11,2 litres de lait à 10 c. .	1	12
	11	12

On a de plus l'engrais, qui a une valeur positive plus ou moins grande, selon l'emploi qu'il reçoit dans les fermes; au prix moyen du pays, celui produit par une brebis en six mois vaut 1 fr. 25 c., ce qui donne en totalité un produit de 12 fr. 37 c. par brebis.

Les *dépenses* sont :

Intérêt de la valeur de la brebis et assurance à 15 %.	2 f.	250
Logement d'une cabane coûtant 6 fr. 25 par brebis, intérêt à 10 %.	0	625
Garde.	4	000
Nourriture d'été et voyage.	2	500
	9	375
A déduire de..	12	370
Reste pour représenter la nourriture d'hiver.	2	995

Cette nourriture de six mois est de $\frac{1416}{2}$=708 kil. de foin

multipliés par le poids de l'animal (40 kil.) et divisés par 100, c'est-à-dire de 283,2 kil. de foin : le foin est donc payé pour la brebis à raison de $\frac{2,995}{2,832} = 1$ fr. 05 les 100 kil. ; et l'hectare de bon pâturage pouvant nourrir dix brebis pendant ce même temps, est payé $\frac{2832 \times 1,05}{100} = 29$ fr. 74 c. de rente.

Mais il faut remarquer que dans cette industrie nous obtenons à très-bon compte la nourriture d'été : s'il fallait nourrir le bétail toute l'année sur la ferme, nous aurions à retrancher des dépenses 2 fr. 50 c. pour le fourrage d'été et le voyage, ce qui la réduirait à 6 fr. 87 c.; nous aurions à doubler le produit de l'engrais, c'est-à-dire à ajouter 1 fr. 25 c. à la recette, ce qui la porterait à 13 fr. 62 c. la différence de ces deux chiffres 6 fr. 75 c., qui représentent le prix de 566,4 kil. de foin valant alors $\frac{6750}{5664} = 1$ fr. 19 c. C'est donc en empruntant à des terrains pauvres ou moins précieux du fourrage qui ne nous coûte que $\frac{2500}{2832} = 0$ fr. 88 c. que nous parvenons à vendre celui d'hiver à 1 fr. 05; il s'est fait une règle d'alliage, par parties égales, du foin plus cher à 1 fr. 05 et du foin moins cher à 0 fr. 88 c.; ce qui nous donne

$$x = \frac{1,05 + 0,88}{2} = 0 \text{ fr. } 965,$$

prix réel du foin dans cette exploitation. Voyons ce qui arrive quand nous remplaçons l'élevage par l'engraissement des moutons.

On obtient sur un animal adulte l'accroissement de 1 kil. de chair vivante par la consommation de 22 kil. de foin normal, et même de 17 kil. quand l'engraissement est pressé et particulièrement soigné. Dans cette opération on veut que le poids d'un mouton augmente du tiers pour être réputé gras; et cela arrive ordinairement en trois mois. En supposant le poids du début de 40 kil., on jugera le mouton gras quand il pèsera 52 à 53 kil. Son poids moyen pendant la durée de l'engraissement sera de 46,50 kil.. La viande maigre vivante se paye en moyenne 0 fr. 575 le kil.; la

chair grasse 0 fr. 400. On peut renouveler l'opération deux fois l'année, ce qui permet de réduire de moitié le capital dont on doit disposer et les bâtiments propres à recevoir le bétail. Le compte de l'opération sera le suivant :

Doit :	achat de 40 kil. de viande vivante à 0 fr. 375. . .	15f000
	intérêt de 3 mois à 10 °/₀ l'an.	0,375
	1/2 du loyer de la bergerie $\frac{6\text{fr. }25}{2}$ par tête à 10 °/₀	0,312
	Garde et soins	1,500
		17,187
Avoir :	53 kil. de viande à 0 fr. 40 c.	21,200
	fumier de 3 mois.	0,625
		21,825
	reste pour le prix de $17 \times 13 = 221$ kil. de foin.	4,638
	d'où pour le prix de 100 kil. de foin. . . 2f20	
	prix du foin consacré à l'élève. 1,05	
	profit pour 100 kil. de foin. 1,15	

On profite donc aussi bien qu'il est possible du foin comme foin normal. Si c'est de la luzerne qu'on récolte, comme elle dose 1,97 pour 100 d'azote, tandis que le foin du pays ne dose que 1,50, celui-ci valant 1 fr. 05 pour l'élève, on obtiendra 1 fr. 37 en faisant consommer de la luzerne. En faisant le même calcul pour les moutons à l'engrais, on trouvera $1{,}50 : 2{,}20 :: 1{,}97 : x = 2$ fr. 89 c. pour la valeur de la terre ainsi employée. La plus grande partie de la consommation peut se faire sur place et sans nécessité des fauchages, si l'on a de bons bergers qui sachent se mettre en garde contre la météorisation.

On peut donc estimer le fourrage de la sorte selon les usages du pays :

Foin d'hiver pour les brebis d'élève	1f05
— pour l'engraissement	2,20
Luzerne consommée par les brebis d'élève. .	1,37
— par les moutons à l'engrais.	2,89

Ces prix n'ont rien de commun avec ceux que l'on obtiendrait de ces fourrages transportés dans les villes.

Débouchés, communications. Les communications deviennent très-difficiles après les pluies. Les chemins sont sur un sol naturel argileux, ils deviennent très-glissants, les animaux et les hommes ont peine à y tenir pied; il s'y forme rapidement des ornières profondes, et le sol gluant occasionne un fort tirage; mais ils sont fermes et roulants dans les temps secs. Dans une grande partie du pays le gravier est trop éloigné pour qu'on puisse y établir de bonnes chaussées empierrées; ce serait cependant une des dépenses les plus utiles et dont l'agriculture et le commerce retireraient les plus grands avantages. L'éloignement du domaine de la ville ne permet pas d'y faire plus d'un voyage et le retour dans la journée, ce qui élève de 32 centimes le prix de chaque quintal métrique transporté sur des charrettes. Arles est le grand marché du blé : le prix moyen de l'hectolitre était, il y a quelques années, de 25 fr.; mais les arrivages de Marseille, qui donnent des limites assez étroites à la hausse, l'ont fait descendre à 22 fr., le blé pesant 80 kil. et s'élevant quelquefois à 83 et 84 kil.

Ces difficultés des communications doivent faire choisir le système et les assolements qui exigent le moins de charrois; peut-être qu'un jour il se fera, à cet égard, quelques changements heureux qui mettront en rapports plus fréquents les villes environnantes avec ce vaste territoire si longtemps abandonné. Déjà on arrive à Arles avec facilité, et l'habitude des bonnes routes ne peut pas manquer d'inspirer le désir d'en étendre l'agrément sur toute la contrée.

Système suivi jusqu'ici. Ce système est, pour les terres cultivées, celui de la jachère biennale avec culture de blé, et d'une petite quantité d'avoine suffisante aux bêtes de travail pendant les grands travaux. Les terres en pâturage sont livrées, de novembre à mai, au parcours des brebis, qui parquent quand il fait beau temps, et qui autrement sont mises à couvert dans une bergerie construite en roseaux, dite cabane. Il y a une vigne suffisante pour les besoins de la ferme,

et l'on sème chaque année 4 à 5 hectares en avoine, qui sont mangés en vert par les brebis, et enfin 10 hectares de luzerne fournissent le fourrage nécessaire aux bestiaux.

Ainsi le sol se trouve divisé ainsi qu'il suit :

Jachère.	42 hect.
Blé.	39
Avoine.	3
Luzerne	10
Paquis d'orge.	5
Prés	4
Vignes.	2
	105
Pâturage.	50
	155

Le fonds de roulement est le suivant :

1° 7 valets y compris le fermier et sa femme gagnent.		2,300 fr.
2° Un jardinier gagne		400
3° Nourriture.		2,045
4° Semences 78 hect. blé..		1,716
10 hect. avoine		80
5 hect. orge		40
5° Moisson et dépiquage.		1,206
6° Culture de la vigne à bras et vendange.		600
7° Repiquage de fossés, etc..		360
		8,747
8° Nourriture supplém. des brebis pour six mois d'été.		1,250
9° Garde de 500 brebis		2,000
		11,997

CHEPTEL.

14 mules à 650 fr.. . . . . 9,100 f.	cheptel vivant	16,600
500 brebis à 15 fr. 7,500		
Instruments aratoires, harnais divers et mobilier. . .		7,140
		23,740

CAPITAL FONCIER.

Bâtiment de ferme.	8,000
Bergerie pour 500 brebis à 6 fr. 25 l'une.	3,125
	11,125

RÉCAPITULATION DES FRAIS.

Fonds de roulement	11,997	
Intérêt du cheptel vivant à 15 p. %.	2,490	
Intérêt du cheptel mort à 10 p. %.	714	
Intérêt du capital foncier à 5 p. %.	556	25
Intérêt du fonds de roulement à 10 p. %	1,199	70
	16,956	95

PRODUITS.

682,5 hectolitres de blé à 22 fr.	15,015	00
Produit de 500 brebis à 12 fr. 37	6,185	00
	21,200	00
Produit net.	4,243	05

Ou par hectare 28 fr. 34 c.

Ce système a été exécuté jusqu'à présent par des métayers, et si nous leur attribuons les dépenses qui leur incombent, nous nous rendrons parfaitement compte de cette industrie.

Dans les conventions du bail, le propriétaire paie la moitié des frais de dépiquage 2 pour 0/0 du prix du blé.

Ci.	300f30
La moitié des semences	918, »
Il a à sa charge l'intérêt du capital foncier	556,25
	1,774,05

Il faut donc diminuer le total des frais de cette somme, et il reste à la charge du fermier 15,182 fr. 90, qui, ôtés de la recette totale 21,200, laissent la somme de 6,017 fr., 10 c., qui représentent la rente du propriétaire.

Le fermier lui donne la moitié du blé.	7,507,50
Et en argent sur le produit du troupeau	422,65
	7,942,15

Ainsi, le métayer se trouve couvert de ses frais, et le propriétaire reçoit net 6,167 fr. 60 c. ou 39 fr. 79 c. par hec-

tare, ce qui est, en effet, le revenu net du domaine, impositions non payées.

SECTION II. — *Recherches du système à adopter.*

L'enquête que nous venons de faire nous prouve que tous les systèmes de culture, même les plus avancés, pourraient être appliqués à la situation agricole de ce domaine. Mais cette conclusion absolue est modifiée par les effets du climat, qui, par sa sécheresse, s'oppose au succès des cultures de printemps, et ne permet dans les assolements que l'introduction des plantes qui peuvent supporter les chances nombreuses de cette dessiccation du sol. De plus, la cherté des bras doit faire écarter les cultures sarclées, qui exigent beaucoup de main-d'œuvre ; enfin, la dureté du sol et la nécessité de se ménager un long intervalle pour les travaux, exigent que l'on mette un assez grand intervalle entre une récolte et un nouvel ensemencement. La plus grande partie de ces difficultés n'existeront pas pour les terres légères et pour celles que l'on pourrait arroser. Mais l'irrigation naturelle ne pouvant avoir lieu sur une partie des terres que quand le Rhône est au-dessus de son étiage, et le fleuve pouvant être bas au moment où l'eau serait le plus nécessaire, on s'exposerait à des chances fâcheuses, si l'on établissait un système entier basé sur une telle ressource. Nous avons donc à examiner : 1° Le système qui consisterait à soumettre le domaine entier au système du pâturage; 2° Celui qui, procédant au défrichement, complet y introduirait la jachère biennale ; 3° Celui qui conservant la jachère créerait une étendue de prairies temporaires, susceptible de porter les récoltes au maximum du produit ; 4° Le système qui, abandonnant la jachère, le soumettrait à un assolement alterne; 5° Le système arbustif avec la vigne, le mûrier se trouvant exclu par le manque de population. Le temps n'est pas encore venu où l'on pourra juger les effets de l'introduc-

tion des rizières. C'est une grande expérience qui est en cours d'exécution, mais que l'on ne pourra apprécier que quand ses dépenses capitales seront entièrement faites, et qu'elle sera en marche régulière.

§ I. — 1er *Système.* — *Conversion en pâturages.*

Dans ce système, nous conservons les anciens pâturages, que nous améliorons peu à peu en les débarrassant des touffes de salicornes et d'autres plantes frutescentes, en y répandant des fonds de meule et de grenier à foin contenant de bonnes graines, etc. Quant au reste des terres, nous les convertissons en prés secs ou irrigués selon leur position. L'expérience nous prouve qu'il suffit pour cela dans ces terrains de soustraire pendant deux ou trois années le sol à la culture et au pâturage ; on accélère la formation du gazon en y ajoutant des graines provenant des résidus des fourrages. On obtient ainsi des prairies qui, les unes dans les autres, produisent 3,570 kilog. de foin par hectare, susceptibles de nourrir dix-huit brebis pendant six mois. Mais la masse d'engrais dont on dispose ne tarde pas à améliorer ces prairies, et on les pousse au bout de neuf ou dix ans à une production presque double, surtout dans la partie que l'on peut arroser, au moins au printemps, quand cette saison est trop sèche. Si nous réservons la partie arrosée pour la dépaissance des troupeaux pendant l'été, quand les autres pâturages peuvent occasionner le mal du sang, nous aurons en moyenne neuf brebis par hectare des anciennes terres cultivées, et cinq brebis sur les anciens pâturages, ce qui nous donne

$$\begin{aligned} 9 \times 105 &= 945 \\ 5 \times 50 &= 250 \\ \hline & 1{,}195 \text{ brebis.} \end{aligned}$$

Puis quand les gazons se seront suffisamment enrichis par leur durée et l'engrais dont on aura disposé, il sera temps de

passer au défrichement pour profiter de cette fertilité accumulée.

Les résultats économiques de ce système seront les suivants:

Capital foncier.

Bâtiments d'exploitation tels qu'ils ont été déjà décrits.	8,000	
Bergerie pour 1,195 brebis à 6 fr. 25 c.	7,468	75
Rente de la terre pendant trois ans, pour la formation des prairies, déduction faite de la rente des anciens pâturages.	18,000	»
Dépenses diverses pour fossés de conduits, repiquage de semences et sarclage, 100 fr. par hect.	10,500	»
	43,968	75

Cheptel.

1,195 brebis à 15 fr. . . . 17,925 3 mules pour charrois à 650 1,950	cheptel vivant.	19,875
Instruments et harnais pour les attelages.	1,020	
	20,895	

Fonds de roulement.

Directeur	800
Femme de service.	245
Un valet charretier	600
Sarclage, étrépage, irrigation de 105 hect. à 8 fr.. . .	840
Garde de 1,195 brebis.	4,780
	7,265

Récapitulation.

Fonds de roulement.	7,265 fr.	
Intérêt à 10 p. %.	746	50
Intérêt du cheptel vif à 15 p. %. . .	2,981	25
Intérêt du cheptel mort à 10 p. %. .	102	»
Intérêt du capital foncier à 5 p. %.	2,198	40
	12,293	15
Produit de 1195 brebis à 12 fr. 37.	14,782	15
A soustraire, dépenses.	13,293	15
Produit net.	1,489	00

Ou par hectare 9 fr. 61 c.

Si l'on ne fait pas entrer en ligne de compte l'amélioration du sol, ce système est très-inférieur à celui qui est en activité dans le domaine. Il est une nouvelle preuve de l'infériorité de la culture du fourrage isolé de la culture, quand on est obligé de le faire consommer au prix de 1 fr. 05 le quintal métrique. Les cultures spéciales de fourrage doivent être faites près des lieux où leur prix s'élève au moins à 4 fr. net.

§ II. — 2e *Système. — Défrichement complet, jachère biennale.*

Nous supposons tous les pâturages défrichés et soumis à la culture, il ne reste alors d'autres engrais que celui produit par les bêtes de travail et les pailles. On sèmera seulement 5 hectares en avoine et 15 hectares en luzerne pour la nourriture des animaux.

Les terres recevront donc en engrais :

1° Fumier produit par 25 bêtes de travail, ci	250 kil. d'azote.
2° Fertilité apportée par la jachère sur 67,5 hect. de terres soumises à la culture. .	1239,33
3° Paille de 950 hectol. de blé.	484,00
	1973,33

Le budget de ce système sera le suivant :

Fonds de roulement.

Directeur.	1,013 fr.
Culture de 67,5 hect. de blé à 204 fr. . .	13,770
	14,783

Cheptel.

25 bœufs pesant 600 kil. à 0 fr. 375. . . .	4,625
Instruments, mobilier, etc.	12,240
	16,865

Capital foncier.

Ratiments de ferme.	9,568
Défrichement de 50 hect. de pâture à 110 fr.	5,500
	15,068

RÉCAPITULATION.

Fonds de roulement.	14,783 fr.	
Intérêt de ce fonds à 10 p. % . . .	1,473 30	
Intérêt du cheptel vif à 15 p. %. .	693 75	
Intérêt du cheptel mort à 10 p. %.	1,224 00	
Intérêt du capital foncier à 5 p. %.	753 40	
	18,927 45	
Produit de 950 hectol. de blé. . .	20,900 00	
Produit net. . . .	1,972 55	

Par hectare 12 fr. 72 c.

On reconnaît ici combien sont peu satisfaisants les résultats d'une culture complète sur des terres qui ne sont pas amenées à un état suffisant de fertilité.

§ III. — 3e *Système. — Jachère portée à son maximum de fertilité.*

En voyant les deux systèmes absolus que nous venons de décrire donner des résultats si inférieurs au système mixte qui est en pratique dans ce pays, nous devons reconnaître la nécessité d'allier les avantages d'abondants engrais à ceux que présente leur application à une production relativement plus riche que celle des fourrages, savoir, dans le cas qui nous occupe, celle des céréales. Dans une autre situation agricole, on pourrait aspirer à des cultures plus riches encore ; nous avons dit les raisons qui nous les interdisent ici.

Nous proposons deux solutions de ce problème : 1° Conserver les pâturages actuels et créer le supplément nécessaire de fourrages, au moyen de luzernes établies sur les terres arables ; 2° Améliorer les pâturages, les transformer en prairies fauchables, par le moyen de l'irrigation, et conserver à la culture des blés toutes ou au moins la plus grande partie des terres arables.

Pour porter la culture du blé au maximum que l'on peut se flatter d'atteindre dans le pays et avec nos variétés de

blé actuelles, il faut lui consacrer un engrais dosant 61,6 kil. d'azote par hectare. La récolte moyenne du blé étant supposée de 30 hectolitres :

La paille nous fournira.	15,60 kil. d'azote.	
La jachère nous donnera. . . .	18,36	
	33,96	
Il nous restera à pourvoir à. .	27,64	
	61,60	

1° Supposons que nous conservions les pâturages actuels, les 500 brebis nous donneront 820 kil. d'azote pour un an ; et pour six mois, avec dépaissance au dehors, seulement le quart de cette quantité ou 205 kil. ; c'est de quoi fumer $\frac{205}{27,64} = 7,4$ hectares de blé, et par conséquent on ne pourvoira qu'à 14,8 hect. en deux ans, et il restera 90,2 hect., dont les besoins ne seront pas satisfaits.

Dans ces terres, les luzernes non arrosées produisent 15,000 kil. de foin sec, par hectare, de deux à quatre ans ; de 7,500 à 10,000 quand elles sont plus âgées ; mais comme nous ne croyons pas devoir les laisser durer plus de cinq ans, dont quatre ans en plein produit, nous porterons le produit moyen à 12,000 kil. Ce fourrage dose 1,97 d'azote pour %, et nous donne pour 12,000 kil. de foin, 236,5 kil. d'azote ; mais comme dans la consommation par les brebis la déperdition de cet élément est de 50 p. 100, il nous reste 118 kil. d'azote dans l'engrais. En appelant x le nombre d'hectares à consacrer à la culture de blé et y celui des hectares à mettre en luzerne, nous avons les deux équations suivantes :

$$x + y = 90$$
$$x \times \frac{27,64}{2} = y \times 118$$

D'où nous tirons :

$$x = 80,60$$
$$y = 9,40$$

On aura donc 9,40 hect. en luzerne, et l'on ensemensera en blé chaque année $\frac{80,60}{2} = 40,30$ hectares complétement

fumés, ou en totalité avec ce qui est fumé par le moyen des pâturages. 47,70 hectares ; on disposera de 112,800 kil. de foin de luzerne, équivalant à 192,888 kil. de foin normal et pouvant nourrir 15,622 kil. d'animal vivant ou 8 bœufs pesant 4,800 kil. et 221 brebis à l'étable toute l'année, en outre des 500 brebis avec dépaissance ou dehors durant six mois.

Les résultats de l'assolement sont les suivants :

FONDS DE ROULEMENT,

Culture de 47,70 hect. de blé à 204 fr. par hect. . . .	9,730f80
Travaux de 9,40 h. de luzerne à 55 fr. par année moy.	517,00
Garde de 721 brebis à 4 fr.	2,884,00
Nourriture supplémentaire de 500 brebis pour 6 mois.	1,250,00
Supplément de salaire du maître-valet	443,00
	14,824,80

CHEPTEL.

8 bœufs . . . . . 1,800 fr. 721 brebis. . . . 10,815	cheptel vivant. . . .	12,615,00
Instruments et harnais.		4,080,00
		16,695,00

CAPITAL FONCIER.

Bâtiments d'exploitation	8,000,00
Bergerie pour 721 brebis à 6 fr. 25 par tête.	4,506,25
Premier établissement de 9,40 hect. de luzerne : engrais 150 kil. d'azote par hectare, ou 1,410 kilog. que l'on obtiendra pour 3 fr. le kil. . , ...	4,230,00
	16,736,25

RÉCAPITULATION.

Fonds de roulement.	14,824,80
Intérêt dudit à 10 p. %.	1,482,40
Intérêt du cheptel vif à 15 p. %.	1,892,25
Intérêt du cheptel mort à 10 p. %	408,00
Intérêt du capital foncier à 5 p. %.	836,81
	19,444,26

PRODUIT.

Blé 30 hectol. par hectare, réduit à 0,81 par l'état de fertilité du sol, ou à 24,3 hectol. par hectare pour 47,7 hect., ci 1,159 hectol. de blé à 22 fr. . . . . 25,498 fr
Produit de 721 brebis à 12 fr. 37. 8,918,77
34,416,77
Produit net. 14,972,51
Ou par hectare 93 fr. 57 c.

2° Passons à l'autre combinaison, à celle qui consiste à transformer les pâturages en prairies arrosées au printemps, donnant une bonne coupe et un regain estimés à 3,400 kil. de fourrage par hectare. Nous aurons ainsi sur 50 hectares de pâturage 170,000 kil. d'un foin qui dose 1,40 d'azote pour 100 et qui équivaut ainsi à 207,400 kil. de foin normal. Le dosage total de ce foin est de 2,380 kil. d'azote qui, consommés par les brebis nourrices, se réduisent dans l'engrais produit à la moitié ou à 1,190 kil. pouvant fumer $\frac{1190}{27,64} = 43$ hectares de terrain à blé par an, et par conséquent satisfaisant aux besoins de 86 hect. dans la jachère biennale.

Il nous reste à trouver l'engrais nécessaire à 19 hectares qui complètent nos 165 hectares de terre labourables. Cet engrais résultera de la consommation du fourrage produit par des luzernes dont il faut chercher l'étendue au moyen des deux équations suivantes, dans lesquelles les lettres ont les mêmes significations que dans la combinaison précédente :

$$x + y = 19$$
$$x \times \frac{27,64}{2} = y \times 118$$

D'où nous tirons

$y = 2$ hectares.
$x = 17$

Nous avons donc 2 hectares en luzerne pour fumer en deux ans 17 hectares, ou par an 8,5 hectares semés en blé, de même que 50 hectares de prairies arrosées serviront à fumer 43 autres hectares de blé. Nous nourrirons avec le fourrage des prairies 14,616 kil. de bétail et 2,900 kil. avec

de la luzerne, en totalité 17,546. Le bétail sera composé de 10 bœufs pesant 6,000 kil. et de 289 brebis pesant 11,560. Les résultats de l'exploitation seront les suivants :

FONDS DE ROULEMENT.

Cultures de 51,5 hect. en blé à 204 fr.	10,506 fr.
Travaux de 2 hectares de luzerne à 55 fr.	110 00
Garde de 289 brebis à 4 fr.	1,156 00
Supplément de traitement du maître-valet.	368 00
	12,140 00

CHEPTEL.

10 bœufs	2,250 fr.	cheptel vif. . .	6,585 00
289 brebis.	4,335		
Instruments et mobilier.			5,400 00
			11,985 00

CAPITAL FONCIER.

Bâtiments d'exploitation, ...	8,000 00
Bergerie pour 289 brebis à 6 fr. 25 c..	1,806 25
Établissement de 2 hectares de luzerne avec engrais dosant 300 kil. d'azote à 3 fr..	900 00
Canaux, nivellement des pâturages et leur conversion en prairies.	6,000 00
Privation de pâturages pour un an.	865 00
	17,571 25

RÉCAPITULATION.

Fonds de roulement.	12,140 00
Intérêt dudit à 10 p. %.	1,214 00
Intérêt du cheptel vif à 15 p. %.	987 75
Intérêt du cheptel mort à 10 p. %.	540 00
Intérêt du capital foncier à 5 p. %	878 56
	15,760 31

PRODUIT.

Blé de 51,5 hect. à 1,251,45 hectol. à 22 fr..	27,531 90
Produit de 289 brebis à 12 fr. 37 c..	3,574 93
	31,106 83
Produit net.	15,346 52

Ou par hectare 99 fr. 01 c.

Dans les résultats ci-dessus on voit les avantages de la production des engrais et de leur emploi sur les céréales, de manière à obtenir le maximum de produit du minimum de travail.

§ 4. — 4e *Système. — Assolement continu.*

En excluant de nos assolements les récoltes sarclées qui exigent trop de bras, et dont la plupart ont besoin d'un printemps modérément humide, il nous reste seulement les alternances de fourrages et de céréales, et c'est à ce mode de rotation que l'expérience a conduit les habiles agriculteurs du pays, surtout dans les environs de Nîmes. Mais toutes les comparaisons des résultats qu'ils obtiennent et de ceux que nous pouvons nous promettre seront à notre désavantage. Ils ont un terrain plus meuble, moins sec au printemps, ce qui est bien constaté par les succès de leurs prairies temporaires ; ensuite ils trouvent dans les villes et dans les vignobles des environs un débouché qui leur permet de vendre leurs fourrages à haut prix, et d'acheter de l'engrais à bon marché. Voyons cependant les résultats que nous pouvons obtenir sur notre terrain.

Nous pensons que l'on ne devra faire entrer que successivement les pâturages actuels dans l'assolement, et en commençant par les meilleures parties et les moins salantes. Nous aurons donc 105 hectares à diviser en 12 soles de 8,75 hect.; ces soles seront, savoir : 1, 2, 3, 4, 5, luzerne; 6, 7, 8, blé; 9, 10, sainfoin mêlé de trèfle; 11, 12, blé. Le terrain sera ainsi réparti :

Luzerne.	43,75 hect.
Blé	43,75
Sainfoin et trèfle	17,50
	105,00

	Foin normal.
La luzerne produit 12,000 kil. × 43,75 (1) = 525,000 kil. de fourrage équivalant à	897,348 k.
Le sainfoin produit 6,000 kil × 17,50 = 105,000 —	123,251
43,75 hect. de blé produisant 24,3 hectol. donnent 1,083 hectol. qui fournissent en paille l'équivalent de.	47,835
	1,068,444

Ce fourrage peut entretenir 75,455 kil. de chair vivante: nous aurons 8 bœufs pesant 4,800 kil., et 3 chevaux ou mulets pesant 1,350 kil., en totalité pour les bêtes de travail 6,150 kil.; il nous reste donc pour les bêtes de rente 69,305 kil. qui nous donnent 1,735 brebis de 40 kil. nourries toute l'année, et comme l'on aura à nourrir pendant 6 mois les 500 brebis des pâturages (2), il restera 1,483 brebis en sus des 500 à nourrir toute l'année.

L'engrais disponible sera ainsi qu'il suit :

Avec litière.	8 bœufs de travail pesant 4,800 kil.	509,76 k.
	3 chevaux de travail pesant 1,350 kil.	111,51
	500 brebis au pâturage pendant 6 mois (20,000 k.)	400,00
	1,483 brebis à l'étable pendant 1 an (59,320 kil.)	6568,60
		7589,87

L'assolement exige en engrais, savoir :

Pour un produit de 5,250 quintaux luzerne, il faut rendre à la terre :

0,79 kil. d'azote p. % de luzerne récoltée (3), ci.	4,147 kil. d'azote.
1063 hect. de blé exigent un engrais de	2,189,70
	6,336,78
Excédant.	1,253,09

qui serviront à améliorer les terres les moins bonnes, et plus tard pourront devenir le pivot de cultures opulentes.

(1) C'est le produit ordinaire des luzernes non arrosées de ce pays; on les fume médiocrement. Nous ne doutons pas qu'avec plus d'engrais et plus de soin on ne parvînt à doubler peut-être ce produit.

(2) Elles ne comptent que pour 250 dans la nourriture totale de l'année.

(3) Tome IV, p. 431.

Les dépenses seront :

FONDS DE ROULEMENT.

Culture de 43,75 hect. de luzerne à 55 fr., année moy.	2,406f.25
Culture de 43,75 hect. de blé à 204 fr.	8,925 00
Culture de 17,50 hect. de sainfoin à 81 fr. 80 pour les sainfoins de 2 ans.	1,431 50
Garde de 1,733 brebis	6,932 00
Directeur, supplément de traitement	806 64
	20,501 39

CHEPTEL.

3 chevaux ou mulets.	1,800 fr.		
8 bœufs.	1,800	cheptel vivant. . .	29,595 00
1,708 brebis à 15 fr.	25,995		
Instruments, harnais et mobilier.			4,080 00
			33,675 00

CAPITAL FONCIER.

Bâtiments.	8,000 00
Bergerie pour 1,733 brebis	10,831 25
Établissement de 33,75 hect. de luzerne : engrais contenant 5062,50 kil. d'azote.	15,187 50
	34,018 75

RÉCAPITULATION DES DÉPENSES.

Fonds de roulement.	20,501 39	
Intérêt à 10 p. %.	2,050 14	
Cheptel vivant, intérêt à 15 p. %. . . .	4,439 25	
Cheptel mort, à 10 p. %.	408 00	
Intérêt du capital foncier à 5 p. %	1,700 93	
	29,097 71	

PRODUITS.

1,063 hectolitres de blé à 22 fr.	23,386 00	
Produit de 1,733 brebis à 12 fr. 37 c. . .	21,537 21	
	44,923 21	
Dépenses	29,097 71	
Produit net	14,825 50	

Ou par hectare 95 fr. 65.

§ V. — 5e *Système. — Cultures arbustives. Vignes.*

Le produit en vin des terres, dans la situation où se trouvent celles de ce domaine, sera de 25 hectolitres par hectare pendant 30 ans.

Le prix moyen de l'esprit 3/6 étant de 55 fr. les 100 kil., et le vin donnant 12 p. 100 d'esprit en moyenne, si nous ôtons du prix de l'esprit 8 fr. pour fabrication, il nous restera 47 fr. pour prix de $\frac{100}{12} = 8$ hect. 33 de vin, qui est ainsi de 5 fr. 64 centimes.

A cause de la plus grande salure des pâturages, nous les conservons encore, ce qui nous donne d'ailleurs de l'engrais pour accroître la récolte. Les 500 brebis pendant six mois fournissent 205 kil. d'azote, d'où résultera une augmentation de 125 litres × 205 = 25,625 litres de vin (1).

Ainsi la récolte probable sera :

Pour 105 hect. à 25 hectol.	2,625 hectol.
Pour l'engrais	256,25
	2,881,25 à 5 fr. 64 = 17,250f.75
Si nous joignons à ce produit celui de 500 brebis à 11 fr. 12 (et non pas 12 fr. fr. 37, l'engrais étant déjà compté en recette probable en vin), nous aurons	5,560 00
	21,810 25

Les frais de culture sont par hectare :

Labours.	186 39	
Treille	9 45	
Vendange.	32 00	
	227 84	

FONDS DE ROULEMENT.

Travaux de 105 hectares à 227 fr. 84.	23,923 20
Garde de 500 brebis.	2,000 00
Nourriture supplém. de 500 brebis pour 6 mois d'été	1,250 00
Directeur.	2,113 84
	29,287 04

(1) T. IV, p. 644.

Cheptel (1).

105 hectares à 160 fr., le vin étant débité de suite. .	16,800f.00
500 brebis à 15 fr.	7,500 00
	24,300 00

Capital foncier.

Bâtiments.	8,000 00
Celliers, etc., pour le produit de 105 hect. à 627 fr.	65,835 00
Bergerie pour 500 brebis.	3,125 00
	76,960 00

Récapitulation des frais.

Fonds de roulement.	29,287f.04	
Intérêt à 10 p. %.	2,928 70	
Cheptel mort à 10 p. %	1,680 00	
Cheptel vivant à 15 p. %	1,125 00	
Capital foncier à 5 p. %.	3,848 00	
	38,848 74	
Le produit ne s'élève qu'à.	21,810 25	
Perte totale.	17,638 49	

Perte par hectare 109 fr. 92 c.

Pour que l'on fît seulement le pair sans rente, il faudrait que le vin se vendît 13 fr. 48 c. l'hectolitre, c'est-à-dire que le prix moyen de l'esprit fût de 112 fr. 33 c., et pour obtenir la rente actuelle de 6,167 fr. 60 c. il faudrait que le prix du vin fût de 15 fr. 62 c., et celui de l'esprit de 130 fr. 17 c. Il nous semble démontré qu'aux prix actuels, l'accroissement du vignoble à eau-de-vie est arrêté, et que s'il ne rétrograde pas rapidement, on doit l'attribuer seulement à ce que les dépenses foncières et de cheptel sont faites, et qu'on veut les utiliser autant que possible.

(1) Dans ce calcul, l'intérêt de la valeur des bêtes de travail est compris dans les frais de culture.

SECTION III. — *Discussion du système proposé.*

En récapitulant les différents systèmes que nous avons exposés, nous trouvons pour résultat le tableau suivant :

	Capital à fournir au début.		Fonds de roulement et intérêt du capital en totalité des frais.		Revenu brut.		Revenu net.	
	en totalité.	par hect.	en totalité.	par hect.	total.	par hect.	total.	par hectare.
1, Système suivi jusqu'à ce jour.	fr. 45,862	fr. c. 295,83	fr. 15,072	fr. c. 96,98	fr. 21,200	fr. c. 136,77	fr. 6,168	fr. c. 39,79
2. Conversion en pâturages.....	72,129	465,35	13,293	85,76	14,782	95,37	1,489	9,61
3. Défrichement des pâturages.	46,716	301,39	18,927	122,11	20,901	134,83	1,973	12,72
4. Jachère, blé porté au maximum, conservation des pâtur., luzerne sur les terres arables..	48,256	311,32	19,444	125,44	34,417	222,03	14,973	96,59
5. Jachère, blé porté au maximum, pâturages convertis en prairies.....	41,696	269,00	15,760	101,67	31,107	200,68	15,347	99,01
6. Assolement continu sans jachère	88,197	568,35	29,098	187,73	44,923	289,82	14,826	95,69
7. Vignes.....	130,547	842,24	38,849	250,64	21,810	140,72	—17,039(1)	—109,92

A la première vue de ces tableaux, nous écartons sans hésiter les numéros 2, 3 et 7. Il nous reste la jachère, soit sous sa forme actuelle (n° 1), soit en portant le blé à son maximum de production par des luzernes (n° 4) ou par la transformation des pâturages en prairies (n° 5) ; les deux derniers partis exigent seulement un capital de 40,000 à 48,000 fr. Quant à l'assolement continu sans jachère, demandant un capital de 88,000 fr., il est incontestablement le plus riche quand on peut vendre la luzerne à un prix moyen de 4 fr. les 100 kil., mais il cesse de l'être quand il faut la faire con-

(1) Le signe *moins* (—) indique qu'au lieu d'un bénéfice il y a perte.

sommer au prix de 1 fr. 80 c. Tout se réunit donc en faveur du système de la jachère portée à son maximum de produit. En adoptant ce système on se ménage toutes les chances, puisqu'on y introduit une assez forte quantité de luzerne, et que si, par des soins et des engrais, on parvenait à en accroître considérablement le produit, on pourrait passer avec la plus grande facilité au système des assolements continus.

Remarquons, au reste, que quand on augmente la production du blé sans augmenter l'engrais comme dans le n° 3, la rente baisse immédiatement; que quand on augmente l'engrais pour ne l'appliquer qu'à la production du fourrage payé seulement à 1 fr. 80 c., comme dans le n° 2, la rente baisse aussi; mais dès que la production d'engrais s'applique en quantité un peu notable à la production des céréales, la rente s'accroît dans une proportion notable et en raison directe de l'étendue de ces céréales et de l'engrais qu'elles reçoivent, comme dans le système actuel et surtout dans les nos 4, 5 et 6.

C'est maintenant au propriétaire à déterminer s'il veut conserver le système actuel ou s'il veut faire le sacrifice, fort léger, relativement à ses résultats, qui est nécessaire pour passer au système de la jachère portée au maximum du produit qui nous paraît le plus applicable dans la situation topographique, climatérique et économique du domaine.

SECTION IV. — *Projet de règlement d'organisation.*

Le propriétaire ayant adopté pour le domaine le système des jachères biennales avec un maximum d'engrais, et conservation des pâturages actuels, nous proposons le règlement suivant, qui n'est que le développement de ce système.

1° En entrant en fonction l'administrateur procédera à la division des terres du domaine en deux soles égales de 52,50 hectares, contenant chacune une égale partie des deux

natures de terrain qui le composent. Il prendra pour base de ce travail les deux soles qui existent dé jà,en les rectifiant autant qu'il sera possible pour les ramener à l'égalité.

2° Chacune de ces soles devant présenter à l'avenir 10,50 hectares de luzerne, il faudra devancer ou reculer l'époque du défrichement de celles qui existent déjà, et augmenter ou diminuer la proportion de celles que l'on sèmera pour qu'en quelques années cette culture soit égalisée sur les deux soles.

3° Le domaine se trouvera alors divisé de la manière suivante :

Sole A	blé	42 hect.	00
	luzerne	10	50
Sole B	jachère	42	00
	luzerne	10	50
	pâturages	50	00
		155	00

La prairie existante peut être comptée en déduction des luzernes sur la sole où elle se trouve. Le vin produit par la vigne est payé à un prix trop élevé par les travaux et la rente de la terre; cette vigne devra être défrichée et entrer dans une des soles. Il sera plus avantageux de se procurer le vin par achat.

4° On sèmera chaque année 4,2 hectares de luzerne sur la terre qui aura porté le blé l'année précédente, et qui serait en jachère. La luzerne devant durer cinq ans, y compris l'année de son ensemencement, les deux soles auront successivement 12,6 hect., et 8,4 hectares couverts de cette culture.

5° De plus, on prendra sur les terres en jachère un espace de 1 hectare pour cent brebis, que l'on ensemencera en orge et avoine après l'avoir fumé, et qui servira de dépaissance de premier printemps aux brebis nourrices; après quoi il sera défriché et préparé comme le reste de la jachère pour être ensemencé en blé.

6° On établira sur le champ la plate-forme des fumiers, son puisard et sa pompe. L'enlèvement du fumier et sa mise en tas se feront chaque jour où le temps ne permettra pas les travaux extérieurs, et s'il y a continuité de beau temps, on prendra une demi-journée par semaine pour que ce nettoyage ait lieu au moins tous les huit jours.

7° On se procurera l'engrais nécessaire pour la création de luzernes nouvelles, soit par l'achat de tourteaux, de cuirs de rebut et d'autres matières analogues à Marseille, soit par l'achat et le transport de roseaux que l'on mettra en tas et que l'on arrosera à mesure que le besoin s'en fera sentir pour maintenir la masse dans un état d'humidité satisfaisant. On emploiera pour cette opération 20,000 kil. de roseaux par hectare de luzerne à établir.

8° Les engrais ordinaires seront répartis sur les terres à blé pendant la première année et jusqu'à ce que le produit des luzernes ait permis de compléter le bétail de rente. Alors la répartition se fera de manière à donner une quantité de fumier dosant 61 kil. d'azote par hectare de jachère; et 150 kil. d'azote par hectare de luzerne. Pour bien estimer ces doses, on fera faire l'analyse du fumier d'étable et de celui de bergerie, et en calculant la quantité de mètres cubes ou de quintaux de chacun d'eux qu'il faudra employer pour arriver à la dose assignée par les différentes cultures.

9° Le personnel de la ferme sera le suivant :

1 maître-valet travaillant,
1 femme de ménage,
5 valets de charrue,
1 jardinier,
3 bergers,
3 goujats ou petits bergers à l'année,
3 d° pour six mois, temps de l'agnelage.

Ce nombre ne sera complété que quand le troupeau aura été porté à 1,500 têtes.

10° Le bétail se composera ainsi qu'il suit :

2 mules,
8 bœufs.

500 brebis paissant six mois sur le pâturage et six mois dehors,
1,000 brebis à demeure, à mesure que les luzernes produiront la nourriture nécessaire. Ce nombre devra suivre les progrès de l'accroissement des fourrages. On attribue un maître-berger, un jeune berger à l'année et un pour six mois, lors de l'agnelage, pour le nombre de 500 brebis.

11° On fera un marché avec la femme de ménage ou le maître-valet pour la nourriture des hommes, selon la coutume du pays. Quant aux bergers qui ne peuvent pas se trouver à la ferme aux heures des repas, et qui quelquefois passent une partie de l'année sur des pâturages éloignés, on fait un marché particulier avec eux pour leur nourriture. On demande en ce moment dans ce pays pour un berger chargé de nourrir ses goujats:

15 hectol. de blé.	330 fr.
13,5 de vin.	135
25 litres d'huile.	35
25 c. par jour et pour 912 jours ½ de nourriture	228
	728

Ou par jour moyen 0 fr. 80 c.

12° Le mobilier de la ferme sera complété sans retard.
Il consistera, savoir :
Pour chaque individu de la ferme :

1 lit en fer,
1 coffre,
1 chaise,
1 paillasse,
2 paires de draps et 1 couverture de laine,
1 lanterne à huile.

Pour la cuisine :

1 grande table avec 2 bancs de la même longueur.
1 chaise pour le maître-valet,
Des escabeaux pour s'asseoir autour du feu,
1 pétrin,
1 blutoir
1 huche à pain,

Des bouteilles en nombre suffisant pour tirer un tonneau de vin,
Des urnes en terre pour l'huile et pour mettre l'eau à reposer,
Des lampes,
Des casseroles en cuivre et en terre cuite,
1 poêle à frire,
1 marmite en fer,
Assiettes et verres en quantité suffisante,
Un grand et un petit chaudron,
Un grand et un petit cuvier à lessive.

Pour le train de ménagerie.

1 charrette à 2 bêtes,
1 petite charrette à 1 bête,
2 chariots à bœufs,
2 harnais de mules,
8 harnais de bœufs,
4 charrues à 4 bêtes,
12 charrues à 2 bêtes,
4 Scarificateurs,
4 herses,
1 rouleau,
8 cribles,
8 faulx,
8 bêches,
8 fourches en fer,
8 fourches en bois,
50 sacs,
6 grands draps de toile écrue,
1 romaine.

Il serait bon d'avoir aussi une romaine à plateau pour peser le bétail, et une machine à battre le blé, mue par la vapeur. Ce dernier article amènera une grande économie dans les frais de la ferme.

15° En entrant dans la ferme on se trouvera dépourvu de fourrage, le fermier sortant emportant celui qu'il a récolté; la paille seule reste. Nous aurons donc à pourvoir à la nourriture des bêtes de travail pour tout le temps qui s'étendra depuis le moment où nous les achèterons jusqu'aux premières coupes de fourrages. Cet approvisionnement doit

être fait de bonne heure pour que les mauvais chemins de l'hiver ne nous rendent pas les transports impossibles au moment où le besoin s'en fera sentir.

14° On sèmera immédiatement avant l'hiver les orges et avoines pour pâturage des brebis nourrices. On laissera grainer chaque année le huitième de l'étendue après qu'elle aura été pâturée une fois, pour se procurer la semence.

15° On se pourvoira du blé, du vin, de l'huile que l'on doit fournir en nature pour la nourriture des hommes.

16° Les premiers travaux dont on devra s'occuper seront ceux du défoncement des terres sur lesquelles doivent être semées les luzernes au printemps suivant. Cette plante ne réussit bien que sur des labours très-profonds et une bonne fumure. On ne doit accuser de son peu de réussite dans ce territoire que le défaut de ces deux précautions. On ne laboure pas profondément, de crainte de ramener à la surface la terre trop salée; mais il est facile d'éviter cet inconvénient au moyen d'un second labour fait au fond de la raie du premier avec la charrue sans oreille (1). Le premier et le second labour doivent creuser assez pour que la terre soit remuée à 40 ou 45 centimètres de profondeur. Ce soin, et celui de donner à la terre la dose de fumier nécessaire, changeront probablement les conditions du succès et procureront des récoltes meilleures que celles que nous avons admises pour ne rien exagérer. Nos terres sont trop fortes et se tassent trop aisément pour qu'il soit possible de faire le semis de la luzerne sur le blé.

17° L'usage du pays est de ne commencer les travaux de la jachère qu'à la fin d'avril. Il est fondé sur l'avantage que procure aux troupeaux le parcours de la jachère pendant l'hiver, et sur ce que les pluies de cette saison battent cette nature de terre de manière à ce qu'elle semble ne plus se ressentir des travaux de l'automne. Quand la terre sera

(1) Tome III, p. 182.

abondamment pourvue de fourrage, la première raison ne pourra plus être déterminante, et alors nous pensons que si après les semailles il y a encore des temps secs où la terre soit assaisonnée, on devra faire un labour de 0m,30 de profondeur, qui, ouvrant le sous-sol plus profondément que les anciens labours, exposera la tranche de terre aux pluies de l'hiver, aux gelées et la désagrégera en la dessalant. Il faut peu à peu et partout arriver à donner cette profondeur au sol actif; les cultures de la luzerne l'approfondiront encore par la suite, sans ramener la terre salée à la surface.

18° Dans tous les cas, on donnera aux terres qui n'auront pu être travaillées avant l'hiver, comme à celles qui l'auront été, les labours suivants, à partir de la fin des gelées de l'hiver : 1° premier labour à 4 bêtes; 2° dès que celui-ci sera terminé, on donnera un second labour à 2 bêtes ; 3° un troisième labour aura lieu ensuite avec le scarificateur pour maintenir la terre meuble; 4° on répandra le fumier après la moisson et on l'enterrera par un labour à 2 bêtes ; 5° à la veille des semences on donnera un coup de scarificateur qui entre fortement en terre ; on sèmera et l'on enterrera par un coup de herse en travers. Les semailles du blé ne commencent pas avant le 15 d'octobre, époque où le décroissement de la température est marqué et où les plantes adventices ne peuvent plus pousser avec vigueur. Comme on n'a que deux mules dans la ferme, il suffira d'ensemencer un demi-hectare de terre en avoine pour faire leur approvisionnement de grain.

19° Au mois de février, quand l'époque des grands froids sera passée, on hersera fortement les blés. Cette œuvre est essentielle dans les terres sujettes à se durcir, et elle donne de l'ameublissement aux racines du blé.

20° La moisson commencera aussitôt que l'intérieur des grains de blé sera consolidé ; quand ce moment approche, on écrit aux entrepreneurs de la moisson qui amènent au jour indiqué le nombre de moissonneurs nécessaire pour expédier promptement l'ouvrage. Souvent, ces entrepreneurs par-

courent le pays à l'approche de la maturité et traitent pour les moissons selon l'état où sont les blés. Pour ne pas être retardé dans cette opération essentielle, il est bon de convenir d'une réduction sur le salaire pour chaque jour de retard; car il arrive souvent que des voisins plus pressés vous enlèvent les ouvriers au moment où vos blés exigent une prompte moisson.

21° Jusqu'à ce que l'on se soit procuré une machine à battre, le dépiquage du blé se fera comme par le passé, par le foulage sous les pieds des chevaux de la camargue. Il faut aussi s'assurer à l'avance de ces chevaux et prendre son tour des premiers de manière que les travaux de l'aire ne soient pas indéfiniment retardés, et que l'on puisse profiter, pour nettoyer le blé, des vents du nord qui ne manquent guère d'arriver en juillet. D'ailleurs, une fois le blé foulé, on peut attendre le vent, tandis que si on laisse passer celui-ci, on risque de tomber sur les calmes du mois d'août; l'on est chargé très longtemps de la garde des blés sur l'aire, on ne profite pas des temps de repos des bêtes de travail pendant lesquels on peut utiliser les valets de la ferme pour les travaux de l'aire et pour les transports des grains.

22° Les blés étant nettoyés, il faudra en opérer immédiatement le transport dans les greniers que l'on aura loués dans les lieux de marché, et en mettre les échantillons entre les mains des courtiers.

23° La paille sera disposée en meule allongée, selon la coutume du pays.

24° Les fourrages seront mis en meules allongées de la même forme que celles de la paille; elles seront attaquées les unes et les autres du côté du sud, à mesure de la consommation. On fera plusieurs meules séparées pour que le feu ne puisse se communiquer de l'une à l'autre en cas d'incendie. Les pailles et le fourrage seront assurés contre le feu.

25° Dans l'état actuel des travaux, les saisons agricoles pour les bêtes de travail sont réparties ainsi qu'il suit :

Pour quatre paires de bœufs.

Nature des travaux.	Nombre de journées à faire.		Journées disponibles.	Journées faites.	Journ. des mois.	Nombre de jours de repos.
Janvier. Travaux variés sans suite.....	»		152	»	248	248
Février. Hersage du blé double.....	40		152	40	224	184
Mars. Hersage des luzernes double.....	20		200	20	248	228
Avril. 1er labour à 4 bêtes de la jachère..	504	511	160	160	240	80
Semis de la luzerne.....	7					
Mai. Continuation du 1er labour reste..	351		184	184	248	64
Juin. Continuation du 1er labour reste.	167	200	200	200	240	40
Charrois de gerbes.....	33					
Juillet. 2e labour.....	252	292	200	200	248	48
Charrois de gerbes.....	40					
Août. 2e labour.....	192		192	192	248	56
Septembre. Scarification.....	72	364	204	204	240	36
Charrois de fumier.....	80					
3e labour pour enterrer le fumier	252					
Labour pour le paquis 5 hectares.	60					
Octobre. Reste des travaux précédents...	160	232	176	176	248	72
Semailles.....	72					
Novembre. Reste des travaux précédents.	56	104	152	104	240	136
Labour pour luzernes.....	48					
Décembre. Travaux divers.....	»		144	»	248	248
			2,116	1,480	2,920	1,440
Pour chaque bête.....			264,7	182,5	365	180

Les mules seront occupées toute l'année aux charrois divers, aux hersages et autres travaux qui demandent de la vitesse.

De cette façon, les bêtes de travail se reposent à peu près la moitié de l'année. Ainsi le dosage de leur nourriture devant être pour 100 kil. de poids,

Ration d'entretien . . . . . 20 gr. d'azote.

La ration de travail étant de 0,084 gr. d'azote pour 100 kil. de poids vif et pour 1,000 kilogrammètres de travail, et le travail étant ici de 319,416 kilogrammètres pour une journée occupée, nous avons pour la 1/2 journée $\frac{159,723 \times 0,084}{1,000}$ d'azote, ou. 13,417

35,417

Telle devrait être la ration moyenne par 100 kil. de poids

de l'animal pendant l'année; ce qui, réduit en foin du pays dosant 1400 gram. d'azote par 100 kil. de foin, nous donne 2,58 kil. de foin ; pour les mulets de 450 kil., la ration est ainsi de 10,71 kil. de foin, et pour les bœufs pesant 600 kil. elle est de 14,28 kil. de foin.

Mais on distribuera ces rations d'une manière inégale, selon le travail fait dans les différentes parties de l'année. On la divisera en deux saisons, la saison de travail qui s'étend inclusivement d'avril à la mi-novembre ; et la saison de repos de la mi-novembre à la fin de mars. Au reste, on en fera varier la durée selon les circonstances de l'année courante, et l'on passera de l'une à l'autre par gradation. Mais en général, on aura pour la saison de travail 1468 journées de travail sur 1832 jours écoulés. Ainsi, la ration sera pour 100 kil. du poids de l'animal.

Ration d'entretien. . . . . 20 gram. d'azote.
Ration de travail $\frac{13,417 \times 1468}{1832}$. 10,751

30,751 équivalant à 2,2 kil. de foin.

La saison de repos où l'on fait 60 journées que nous portons à 120 pour les omissions sur 1088, nous donne :

Ration d'entretien. . . . . 20 gram. d'azote.
Ration de travail $\frac{13,417 \times 120}{1832}$. 0,878

20,878 équivalant à 1,49 kil. de foin.

On dispose pour la nourriture des bêtes de travail :

1° de 15,000 kil de foin provenant des prairies actuelles;
2° de 12 hectol. d'avoine pour les mules;
3° de luzerne, } pour compléter la nourriture.
4° de paille, }

La ration de la saison de travail, devant doser 30,751 $\times 4,50 = 138,33$ gr. d'azote, se composera pour les mulets du poids de 450 kil. :

2,7 lit. d'avoine dosant. . . . . 21,06 gr. d'azote.
5,9 kil. de luzerne dosant 1,970 p. %. 116,23

137,29

La ration des bœufs pesant 600 kil. devant doser 184,5 gr. d'azote, se composera de :

6 kil. de foin dosant 1,400 d'azote p. %.	84 gr. d'azote.	
5,2 kil. de luzerne	102,44	
		186,44

Et après l'épuisement de la provision de foin :

10 kil. de paille dosant 0,260 d'azote pour 100 k.	26 gr. d'azote.	
8 kil. de luzerne	157,60	
		183,60

La ration de la saison de repos étant pour les mulets de 94 grammes d'azote, on la composera ainsi qu'il suit :

5 kil. paille.	13 gr.	
4,2 luzerne	82,74	
		95,74

et pour les bœufs dont la ration doit doser 125 gr. 27 :

de 10 kil. paille.	26 gr.	
de 5,1 luzerne.	100,47	
		126,47

Quand en été les bœufs ne travailleront pas, on pourra les mettre de temps en temps sur les parties de pâturages renfermant l'herbe la plus haute ; mais on ne persistera pas dans cet usage pendant cette saison, de crainte du sang de rate auquel les bestiaux sont sujets.

Au printemps on pourra donner de la luzerne fraîche, mais préalablement fanée, ayant passé une demi-journée au soleil, en remplacement de luzerne sèche. La nourriture fraîche convient surtout aux ruminants ; mais si on la donnait sans être fanée, ou qu'on les y laissât pâturer quelque temps, il faudrait craindre les tympanites.

26. On observera attentivement l'effet des pluies sur les

différents champs pour faire ouvrir des écoulements partout où l'eau séjournera; on visitera les fossés de décharge, et on les tiendra ouverts et en bon état.

Tel est l'ordre général que nous proposons pour l'exploitation du domaine dont l'examen nous a été confié. L'expérience fera connaître, sans doute, les erreurs et les omissions qui peuvent s'être glissées dans ce travail, mais on ne doit pas renoncer légèrement à une stricte exécution avant d'avoir tenté d'établir le système dans tous ses détails.

SEPTIÈME PARTIE.

DE L'ADMINISTRATION DE LA PROPRIÉTÉ RURALE.

Le plan d'organisation de la ferme étant adopté, l'administrateur est chargé de le mettre à exécution. Il devient responsable de toutes les déviations qu'il y apporte sans y avoir été autorisé. Sans doute, la pratique, les circonstances météoriques et économiques, les erreurs que l'organisateur aura commises dans ses appréciations, feront reconnaître en plusieurs points le besoin de modifier ce plan; mais il ne faut pas le faire légèrement, car souvent une seule pierre détachée de l'édifice peut occasionner sa chute, et d'autant plus que toutes les parties seront mieux liées, plus dépendantes les unes des autres. Le plan d'organisation est devenu une véritable convention entre le directeur et le propriétaire; celui-ci l'a adopté parce qu'il l'a trouvé conforme à ses intérêts, proportionné aux capitaux dont il pouvait disposer. Tout changement altère nécessairement les proportions, et peut ou abaisser les produits attendus, ou accroître les

dépenses à faire. On crée ainsi des embarras qui ne tardent pas à exciter la défiance du propriétaire, et à rompre le bon accord qui doit régner entre lui et son régisseur. Il faut donc que chaque changement dont on reconnaîtra la nécessité soit débattu et arrêté d'un commun accord, après qu'on aura bien pesé ses conséquences sur chacun des détails et sur l'ensemble du plan. Jusqu'alors l'administrateur doit se renfermer scrupuleusement dans les termes de sa *Charte*, qui sera d'autant meilleure qu'après avoir arrêté le plan général du système elle aura réservé les détails à l'intelligence de celui qui doit l'exécuter.

Nous allons suivre maintenant l'administrateur dans ses principales fonctions.

CHAPITRE PREMIER.

Entrée en jouissance.

Si le domaine que l'on doit exploiter était soumis au régime du fermage et du métayage, le tenancier sortant conserve la jouissance des terres qu'il a ensemencées jusqu'après leur récolte. Le nouveau directeur ou le nouveau tenancier n'a donc à s'occuper que de celles qui sont libres ou déchargées de leurs produits. Cet usage est général dans toutes les terres où les grains tiennent la première place, mais il varie dans d'autres cas. Il faut être bien informé de tous ces usages locaux ou des conventions qui y dérogent, si l'on ne veut rencontrer des embarras imprévus.

Dans quelques lieux, le fermier entrant prend possession des fourrages existant sur le domaine à son arrivée. Ainsi, soit un bail expirant le 31 octobre 1851, le nouveau fermier entrera dans la ferme en novembre 1850, après les semailles de l'ancien, et il jouira des fourrages de 1850 non consommés à cette époque, ainsi que des pailles. Pour mieux assurer cette jouissance, il se chargera de faire couper les

foins de 1850, car l'on sait combien un fauchage et un fanage négligés peuvent causer de perte sur cet article. Le fermier sortant consomme de ces fourrages, sans abus, jusqu'à sa sortie. D'autres fois, c'est l'ancien fermier qui prépare les foins et range les pailles, au grand détriment de son successeur. Enfin, dans d'autres pays, toutes les récoltes, y compris celle des fourrages, mais à l'exception de la paille, appartiennent au fermier sortant jusqu'à l'expiration de son bail, et le nouveau fermier doit apporter avec lui celles qu'il a récoltées sur sa ferme, ou se pourvoir de ce qui est nécessaire pour nourrir ses bestiaux pendant l'année. Méthode déplorable, en ce qu'elle occasionne des charrois considérables d'une matière encombrante. Il conviendra dans ce cas au propriétaire de joindre au capital du fond un approvisionnement de fourrage qui sera remis au fermier entrant, avec charge de le représenter à la fin du bail. Cette modification importante aux usages locaux facilite la location de la ferme, et dégage les fermiers entrants d'une dépense considérable et à-la-fois très-embarrassante dans le trouble des premiers temps d'une installation.

A l'époque où doivent se faire les récoltes pendantes appartenant au fermier sortant, on lui doit place pour lui et ses bestiaux employés à faire ces récoltes.

On ne pourrait changer l'époque assignée par les usages à la fin des baux sans le consentement général de tous les propriétaires et de tous les fermiers du pays; ils sont tous, à cet égard, dans une étroite dépendance vis-à-vis les uns des autres. Il faut donc se conformer aux usages locaux, en cherchant seulement à corriger ceux de ces usages que l'on trouve gênants. Ces mutations de fermiers sont une époque de trouble et de désordre qui se passe rarement sans des contestations de plus d'un genre et sans des pertes réelles pour le domaine, que le fermier sortant pressure tant qu'il peut. La stabilité est tout aussi nécessaire dans les exploitations rurales que dans le gouvernement des Etats, et il

faut lui sacrifier sans hésiter tous les avantages secondaires.

SECTION I. — *État des lieux.*

« Le preneur, à l'expiration du bail, doit rendre *la chose* « telle qu'il l'a reçue, excepté ce qui a été dégradé par « force majeure ou par vétusté, quand il a été fait un état « des lieux (Code civil, art. 1730); mais, s'il n'a pas été « fait un état des lieux, il est aussi censé l'avoir reçue en « bon état et doit la rendre telle, sauf preuve contraire » (art. 1731).

Il est donc d'un intérêt pressant pour le preneur de faire un état de lieux qui doit porter, : 1° sur l'état des bâtiments, des fermetures, des pavés, des toitures, des récrépissages; 2° sur l'état des terres, de leurs clôtures, de leur bornage; de la profondeur, de la largeur et de l'état de netteté des fossés d'écoulement, des canaux d'irrigation, des vannes, des martellières, etc., et autres constructions pour diriger les eaux d'irrigation; 3° sur les digues et chaussées; 4° sur les ponts, ponceaux et chemins ruraux; 5° dans les pays avancés en industrie agricole, on désigne aussi le degré de fertilité où se trouvent les terres, estimé en mètres cubes de fumier, soit que ce degré de fertilité fasse l'objet d'une estimation d'experts, soit que l'on se borne à compter le nombre de voitures qui ont été répandues dans la dernière année de culture, et celles qui restent encore dans la place à fumier. Dans ces pays, cette richesse est remboursée au fermier sortant par le nouveau fermier, selon un taux convenu; 6° l'état des lieux doit aussi faire mention de l'existence de certains instruments qui ont été attachés au sol, et qui sont devenus des immeubles par destination; tels sont des ponts à bascule, des machines à irrigation, des machines à battre, des manéges, des rouleaux, etc.; et enfin les approvisionnements de fourrages,

qui doivent être représentés en égale quantité et égale qualité à la fin du bail.

C'est sur la comparaison de cet état de lieux avec celui fait au début du bail que se règlent les indemnités qui peuvent être dues réciproquement.

SECTION II. — *Installation du local.*

Le directeur ou le tenancier entrant s'occupe en même temps de la distribution de l'intérieur de la ferme et de l'installation du mobilier.

Dans les bâtiments de ferme nouvellement construits, tous les agents de la culture, jusqu'aux simples valets de ferme, doivent avoir une chambre à part. Toutes les cellules doivent être tenues dans un grand état de propreté, de même que les dortoirs quand il n'y a pas de chambres séparées. Au début, on fait brûler du soufre dans chaque pièce après que toutes les ouvertures ont été bien calfeutrées; on démonte les serrures et on les passe au feu; on démonte aussi toutes les boiseries et on les passe à l'eau bouillante, ainsi que les planchers; les lits en fer sont mis en tas et couverts de bois auquel on met le feu; les murs sont récrépis. On se débarrasse ainsi de tous les insectes qui se multiplient en si grand nombre dans les bâtiments négligés, et qui troublent le repos des travailleurs et les mettent dans un état fébrile. Nous avons vu des valets refuser des engagements pour une ferme qui passait pour être infectée de ces animaux. Dans les pays où les moustiques abondent, on pourvoit chaque lit d'un moustiquaire, qui procure un sommeil paisible à celui qui l'occupe.

Chaque lit doit être accompagné d'un coffre servant de siége, et dans lequel les domestiques renferment leurs effets; chaque chambre doit être garnie d'un pot à eau pour se laver et d'un vase de nuit. Chaque homme doit avoir sa lanterne à lampe. On doit bannir l'usage de la chandelle, qu'on laisse brûler jusqu'au bout, et qui devient la cause de fréquents incendies.

Les écuries doivent être divisées en stalles, pour chaque animal, par des cloisons en bois. Un cabinet fermant à clef sert de logement au maître charretier; là se trouvent le coffre à avoine et un crible, des étrilles, des brosses et des éponges marquées au chiffre de chaque valet de ferme, qui en demeure responsable. Un autre cabinet contient les harnais, étiquetés du numéro de chaque bête de travail.

Les charrettes et les charrues sont déposées sous un hangar; un lieu fermé contient tous les instruments à main et les pièces de rechange.

La cuisine et la laiterie sont blanchies à la chaux et garnies d'étagères et de chevilles sur lesquelles on place les ustensiles. Le plancher doit être uni et pouvoir être balayé sans que les débris puissent s'insinuer dans les joints. La cuisine sert ordinairement de réfectoire aux gens de la ferme, et à cet effet elle est garnie d'une longue table et de bancs de bois.

Si la place à fumier est mal disposée, le directeur doit porter ses premiers soins à l'aplanir, à la préserver de l'abord des eaux, à creuser le puisard qui doit contenir le jus des engrais et l'eau destinée à les arroser, et à le pourvoir d'une pompe et de conduits en bois portatifs, propres à distribuer l'eau sur toute la surface du tas de fumier. Des latrines fermées sont pratiquées sur la place à fumier, et défense la plus expresse est faite de salir les cours et les environs des bâtiments.

Tout, en un mot, doit porter le cachet de l'ordre dans la ferme et ses environs, peu de jours après la prise de possession.

SECTION III. — *Choix des agents divers attachés à la ferme.*

Avant la prise de possession, le directeur aura cherché à se procurer le personnel qui doit le seconder. Il lui serait sans doute facile de faire un choix et de s'attacher des hommes

d'élite, s'il pouvait leur offrir un salaire plus élevé que celui qu'ils reçoivent ailleurs. On peut user de ce moyen pour avoir des chefs de service distingués; mais employé d'une manière générale et pour les simples ouvriers, il ne serait pas sans inconvénient. Il provoquerait les reproches et attirerait au nouveau directeur l'inimitié des fermiers voisins qu'il mettrait dans la nécessité de l'imiter. Cette enchère pourrait porter une grave atteinte à la culture, en élevant artificiellement des prix qui ont été réglés, avec le temps, sur les nécessités réciproques des deux parties contractantes. En renonçant à attirer les ouvriers par cet appât, on n'obtiendra pas d'abord cette élite que l'on désire; mais la renommée des bons traitements que l'on ménage à tous les employés de la ferme, de la loyauté avec laquelle on les traite, de l'intérêt qu'on leur témoigne, finira par procurer et par attacher à l'exploitation les meilleurs ouvriers. Mais dans cette nécessité où l'on se trouve d'abord de ne pouvoir choisir, on doit se faire une règle invariable de ne pas admettre d'hommes de mauvaise réputation, les ivrognes, les débauchés, les tapageurs, les insubordonnés. Ceux qui ne sont pas connus dans le pays ne doivent être pris qu'à l'essai et au mois, jusqu'à ce qu'on ait pu les éprouver.

Comme tous les travaux d'une nouvelle exploitation ne s'ouvrent pas immédiatement lors de la prise de possession, on pourrait sans doute ne compléter le personnel de la ferme qu'à mesure des besoins, et faire une économie sur les salaires de la première année; mais comme l'époque ordinaire des locations est généralement fixée, on s'exposerait à n'avoir que le rebut des autres fermiers si on la laissait passer. Au reste, un administrateur actif trouve à utiliser tous ses ouvriers dans l'arrangement de la ferme, dans le charroi des matériaux et des engrais, dans la préparation de la place à fumier, dans le creusement des fossés et dans une multitude d'autres ouvrages pour lesquels il faudrait avoir recours plus tard à des bras étrangers.

SECTION IV. — *Achat du bétail*

Il y a dans chaque pays des foires indiquées pour se procurer le bétail, et elles se tiennent à plusieurs époques de l'année. On achètera d'abord les bêtes nécessaires pour les attelages qui doivent faire les charrois, et on ne complétera leur nombre qu'à l'ouverture des travaux des champs et en proportion de ces travaux. On épargnera ainsi une partie considérable des fourrages du premier hiver.

Les achats devront être faits par des hommes intelligents et connaisseurs; ils seront en outre contrôlés par un artiste vétérinaire. Si l'on monte la ferme en bœufs que l'on veuille garder, on les achètera jeunes; mais si on doit les engraisser après les semailles, il faut les acheter à l'âge où ils ont acquis leur croissance, et avec les qualités requises de souplesse dans la peau qui indiquent qu'ils prendront facilement la graisse.

En général, on court moins de risques à acheter des bêtes d'un âge fait, et qui aient été élevées dans le pays et accoutumées à son régime. On gagne peu et on perd souvent au brocantage des mulets et des chevaux. Les maquignons enlèvent le plus clair des bénéfices que l'on pourrait faire à ce commerce. Il est toujours plus sûr de garder indéfiniment les animaux qui montrent de la santé, de la force, et qui n'ont pas de vices; et quand on est parvenu à monter son écurie de bêtes bien qualifiées, il faut s'en tenir là et les conserver le plus qu'il sera possible.

Les bêtes de rente sont achetées à l'époque où celles du précédent fermier quittent le domaine. Cette époque est ordinairement celle des principales foires où on peut en faire l'acquisition.

SECTION V. — *Achat des instruments aratoires.*

Les charrettes et les chariots seront commandés avant l'entrée en jouissance, et devront arriver au domaine en même temps que la nouvelle colonie.

L'assortiment des charrues et des autres instruments aratoires sera d'abord celui auquel les laboureurs du pays sont déjà accoutumés, ou dont ils peuvent prendre l'usage sans changer leurs habitudes. On n'introduira que peu à peu les nouveaux instruments par lesquels on voudra les remplacer. On les confiera d'abord aux mains les plus habiles, et on s'en remettra à l'émulation pour les généraliser dans l'usage ordinaire.

Il faut beaucoup se défier des instruments dont le mécanisme est compliqué et qui demandent de l'adresse et de la délicatesse dans leur maniement, et de l'intelligence pour les ajuster et les mettre en œuvre. Mais les bonnes charrues se répandent de plus en plus, d'autant mieux qu'elles se conduisent par les mêmes procédés que les mauvaises, et que les laboureurs ne tardent pas à apprécier eux-mêmes leurs qualités. Dans les pays où les ouvriers n'ont pas l'habitude des charrues sans avant-trains, on peut adapter un avant-train à une charrue perfectionnée; peu à peu on leur met dans les mains de petites charrues sans avant-train, qui les forment à la marche de ces instruments.

Tous les autres instruments aratoires, le scarificateur, l'extirpateur, n'offrent aucune difficulté à celui qui est accoutumé à mener la charrue et la herse; on peut aussi les monter avec ou sans avant-train.

On fabrique presque partout aujourd'hui de bonnes charrues. Les forges, en fondant les principales pièces, ont fait disparaître les plus grandes difficultés de leur construction, qui consistaient principalement à donner une bonne forme aux versoirs. Mais si l'on ne trouvait pas encore d'ouvriers

qui sussent les exécuter, il faudrait les demander aux fabriques les plus renommées et chercher à faire imiter leur charpente par les ouvriers du pays, tout en faisant venir du dehors les pièces en fonte dont la perfection constante ne dépend pas du coup-d'œil ou de l'adresse d'un forgeron, qui peut faire une charrue excellente et manquer ensuite plusieurs autres charrues qu'il entreprendra successivement.

CHAPITRE II.

Règlement de service.

Les premiers pas que fait l'administrateur dans une ferme doivent être marqués par l'adoption d'un règlement de service dont on ne devra plus s'écarter. En le rédigeant, on aura soin qu'il ne s'éloigne pas des habitudes du pays. Rien de plus propre à décourager les bons serviteurs qu'un dérangement trop considérable dans les heures de leur lever, de leur coucher, de leurs repas. Il ne faut rien innover en ce genre, mais il faut que les heures une fois fixées soient une règle invariable, si ce n'est dans les circonstances extraordinaires, comme lors des récoltes pressées, des intempéries, des sinistres, où chacun peut apprécier la nécessité d'une dérogation aux règles prescrites.

Le règlement de service doit assigner à chacun ses fonctions distinctes et les travaux supplémentaires dont il doit s'occuper après les avoir remplies. Ainsi, dans une grande exploitation, le chef des cultures doit assigner chaque soir à chaque ouvrier sa tâche du lendemain; il doit se lever le premier, présider à la distribution des fourrages, au pansement et à l'abreuvage des animaux; vérifier l'état des harnais, celui des instruments, ajuster les régulateurs des charrues relativement à la nature du labour qui doit être fait, présider à l'attelage et faire partir chacun pour sa destination. Il doit se porter successivement sur les différents points où l'on travaille, rester plus longtemps sur ceux qui

exigent plus de surveillance et d'attention, y revenir sans être attendu, encourager les ouvriers par sa présence, surtout quand le temps est mauvais. Chaque jour il doit rendre compte de l'étendue de l'ouvrage fait et de sa bonne ou mauvaise qualité, prendre note de l'aptitude de chaque ouvrier. Il assiste à la rentrée des ouvriers, fait bouchonner les animaux, leur fait donner leur repas, leur fait faire la litière. Avant le souper, il se rend au conseil chez le directeur, lui communique ses différentes notes, savoir : le nombre d'heures employées à chaque travail et sur chaque parcelle ; l'étendue cultivée, les renseignements sur le moral et l'aptitude des ouvriers, les circonstances extraordinaires qui se sont présentées. Consulté par le directeur, il donne ses avis sur les travaux qu'il convient d'entreprendre ou de poursuivre. Il prend l'ordre qu'il communique aux ouvriers en les congédiant pour aller se coucher.

Le chef du bétail de rente doit se trouver à la distribution des fourrages, faire faire la litière, assister à la traite du lait et le mesurer avant de le livrer à la laiterie. Il doit désigner les pâturages où l'on doit se rendre chaque jour, aller y voir paître les troupeaux, faire reposer les animaux malades leur faire donner des soins. Il doit veiller aux travaux de la laiterie. Lors de l'agnelage, il désigne les bergers qui doivent être attachés au troupeau des mères, les herbages que ce troupeau doit fréquenter, les rations qu'il doit recevoir. Il détermine les nuits où doit se faire le parcage et celles où le troupeau doit rentrer à la bergerie ; lors de la tonte, il pèse chaque toison, et constate sa qualité. Si l'on engraisse des animaux, il indique leur régime, la fréquence et les heures de leurs repas, le genre et la quantité de nourriture qu'ils doivent recevoir. Il les pèse au début et plusieurs fois pendant l'engraissement, pour surveiller le moment où l'accroissement est stationnaire et n'est plus en rapport avec la nourriture dépensée. Il prend note de l'aptitude, du degré d'intelligence, du zèle des différents bergers, vachers et gardiens. Il

assiste au conseil et communique ses notes sur l'état du troupeau, sur la consommation des fourrages et pâturages, sur les produits divers, sur les accidents survenus, sur la moralité et la capacité des gardiens. Il prend et communique l'ordre pour le lendemain.

Le chef de l'écurie, emploi que l'on donne ordinairement à un vétéran de l'agriculture, fait la distribution du fourrage; il bottèle et pèse chaque jour celui qui doit être consommé; il distribue aussi l'avoine, qui est sous sa garde; il s'emploie à la sortie, à la mise en tas des fumiers et à leur arrosement; il ajuste aux harnais les pièces de rechange, ainsi qu'aux instruments; il graisse les harnais et les voitures; il reçoit l'ordre des chefs de culture et le transmet à ses aides, s'il en a. Dans les jours où le travail des champs est interrompu, il dirige les ouvriers dans le nettoyage des écuries et des étables.

Le comptable transcrit sur son livre auxiliaire les notes de chaque chef de service; il tient le journal et le grand-livre à jour; il fournit au directeur les extraits qu'il en demande; il assiste au conseil et recueille les notes verbales, qui se perdraient si elles n'étaient pas écrites sur-le-champ. Il tient le livre d'ordres, dans lequel sont rapportés, chaque soir, tous les ordres donnés par le directeur pour le lendemain. Le comptable peut être en même temps garde-magasin, ou cette fonction peut être distincte de la ferme. Le garde-magasin enregistre exactement les entrées et les sorties des matières; il fait ranger à mesure les récoltes soit dans les greniers, soit dans les caves, soit dans les silos, soit dans des meules. Il distribue les substances alimentaires à la femme de ménage, chaque jour, ou à des époques déterminées, selon leur nature. Il tient compte des fourrages mis en consommation. Tous ces détails sont portés sur des livres auxiliaires. A la fin de l'année, il fait l'inventaire des objets restant en magasin, et le balance avec l'inventaire précédent.

La femme de ménage dirige tout ce qui concerne la nour-

riture et le logement des hommes; elle a autorité sur les servantes de la ferme. Chaque matin, après la sortie des ouvriers, elle fait balayer exactement la maison et mettre tout en ordre; elle fait préparer les repas, pétrir le pain, et veille à sa cuisson. Elle a la surveillance de la basse-cour et des porcs; elle reçoit en temps utile les provisions du magasin, et en compte avec le garde-magasin.

Après avoir distribué les fonctions entre les divers agents de la ferme, le règlement indique les jours fériés; il établit le service pour ces jours-là, de manière à ce qu'il reste toujours à la ferme un nombre d'hommes suffisant pour que rien ne souffre. Il fait rouler cette corvée entre les hommes de manière à ce que tous profitent à leur tour de la liberté de ces journées.

Toutes les exploitations sont loin d'offrir un développement aussi complet de personnel que nous venons d'indiquer. En France, en particulier, les fermes assez grandes, assez importantes pour exiger une administration pareille, sont rares et le deviennent de plus en plus. Alors on concentre sur un petit nombre d'agents les fonctions qui étaient distinctes. Quand, par exemple, le directeur (maître-valet) prend lui-même part aux travaux manuels, qu'il est le comptable, le garde-magasin, le chef des cultures, le chef des écuries, il serait ridicule de donner tant de solennité au règlement; il suffit alors d'en retracer les principales dispositions. Les ordres sont donnés alors pendant le repas du soir, à la table commune, où le maître-valet mange avec les autres ouvriers de la ferme.

CHAPITRE III.

Fonctions du Directeur.

Le directeur de la ferme, quel que soit le nom qu'on lui donne (administrateur, régisseur, directeur, bailli, maître-

valet), doit être investi d'une autorité absolue dans l'administration du domaine, autorité qui n'est limitée que par la charte d'organisation, de laquelle il ne doit pas s'écarter sans le consentement du propriétaire. Il ne peut être responsable qu'à condition qu'on lui laisse le choix de ses agents, et qu'il puisse les renvoyer et les remplacer quand ils cessent de lui convenir. Nous avons vu quelquefois nos régisseurs commettre des actes qui nous paraissaient injustes; nous ne les avons jamais réformés; nous nous sommes borné à leur faire sentir leurs torts en particulier, et nous leur avons ensuite laissé le soin de réparer le mal qu'ils avaient fait. Il ne faut jamais compromettre l'autorité du régisseur vis-à-vis de leurs subordonnés. Si on lui reconnaissait un caractère violent, emporté, capricieux, il vaudrait mieux le changer lui-même; mais, tant qu'on le conserve, ses ordres ne doivent pas être mis en doute, et les agents inférieurs ne doivent jamais espérer de pouvoir les faire réformer par le pouvoir suprême du propriétaire.

Un chef d'exploitation rurale ne dispose pas envers ses subordonnés de la grande ressource des peines et des récompenses. Quelle récompense donnera-t-il sans exciter l'envie? Quel genre de punition pourra-t-il infliger sans risquer de causer des désertions? Tout au plus peut-il adresser des reproches, et, pour qu'ils fassent l'effet que l'on peut désirer, sans révolter l'amour-propre des subordonnés, il faut qu'ils leur soient adressés en particulier, et avec ce ton d'autorité bienveillante qui puisse agir sur la raison et éveiller les bons sentiments. Mais, à la fin de l'année, arrive le moment de la rémunération par le réengagement des hommes dont on est satisfait et le remplacement de ceux qui se sont mal conduits. Cette espérance et cette crainte sont les seuls mobiles qui rendent efficace l'autorité du directeur, surtout dans les fermes où les ouvriers sont bien traités.

Le directeur doit embrasser dans leur ensemble toutes les

opérations de la culture, les subdiviser dans leurs détails, et avoir soin qu'elles soient toutes accomplies en leur temps. Il dresse un tableau de ces opérations pour chaque mois, et reporte au mois suivant celles qui n'ont pas pu être achevées.

Il visite fréquemment les terres, afin de juger de leur état et de l'opportunité des labours et des autres travaux. Il a soin de ne jamais les commencer avant que les terres soient *assaisonnées*, c'est-à-dire avant que les mottes soulevées par la bêche s'en détachent facilement et se brisent quand on les projette à terre. Tant qu'elles sont pâteuses et faciles à pétrir, il ne doit point entreprendre de culture.

Il parcourra chaque jour les travaux, vérifiera les rapports qui lui sont faits par le chef des cultures, observera la marche des instruments, veillera à ce que les labours aient la profondeur et la largeur ordinaires, et qu'ils soient bien rectilignes, de manière à ne pas laisser des prismes de terre intacts entre les sillons.

Il assistera aux semailles et surveillera la manière dont le grain est répandu. Cette opération ne sera confiée qu'aux ouvriers les plus adroits et les plus experts dans ce genre de travail, même quand on fait usage de semoir.

Quand il apercevra dans une terre des herbes adventives prêtes à fleurir, il fera donner un labour, ou une scarification, ou un fort hersage, selon la nature de ces herbes, pour prévenir leur fructification. Il fera sarcler les cultures où se montrent ces herbes, et qui seraient trop avancées pour supporter le hersage. Il multipliera les labours d'été dans les terres qui se laisseront gagner au chiendent.

L'époque de la maturité des différents produits sera l'objet particulier de son attention, pour qu'il puisse en prescrire la récolte à temps, et se pourvoir d'avance des bras qui lui seront nécessaires.

Il visitera chaque jour les différentes parties de la ferme pour s'assurer de leur état de propreté. Il se trouvera souvent aux écuries à l'heure de la distribution des repas et du

pansement. Il s'assurera de l'état des harnais et des instruments. Il prescrira les changements de régime des animaux, relativement à l'intensité des travaux et à la nature des approvisionnements dont il dispose.

Il se tiendra au courant des variations de prix des denrées pour opérer à propos ses ventes et ses achats. Pour cela, il se rendra de temps en temps aux marchés voisins, et entrera en relations avec les principaux courtiers et commerçants.

Outre ses conversations avec les ouvriers et les chefs de service sur le lieu des travaux, il réunira chaque soir ces derniers après la rentrée et avant le souper, pour récapituler les travaux de la journée et décider ceux du lendemain. Après le souper, il donnera les ordres en présence de toutes les personnes attachées au service du domaine, et terminera la journée par la prière publique. Cette action, si importante pour conserver aux travaux un caractère grave et religieux, met tous ceux qui la font en commun sous les yeux et sous la protection du Créateur ; elle se réfléchit sur l'esprit et le cœur de tous ceux qui y prennent part, surtout si, aux prières liturgiques, toujours froides et souvent machinales, le directeur sait ajouter des vœux qui se rapportent aux intérêts qu'il a sous les yeux ; si, implorant la protection de Dieu sur les travaux, sur les personnes, sur les malades, sur les affligés, sur les parents, les mères, les voisins, il sait réveiller dans les cœurs les sentiments de charité, de résignation, d'espérance, de support mutuel qui unissent en une véritable fraternité toute la famille qui prend part à ses prières.

CHAPITRE IV.

Distribution des travaux entre les différentes saisons de l'année.

Ce n'est pas tout que d'avoir construit la machine, il faut lui donner le mouvement; il faut appliquer l'outil à l'ouvrage que l'on veut produire ; il faut en calculer les effets,

de sorte qu'ils atteignent le but que nous voulons atteindre dans le temps dont nous pouvons disposer. Ainsi, connaître la quantité et l'espèce de travail que l'on a à accomplir dans une période de temps donné, lui appliquer la force nécessaire, et la coordonner entre tous les genres d'ouvrages que les différentes cultures présentent successivement, tels sont les soins qui doivent occuper l'administrateur dès son entrée en fonction.

Nous avons vu plus haut comment, par les résultats d'une expérience suivie, on peut obtenir, pour un lieu donné, le tableau du nombre de jours de travail qui peuvent s'y faire dans chaque mois de l'année (1). Il y a maintenant dans chaque pays un assez grand nombre de comptabilités bien tenues pour qu'on puisse se procurer facilement un semblable tableau. Le temps viendra, sans doute, où on l'aura pour tous les départements; c'est un des résultats que donneront probablement les fermes-écoles. Si on ne peut se procurer des données certaines, on formera au moins un tableau approximatif, en interrogeant les cultivateurs des environs, en leur demandant, par exemple, quelle est l'époque à laquelle ils finissent leurs labours, l'étendue des terres qu'ils cultivent, le nombre de leurs attelages, le travail qu'ils font dans un jour, etc. Ce tableau se rectifiera ensuite par les notes écrites que l'on prendra dans le cours de l'exploitation, et qui présenteront chaque année des données plus approchées de l'état moyen du climat.

L'assolement étant donné et le nombre de jours disponibles étant connu, on peut tracer un tableau du travail de chaque mois. Nous en avons donné l'exemple plus haut, dans le projet d'organisation adapté aux fermes du Midi (2). Mais cet objet est si important que nous croyons devoir en faire une nouvelle application à l'assolement quadriennal : 1. Pommes de terre; 2. blé; 3. trèfle; 4. blé. Pour simpli-

(1) Pag. 356 et suiv. de ce volume.
(2) Pag. 28.

fier, supposons une ferme de 48 hectares située au Midi, et dont les forces animales consistent en quatre chevaux. Si le domaine était moins étendu, il faudrait louer des chevaux pour les travaux de défoncement, ou s'associer avec des voisins pour cette opération. Nous faisons partir notre tableau du 1er juillet, époque où la moisson est terminée et rangée en meules ou engrangée.

Nous avons :

12 hectares en pommes de terre;
12 d° en blé;
12 d° en trèfle;
12 d° en blé.

Travail des attelages.

	Jours de travail.	Jours de repos.
Juillet — 25 jours de travail, soit pour 4 bêtes 100 jours.		24
Immédiatement après la moisson, nous incendions les chaumes pour détruire les grains et les tiges vivaces des plantes adventives, et nous donnons une scarification à la profondeur de 0m,05, avec un scarificateur à sept socs, tiré par 4 chevaux, et qui emploie.	24, »	
A reporter à cause des travaux non achevés dans le mois de juin précédent. . .	117,44	
	141,44	
A retrancher.	100, »	
A reporter au mois suivant.	41,44	
Août — 24 jours de travail, soit pour 4 bêtes 96 jours.		28
Continuation du travail précédent	41,44	
Labour à 2 bêtes de la sole qui a porté la pomme de terre, ci 30 jours × 2. . . .	60, »	
Hersage.	6. »	
Une seconde scarification de 0m,05 donnée à la terre qui a porté le blé	24, »	
	131,44	
A retrancher.	96, »	
Reste à reporter au mois suivant.	35,44	
A reporter.		52

		Jours de travail.	Jours de repos.
	Report.	52	
Septembre — 23 jours de travail, soit pour 4 bêtes 92 jours		28	
Report du mois précédent . . .	35,44		
Labour des terres scarifiées deux fois, à 0m,30 de profondeur, avec 2 bêtes. . .	82,50		
	117,94		
A retrancher.	92, »		
Reste à reporter au mois suivant.	25,94		
Octobre — 22 jours de travail, soit pour 4 bêtes 88 jours.		36	
Report du mois précédent . . .	25,94		
Second labour d'ameublissement pour les terres qui ont porté les pommes de terre	60, »		
Ensemencement de la sole de trèfle et de celle de pommes de terre au scarificateur à 5 socs	48, »		
Charrois d'engrais.	28, »		
	161,94		
A déduire	88, »		
A reporter au mois suivant.	73,94		
Novembre — 22 jours de travail, pour 4 bêtes 88 jours.		32	
A reporter du mois précédent. .	73,94		
. Journées inoccupées	14,06	14	
Décembre — 25 jours de travail intérieur × 4 = 100 jours.		24	
On achève les travaux des mois précédents, si le temps n'a pas permis de le faire encore. On met en activité la machine à battre, qui bat 25 hectol. par jour, et qui, ayant à battre 552 hectol., emploie 22 jours, ou.	88, »		
Journées inoccupées	12, »	12	
Janvier — 24 jours de travail, soit pour 4 bêtes 96 jours.		28	
Vers le 15 janvier, l'époque des grandes gelées étant passée, on herse la sole qui était en blé l'année précédente, et qui, étant destinée à porter des pommes de terre, a reçu un labour que l'on a laissé en mottes sans hersage	6, »		
A reporter. . . .		226	

		Jours de travail.	Jours de repos.
	Report. . .		226
On transporte le fumier pour les pommes de terre et le trèfle	14, »		
	20, »		
Il reste 76 journées pendant lesquelles on achève les transports, on fait différents charrois et on donne du repos aux attelages. , ...	76, »		
Février — 24 jours de travail × 4 = 96 jours.			16
Labour et ensemencement des pommes de terre	60, »		
Journées inoccupées.			36
Mars — 25 jours de travail × 4 = 100 jours.			24
Hersage vigoureux du blé à 2 reprises. . .	24, »		
Roulage du blé sur lequel on a répandu le trèfle	6, »		
	30, »		
Journées inoccupées.			70
Avril — 20 jours de travail × 4 = 80 jours.			40
Hersage donné aux pommes de terre. . .	6, »		
Premier sarclage à l'extirpateur à un soc et à un cheval.	7,20		
	13,20		
Journées inoccupées.	»		66,80
Mai — 23 jours de travail × 4 = 92 jours. .			32
Buttage des pommes de terre	50, »		
Transport de foins.	5, »		
	56, »		
Journées inoccupées.	»		36
Juin — 25 jours de travail × 4 = 100 jours.			20
Récolte des pommes de terre à la charrue.	60, »		
Charrois des gerbes de blé.	12, »		
Défoncement du trèfle à 0^{m},30 de profondeur.	145,44		
	217,44		
A déduire.	100, »		
A reporter au mois de juillet.	117,44		566,80

Ainsi l'année nous présentant 365 jours, nous avons pour 4 bêtes. . . . . 1,460 jours de travail, et par animal, 365
Il se trouve en totalité. 567 jours de repos; par animal. . 142

Nous employons effectivement 893 par animal. 223

On a soin de mettre toujours plusieurs genres de travaux en concurrence dans le détail de chaque mois, pour pouvoir se porter de préférence à ceux qui sont le plus pressés ou que le temps favorise le plus.

Outre les travaux généraux que nous avons indiqués ici, chaque ferme a des travaux spéciaux de transports, de réparations, etc., qu'on ne doit point oublier : ici un marais à exploiter, ailleurs un bois, là une culture accessoire qui n'entre pas dans le cadre de l'assolement, etc. Chaque année l'expérience indique les rectifications que doit subir le tableau et le fait s'adapter de mieux en mieux aux besoins de l'exploitation et aux nécessités du climat.

Mais les travaux d'une exploitation rurale ne consistent pas seulement dans le travail des attelages, il faut prévoir aussi celui de la main-d'œuvre, celui des ouvriers supplémentaires, pour s'en pourvoir à temps, et alors on trace le tableau suivant pour l'assolement que nous avons adopté par hypothèse.

Tableau des ouvrages à la main.

	Journées d'hommes.	Journées de femmes.
Juillet	0	0
Août.	0	0
Septembre.	0	0
Octobre	0	0
Novembre.	0	0
Décembre. Service de la machine à battre, mouvement modéré, 3 hommes de service pendant 22 jours	66	0
Janvier	0	0
Février. Ensemencement des pommes de terre; 2 femmes par charrue.	0	60
A reporter. . .	66	60

	Journées d'hommes.	Journées de femmes.
Report.	66	60
Mars.	0	0
Avril. Sarclage du blé à la main, 2 journées de femmes par hectare	0	48
Mai. Fauchage du trèfle.	18	0
Fanage dudit	0	36
Juin. Récolte des pommes de terre. . . .	0	60
Moisson : fauchage du blé.	24	0
Liage.	0	48
Mise en meules.	12	0
	120	252

La longue oisiveté des ouvriers de l'agriculture dans les pays où l'on ne cultive pas la vigne, les oliviers et les autres arbres qui donnent du travail en toute saison, fait regretter que dans nos campagnes ils aient perdu l'habitude de fabriquer eux-mêmes leurs vêtements pendant la mauvaise saison. Autrefois, les femmes filaient leur laine et les hommes la tissaient; ils occupaient ainsi profitablement les mois d'hiver, pendant lesquels l'ouvrage est si rare, surtout quand le climat ne permet pas de faire, durant cette saison, de défoncements et de travaux à la bêche.

Au moyen de tableaux analogues à ceux que nous venons de présenter, le régisseur donnera une direction assurée à ses travaux, accélérera ceux qui ont éprouvé du retard, ralentira ceux qui ont de l'avance, pourvoira aux ouvrages de détail qui n'exigent pas une régularité aussi grande, soit en employant les jours de pluie ou de mauvais temps, ou les intervalles de repos que présente l'achèvement des travaux extérieurs. Un régisseur intelligent tient toujours en réserve des travaux d'appropriation, de perfectionnement, les charrois au dehors, etc., pour occuper ses ouvriers; il est ingénieux pour les tenir toujours en mouvement. Il fait faire alors à fond le pansement des chevaux; il fait enlever les fumiers, botteler le foin, égrener le maïs, etc.; mais il

ne doit jamais perdre de vue que mieux vaudrait se livrer à une oisiveté complète que d'attaquer les terres avec la charrue quand leur état ne comporte pas un bon labour, en les entreprenant par impatience.

CHAPITRE V.

Conservation et distribution des engrais.

Nous avons traité dans les volumes précédents ce qui concerne la construction de la place à fumier (1), l'état où les engrais doivent être employés (2), et la manière de prévenir la déperdition des gaz pendant la fermentation (3). Nous ne reviendrons pas sur les deux premiers objets ; mais de nouvelles études nous permettent d'ajouter quelque lumière à ce que nous avons dit sur la conservation des gaz ammoniacaux, et nous ne devons pas en perdre l'occasion.

Deux moyens se présentent pour arrêter la déperdition du carbonate d'ammoniaque volatil qui s'échappe incessamment des engrais : 1° le transformer en un sel fixe, sulfate ou muriate d'ammoniaque; 2° le faire absorber par des corps poreux qui l'emmagasinent dans leur tissu, d'où il est soutiré par les racines des plantes. Le premier moyen résout le problème plus complétement et avec moins d'embarras; examinons cependant s'il le fait d'une manière aussi économique que le second.

Les Suisses se servent d'acide sulfurique versé dans leurs engrais liquides (Lisier); M. Schattenmann a proposé d'employer le sulfate de fer pour transformer le carbonate d'ammoniaque en sulfate d'ammoniaque; enfin on a cru pouvoir remplir le même but au moyen du sulfate de chaux (plâtre). Quels sont les résultats positifs de ces trois procédés?

(1) Tome I, p. 590, 2e édit.
(2) Tome III, p. 426.
(3) Tome I, p. 595.

Posons d'abord les faits chimiques suivants :

100 d'ammoniaque contiennent 82,35 d'azote. Le sulfate d'ammoniaque ayant pour formule SO^3,AzH^3,HO contient 17 d'ammoniaque pour 40 d'acide sulfurique anhydre et 9 d'eau, ou pour 49 d'acide sulfurique du commerce à un équivalent d'eau ou à 66° (Baumé).

Pour saturer, à l'état de sulfate d'ammoniaque, 1 d'azote, il faut donc 2,86 d'acide sulfurique anhydre et 3,50 d'acide sulfurique concentré ordinaire.

100 de sulfate de fer cristallisé contiennent 28,7 d'acide sulfurique anhydre; il faut donc 9,96 de sulfate de fer pour saturer 1 d'azote.

100 de sulfate de chaux contiennent 58,82 d'acide sulfurique anhydre; il faut donc 4,86 de sulfate de chaux pour saturer 1 d'azote (1). Les prix actuels de ces substances sont :

Pour 1 kilogramme d'acide sulfurique du commerce,	» fr.	15 c.
de sulfate de fer	»	8

Ainsi, pour saturer 1 kil. d'azote il faudrait :

3,50 d'acide sulfurique, coûtant.	» fr.	525
9,96 de sulfate de fer, coûtant	1	7968

Supposons qu'avant son emploi pour la nourriture de plantes l'engrais eût perdu 1/3 de son azote; au prix marchand des fumiers, 1 fr. 60 c. le kil. d'azote, nous prévendrions une perte de 0 fr. 533. Il y aurait donc

Par l'emploi de l'acide sulfurique, un bénéfice de.	» fr.	0080
Par l'emploi du sulfate de fer, une perte de. . .	»	2668

Ainsi, l'emploi de l'acide sulfurique présenterait un petit avantage, mais il y aurait perte par l'emploi du sulfate de fer.

(1) Il s'agit ici de sulfate de chaux pur; le plâtre du commerce n'est qu'un composé de sulfate de chaux, d'eau, de carbonate de chaux, et d'autres matières terreuses. Avant de l'employer, il faut constater sa véritable teneur en sulfate de chaux.

Quant au sulfate de chaux, comme, pour qu'il puisse agir sur les gaz, il faut le dissoudre auparavant dans l'eau, et qu'il faut 580 litres d'eau pour dissoudre 1 kil. de ce sel, on devrait employer 675 litres d'eau pour dissoudre 1 kil. 776 de sulfate de chaux nécessaire pour saturer 100 kil. de fumier, c'est-à-dire presque 7 fois le poids du fumier en eau, ce qui rend l'opération impossible. On peut saupoudrer de plâtre les couches de fumier, dans les pays où cette substance n'est pas chère; les arrosements en dissolvent une portion et saturent quelques parties des gaz ammoniacaux; aussi ne sera-ce là qu'un palliatif au mal, et on ne le guérira pas radicalement.

Le second moyen proposé est de faire absorber les gaz par des corps poreux. Ce moyen est plus pratique, et c'est celui qui est adopté de temps immémorial, quoique très-imparfaitement, par les cultivateurs qui mêlent leurs fumiers avec des terres argileuses et en font des *compost*. C'est là encore ce qui, proposé d'abord par M. Payen sous une forme parfaite, sert de base aux préparations de la compagnie des engrais. C'est ce que nous avons décrit dans le premier volume de ce cours (p. 540), sous le nom d'engrais désinfectés.

Parmi les corps poreux dont on peut se servir, le charbon agit très-énergiquement. On sait par les expériences de Saussure que le charbon de bois sec absorbe 90 fois son volume de gaz ammoniac, mais ce physicien ne nous a pas dit ce qu'il pouvait en perdre quand il est humecté. Or l'eau absorbe 500 fois son volume de ce gaz; il est probable qu'elle en dépouillerait presque complétement le charbon. L'argile, qui a une si grande affinité pour l'eau et qu'on n'en prive jamais entièrement, absorbe aussi beaucoup d'ammoniaque, mais ne serait-ce pas en raison précisément de l'eau qu'elle contient? Aussi, dans la pratique, la dessèche-t-on jusqu'à un certain point. M. Payen conseille de ne pas dépasser la chaleur de 260°; on lui donne la faculté de s'imbiber d'une

grande quantité de l'humidité chargée d'ammoniaque. Poussée plus loin, la combustion paraît solidifier les parois des pores, et ils agissent alors comme un crible recevant facilement l'eau, mais la laissant facilement évaporer. Ainsi, l'on conçoit fort bien que la combustion d'une terre argileuse mêlée de débris organiques, poussée seulement jusqu'à la carbonisation de ceux-ci, en procurant du charbon et de l'argile sèche, soit un excellent expédient pour les engrais auxquels on la mêle, jusqu'à ce que, par leur mélange, ils représentent une poudre sèche. Alors la chaleur atmosphérique n'a pas assez de puissance pour dépouiller l'engrais désinfecté d'une quantité notable de son eau et des gaz qui y sont combinés. Seulement, il faut que l'action de ces engrais soit prompte, et qu'ils agissent sur les végétaux à mesure que les pluies viennent s'emparer de l'ammoniaque qu'ils contiennent; car l'eau de pluie et l'eau de l'engrais se partagent alors les gaz dans leur proportion relative.

Si l'on employait ces corps poreux sur des fumiers qui auraient une eau excédant celle qui est nécessaire pour les saturer d'humidité, l'avidité plus grande de l'eau pour l'ammoniaque ne leur en laisserait que la portion aliquote proportionnelle à celle qu'ils contiennent.

Il sera donc très-important de placer les engrais ainsi désinfectés en contact le plus immédiat possible avec les végétaux. On cite des succès remarquables obtenus du pralinage du semis de blé au moyen du noir des raffineries, qui agit par le sang qu'il a absorbé.

Quand on emploie les matières absorbantes sur les fumiers d'étable, on les place par couches alternatives avec ces fumiers. L'eau dont on les arrose pour provoquer la fermentation et la décomposition des parties ligneuses des litières se charge bien d'une partie du gaz ammoniacal, mais elle se rend dans le puisard de la place à fumier, d'où on la renverse de nouveau sur le tas, et elle est reprise, ainsi que le gaz, par les matières absorbantes.

Cette pratique est rendue plus simple encore par l'emploi de la terre absorbante elle-même pour litière; nous avons reconnu que les fumiers étaient alors complétement inodores, et comme il n'est pas nécessaire d'exciter la fermentation, puisque l'on n'a pas besoin de faire décomposer les pailles, on obtient un engrais presque sec et qui conserve tous les principes des excrétions (1). On ne peut qu'approuver d'ailleurs tous les moyens qui peuvent mettre les fumiers à l'abri des vents et des rayons solaires, quand les dépenses n'excèdent pas l'avantage que l'on en attend. On a éprouvé de très-bons effets des toitures qui recouvrent les places à fumier.

Quand on se sert de litière ordinaire, et non de matières absorbantes, le séjour du fumier dans des écuries bien fermées peut agir sur les membranes des yeux des animaux, par ses vapeurs ammoniacales; cependant nous voyons tous les jours nos bêtes de travail ne pas en paraître affectées, quoique le curage des écuries n'ait lieu qu'à des époques indéterminées et quelquefois assez éloignées les unes des autres. Le piétinement des chevaux, l'urine qui imbibe plus complétement les litières, les préparent éminemment à la fermentation. Le fumier des bergeries n'est enlevé qu'une fois ou deux par an; le tassement de l'engrais, la terre que l'on y répand, la petite quantité d'urine proportionnellement à l'étendue des bergeries, font que la fermentation y est peu active, et qu'à peine s'aperçoit-on de l'odeur en y entrant.

On ne transportera le fumier aux champs qu'au moment de l'enterrer, et on ne l'y laissera pas déposé en petits tas. La pluie le délaye, engraisse certaines places aux dépens du reste de la surface (2). On doit l'enterrer quelque temps avant l'enfouissement pour donner le temps aux mauvaises

(1) Tome I, p. 589, 2e édit.
(2) Tome III, p. 424.

herbes de pousser, et pour pouvoir les détruire par le labour d'ensemencement.

Le fumier en couverture sur les plantes produit d'excellents effets quand un temps pluvieux fait pénétrer son extrait jusqu'aux racines ; mais il faut qu'il soit consommé. Quand le fumier est encore pailleux, les fibres de la paille, les parties encore agrégées des excréments, étant dépouillées de tout ferment par la pluie, restent inertes sur le champ, et l'on ne profite pas de toute la valeur de l'engrais. C'est, au reste, la seule manière dont on puisse fumer les prairies permanentes. La déperdition occasionnée par l'irrigation par submersion, l'eau se chargeant de l'extrait de fumier et l'entraînant dans les fossés d'écoulement, est très-considérable. C'est ce qui explique le succès des irrigations par infiltration.

Connaissant la quantité et la valeur réelle des fumiers dont il dispose, soit d'après le cubage et l'analyse, soit d'après la quantité de fourrages qu'on récolte et la nature du bétail qui le consomme, le directeur de l'exploitation doit en faire la distribution entre les différentes cultures d'après les besoins réels, si ses engrais sont suffisants, et d'après les vues indiquées plus haut (1), s'il ne dispose que d'engrais insuffisants.

N'oublions pas de rappeler que dans les terres dont l'argile, les oxydes et le terreau ne sont pas déjà saturés d'engrais, les petites fumures paraissent se perdre presque entièrement. Ce ne sont que les fumiers suffisants qui produisent un effet immédiat. Notre méthode de fournir à chaque plante la totalité de l'engrais qu'elle exige pour donner un plein produit, et de fumer chaque récolte, réitérant ainsi la distribution du fumier à chaque champ, n'augmente pas en réalité la masse des transports, et prévient cette absorption qui fait disparaître le fumier, au profit, il est vrai, de la

(1) Tome III, p. 420.

fertilité future de la terre, mais au détriment des produits présents.

CHAPITRE VI.

Surveillance de la nourriture des hommes.

La nourriture des hommes attachés à la ferme peut être la source d'une foule d'abus; faute d'ordre et d'économie, la dépense peut en être doublée sans que ceux qui la reçoivent soient satisfaits. Cette dépense se fait, pour le compte de l'administration, en régie ou par entreprise. L'un et l'autre de ces modes ont leurs inconvénients. Si le ménage est en régie, on peut avoir une ménagère peu économe, peu soigneuse ou peu fidèle. Dès que les frais du régime sont faits par la bourse du propriétaire, que les hommes de la ferme regardent comme inépuisable, leurs exigences sont sans bornes, ils ne cessent de se plaindre du régime et d'accuser de rigorisme et d'avarice l'économie de la ménagère salariée. Ce n'est pas sans une grande surveillance et une grande fermeté que le régisseur parvient à arrêter la prodigalité que ces reproches continuels tendent à introduire. Le meilleur moyen, cependant, pour faire cesser les plaintes, c'est que lui-même se mette au même régime que les gens de la ferme, et qu'il mange à leur table. En général, il est très-dangereux d'avoir plusieurs ordinaires dans une ferme, et, quand le maître y réside, sa cuisine doit être entièrement distincte de celle de ses gens.

On obvie à beaucoup de difficultés en faisant un marché à forfait avec la femme de ménage, surtout quand le maître-valet ou un des chefs de service est son mari. Les valets savent qu'elle est obligée de se renfermer dans son budget sous peine de perdre, et ne murmurent que si réellement elle veut faire des profits exagérés sur cette entreprise. Il faut cependant la surveiller sévèrement, pour que la nourriture des hommes ne souffre pas d'un amour exagéré du gain.

Les conditions de ces marchés varient beaucoup, selon les pays et le régime des ouvriers. Ainsi, dans le sud du département du Gard et la Camargue, on fournit à la femme de ménage, pour chaque homme :

	Prix.
6 hectolitres de blé.	132 fr.
6 hectolitres de vin.	48
1 décalitre d'huile.	15
pour pitance, 15 cent. par jour. . .	54,75
	249,75

par jour, 0 fr. 684

et, en outre, la jouissance des légumes du jardin.

On donne les deux tiers de ces rations pour chaque femme, et moitié pour chaque enfant employé dans la ferme. C'est une nourriture très-chère, ce qui tient à l'emploi presque exclusif du pain et de la viande, et aux exigences des ouvriers du pays, où les bras sont rares.

Dans Vaucluse, nous donnons :

4 hectolitres de blé.	88 fr.
88 kilogrammes de haricots. . . .	24
100 kilog. de pommes de terre. .	5
19 kilogrammes de lard	23
123 litres de vin.	10
	150

par jour, 0 fr. 411.

Dans le Haut-Languedoc (Lauraguais), nous trouvons d'autres formules. Par exemple, M. Davessens donne à ses valets, pour leurs gages et leur nourriture :

4 hectolitres de blé	88 fr.
4 hectolitres de maïs.	56
Argent.	9
	153

Il leur accorde de plus le droit de cultiver pour leur compte 25 ares de fèves, et, à moitié fruits, 2 hectares de maïs; ainsi les ouvriers reçoivent :

Pour rente des 25 ares cultivés en fèves.	15 fr.
Pour travail fait aux fèves	31
Pour rente de 1 hectolitre de maïs.	60
Travail fait à ce premier hectare.	120
11 hectol. de maïs récoltés sur le deuxième hectare.	154
	380
qui, réunis aux fournitures ci-dessus	153
font un total.	533
La nourriture de nos ouvriers du Gard nous coûte.	249,75
Leurs gages sont de.	300,00
	549,75

On voit donc que les valets du Languedoc sont traités comme ceux des hords du Rhône, quoiqu'ils reçoivent très-peu d'argent.

Le pain doit être laissé à la discrétion des hommes. Rien ne donne plus mauvaise réputation à une ferme que d'enfermer le pain. La fabrication dans la ferme a l'avantage : en premier lieu, de consommer le blé, qui, étant d'ailleurs de bonne qualité, manque de couleur, de luisant, n'a pas le coup d'œil marchand ; en second lieu, d'utiliser avantageusement les aubaines, blé contenant beaucoup de gluten et qui est peu recherché des boulangers; enfin, de fournir du son pour les volailles et les porcs. Elle est économique toutes les fois que l'on ne pourra pas acheter 100 kilog. de pain bluté à 25 pour 100 (pain blanc) pour le prix de 102 kilog. de blé, augmenté de 4 fr. par 100 kilog.; ou 100 kil. de pain bluté à 15 pour 100 (pain bis), pour le prix de 87 kil. de blé, augmenté de 4 fr. par 100 kil. de pain pour frais de fabrication, s'il s'agit de blés tendres, et dans le cas de blés durs pour le prix de 94 kilog. de blé, augmenté de 5 fr. par 100 kilogr.

Le son est très-nutritif; dans un temps de disette, on a vu

un village situé près de Nancy se nourrir entièrement de pain fait avec du son acheté chez des voisins, et les habitauts ne s'en trouvèrent pas mal. Nous nourrissons très-bien nos chiens avec du pain fait entièrement de son, et ils sont très-robustes. Mais cette substance est difficile à digérer, à cause de la fibre ligneuse qu'elle contient, et elle devrait être moulue finement si on voulait la faire entrer habituellement dans le pain. Nous ne conseillerions pas cette économie au régisseur qui aurait à nourrir des hommes à gages; elle suffirait pour les faire déserter.

On a recommandé à plusieurs reprises le mélange de certaines farines avec celle du blé pour faire du pain économique; mais, avant de se prononcer à cet égard, il faut en constater les propriétés nutritives. Mathieu de Dombasle avait dit, quant au mélange des pommes de terre au pain, que, si on trompe les yeux, on ne trompe pas l'estomac. Il perdait un peu cette maxime de vue quand il essayait des mélanges qu'il regardait comme donnant du pain d'une même valeur nutritive sous le même volume, et qu'il se bornait à les comparer par leurs prix de revient (1). Ces divers pains fournissent le tableau suivant :

	Dosage en azote.	Prix de revient du kil.	Quantités nécessaires pour nourrir également.	
			kil.	valeur.
Pain de froment de boulanger.	1,249	0f30	1 »	0f30
Pain de seigle pur	0,920	0,18	1,41	0,21
Pain composé de 85 de seigle, et 15 de fécule de pomme de terre	0,780	0,19	1,66	0,31
Pain de 60 de seigle et 40 de fécule. . .	0,550	0,19	2,35	0,44
Pain de 40 de seigle, 40 d'orge, 20 de from.	1,067	0,22	1,21	0,26

Ainsi, sous le rapport de leurs qualités économiques, les qualités nutritives restant les mêmes, ces espèces de pain se classeraient dans l'ordre suivant : 1° pain de seigle; 2° pain de seigle, orge et froment; 3° pain de froment; 4° pain de

(1) *Annales de Roville*, t. VII, p. 327.

85 seigle et 15 fécule; 5° pain de 60 seigle, 40 fécule. L'introduction de la fécule, substance non azotée et qui a subi une préparation coûteuse, introduction que cherchait à défendre Mathieu de Dombasle en comparant seulement le prix de revient du kilogramme, renchérit le pain et nécessite des rations très-volumineuses. Quand on voudra conserver la santé et la force des hommes, et ne pas se payer de vaines apparences, on fera des calculs semblables à ceux du tableau précédent avant de se livrer à de nouveaux mélanges, en supposant toujours que le pain, ainsi confectionné, sera du goût du consommateur.

Le prix de marché des différentes nourritures nous a démontré plus haut que le mode d'alimentation le plus cher était celui qui introduisait beaucoup de viande et beaucoup de pain dans le régime, et que le plus économique est celui qui y faisait entrer les légumes secs. C'est en se rapprochant de ce dernier type que l'on obtiendra le régime à la fois le moins cher et le plus substantiel. Remarquons en passant que si la consommation de la viande donne l'occasion de produire des engrais, celle des légumes dispense, pour ainsi dire, de leur emploi, en raison de l'action des plantes qui les produisent sur les principes fertilisants de l'atmosphère.

CHAPITRE VII.

Surveillance de la nourriture des animaux.

Nous avons donné plus haut les formules propres à déterminer la ration des animaux herbivores; elles se vérifieront quand il s'agira de prescrire la nourriture moyenne d'un assez grand nombre d'animaux, et quand on l'aura calculée d'après leur poids et le travail auquel ils sont soumis. Mais ces formules n'étant que des résultats moyens, dans lesquels sont combinées des dispositions diverses, elles seront souvent trouvées fautives quand on les appliquera au régime d'un seul individu. Il y a tel animal qui mange beaucoup et qui

digère mal ce qu'il mange; il restera maigre avec une nourriture qui serait surabondante pour un autre. D'autres animaux, dont les facultés digestives sont plus énergiques, se nourriront très-bien avec une ration qui serait insuffisante, même pour l'animal moyen; d'autres enfin, très-délicats sur le choix des aliments, choisissent dans les fourrages les parties qui leur conviennent, écartent les autres, et font un assez grand dégât de fourrages. C'est l'observation pratique du chef de l'écurie qui lui apprend qu'il doit accorder une ration plus forte à celui-ci, que tel autre se contente d'une plus faible, enfin que tel autre doit être nourri avec un certain fourrage, qu'il consomme entièrement sans rien perdre. C'est faute de cette attention qu'on voit dans les régiments de cavalerie, où la ration est égale pour tous, des animaux de même taille, dont les uns restent étiques, à côté d'autres qui s'entretiennent en chair. Ainsi le bottelage ne peut être considéré comme formant la ration de chaque animal; il ne doit servir qu'à établir le poids total à distribuer entre tous les animaux; mais c'est ensuite au chef de ce service à répartir le fourrage entre eux d'une manière moins égale, ce qui se pratique au moment d'ouvrir les bottes, et en en distribuant le contenu entre les individus en plus ou moins grande quantité, selon leurs dispositions.

Outre la fixation de la quotité des rations selon les saisons de travail ou de repos, le régisseur aura encore à se préoccuper de la nature des fourrages dont il peut disposer. Il réservera les nourritures les plus riches, celles qui contiennent le plus de principes alibiles et substantiels sous un moindre volume, pour les époques de travail, où la durée des repas est moindre et où on ne laisse pas aux animaux le temps de digérer longuement. Au contraire, les nourritures grossières, les pailles, les matières contenant beaucoup de ligneux, pourront être données aux époques de repos, où un grand intervalle de temps leur est laissé pour digérer ces substances, qui demandent une longue incubation, non

troublée par l'action des membres. C'est ce double travail de la détermination de l'aliquote de la ration selon la saison de l'année, et de la répartition des fourrages selon leur nature et leur teneur entre les saisons, que doit faire le régisseur. Nous en avons donné un exemple plus haut.

CHAPITRE VIII.

Conservation des récoltes.

Les céréales sont exposées aux inconvénients qui résultent de l'humidité; celle-ci les fait fermenter, les altère, leur communique une mauvaise odeur, donne naissance à des végétations cryptogamiques, qui les rendent nuisibles aux consommateurs. Il est donc très-essentiel que les grains soient secs quand on les renferme dans les greniers, qu'on ne les y entasse pas trop, pour que l'air pénètre dans leur masse ; qu'on les remue fréquemment à la pelle, pour changer la position des grains et les exposer successivement à l'influence de l'air sec. Ces soins exigent des travaux pour lesquels on profite des hommes de la ferme, quand ils ne sont pas occupés au dehors.

Les grains sont en outre exposés aux attaques des rats et des souris. Pour les prévenir, on a soin de boucher au plâtre, en y introduisant des fragments de verre, toutes les issues que ces animaux peuvent se ménager sous les pavés ; mais ils descendent aussi des toits, et, pour les empêcher d'y remonter, on enduit les murs avec du plâtre fin et bien lissé, sur lequel leurs ongles n'ont pas de prise. Ils ne peuvent alors échapper aux poursuites des chats. On peut aussi les empoisonner avec de la pâte phosphorée ; mais il faut éviter alors que les chats puissent pénétrer dans le grenier.

Les charançons sont un fléau bien plus redoutable. Ils dévastent les greniers et se multiplient tellement que l'on a calculé que, dans la saison chaude, douze paires de ces insectes suffisent pour produire 75,000 individus, qui détruisent

chacun 5 grains de blé et causent une perte de 1/5 d'hectolitre. Lors de la disette de 1847, il arriva de Russie des blés qui, sans doute, avaient été conservés plusieurs années, et que les charançons avaient dépouillés de la plus grande partie de leur farine et réduits presque à leur son.

Si l'on agite le blé avec la pelle, les charançons fuient et se réfugient le long des murailles, d'où ils redescendent quand l'opération est terminée. On n'obtient donc ainsi qu'une suspension momentanée de leurs dégâts. Il faudrait, pour préserver les grains, qu'après que les charançons les ont quittés ils ne pussent plus y revenir. Ces insectes passent l'hiver dans les greniers et reparaissent l'année suivante; mais ils l'abandonnent ou meurent si le grenier reste vide une année entière.

On a imaginé différents moyens pour remédier aux inconvénients qu'éprouvent les grains. Dans les pays où l'on rentre le blé très-sec, et où la terre elle-même se dessèche à une grande profondeur, on a creusé des fosses dans le sol et on y a enfermé le blé. Ce sont les silos que pratiquent les Arabes en Afrique, et, quoiqu'ils se trouvent dans les conditions que nous avons indiquées, il n'est pas rare que le grain ne finisse par s'y altérer, par sentir le moisi, s'il n'est promptement consommé.

On a cherché à imiter ce procédé en Europe; les silos creusés dans la terre, essayés par M. Ternaux, ont tous présenté de grands déchets; l'humidité de la terre se communiquait au blé, malgré toutes les enveloppes dont on l'entourait. Quand on a voulu construire des silos plus hermétiquement fermés, comme ceux revêtus en bitume, de M. Darcet, ou en plomb, de M. Dejean, l'humidité qui distillait de la masse du grain tombait sur les parois des silos et humectait les grains de la circonférence, qui s'altéraient et communiquaient leur mauvaise odeur au tas tout entier.

Nous avons réussi à bien conserver du blé pendant quatre ans dans des silos construits en briques et sur voûte; mais

nos grains avaient subi l'énergique dessiccation de nos aires du Midi, et il paraît que la brique, en absorbant l'humidité restante, en avait préservé la masse. Dans de pareils silos bien fermés, il se produit une atmosphère de gaz acide carbonique qui ne permet pas aux charançons de travailler. Pour réussir ailleurs de la même manière, il faudrait soumettre les grains à la dessiccation dans une étuve, comme le faisait Duhamel.

M. Vallery nous semble avoir le mieux résolu le problème de la conservation des grains au moyen de son grenier mobile. Il consiste en un grand cylindre posé horizontalement et tournant sur un axe, divisé intérieurement en trois compartiments longitudinaux par des cloisons rayonnant du centre à la circonférence. Autour de ce cylindre se trouvent des ouvertures garnies de toiles métalliques. On le remplit aux trois quarts de blé, et, si on lui imprime un mouvement de rotation, les grains contenus dans chaque compartiment éprouvent un changement de place, par le déplacement du centre de gravité, ce qui produit un remuement général comparable à celui de la pelle. Les charançons sortent alors par les ouvertures, mais ne peuvent plus y rentrer, une fois tombés à terre.

On peut construire des appareils de cette nature de toutes dimensions; celui qu'a présenté l'auteur avait une capacité de 1,400 hectol. et se chargeait de 1,150 hectolit. Il coûtait 4,492 fr., ou 4 fr. par hectolitre. Il peut se placer dans un hangar fermé, dont on estime le prix à 0 fr. 60 c. par hectolitre. Or on n'obtiendrait pas un grenier convenable pour 1,000 hectol. de grains, avec la place nécessaire au pelletage, pour un prix double. Si l'on considère ensuite qu'un seul tour de cylindre équivaut au pelletage complet de tout le grenier, et qu'il est donné presque sans effort et en un moment ; si l'on considère que le retour des charançons expulsés est tout-à-fait impossible, que la ventilation des grains est parfaite, et que des blés fortement humectés s'y sont

desséchés complétement par l'effet du mouvement du cylindre, on appréciera la valeur de cette invention, qui ne paraît pas avoir encore pénétré dans la pratique, sans doute parce que chacun possède des greniers dont il veut profiter (1).

Les récoltes racines doivent être placées dans un lieu dont la température soit peu élevée et peu variable. Les silos leur conviennent parfaitement; elles y sont à l'abri de la gelée, en les recouvrant de 0m,60 de terre dans le nord de la France. On a vu (2) que, dans le grand hiver de 1789, la gelée n'avait pas pénétré à plus de 0m,60 dans la terre soulevée aux environs de Viviers (Ardèche). Si l'on a des caves à température constante, les racines s'y conservent très-bien. Nous avons indiqué (3) le moyen que M. Poiteau conseille pour conserver les choux pommés.

Le vin s'altère : 1° quand il contient en abondance du gluten, de l'albumine, des mucilages qui forment du ferment, et peu d'alcool ou de tannin, qui précipite toutes ces substances; 2° parce qu'on le laisse en contact avec l'air atmosphérique, qui facilite la fermentation acétique. On le conserve en tenant les futailles bien remplies, en y brûlant une mêche de soufre, qui détruit l'oxygène de l'air qui y est enfermé; en tirant le vin au clair pour le décharger de sa lie; en l'additionnant d'alcool, ou en y versant du tannin qui précipite l'albumine et les mucilages. On porte le vin à la teneur de 12 p. 100 d'alcool, ou l'on y verse du tannin à raison de 100 grammes de tannin sec, dissous dans un litre de vin, par hectolitre. Nous avons vu aussi placer quelques rameaux de chêne frais dans la cuve pour obtenir le même effet. Les vins qui contiennent naturellement beaucoup d'alcool ou de tannin ne sont pas sujets à tourner. Quelques

(1) Voyez, pour le détail de la construction et les expériences faites sur le grenier Vallery, le *Bulletin de la Société d'encouragement*, 1839, p. 123.

(2) Tome II, p. 61.

(3) Tome IV, p. 136.

personnes ajoutent du plâtre (sulfate de chaux) dans la cuve, dans le but d'aviver la couleur du vin.

L'huile s'oxyde par la surface des vases et devient rance au bout de quelques années; il faut tenir bien remplis les vaisseaux qui la contiennent, la soutirer de son marc quelques mois après sa fabrication. Si le vaisseau ferme bien, on pourrait aussi priver le vase de son oxygène par le moyen de la combustion d'une mèche soufrée.

Chaque produit a ensuite ses procédés de conservation, qui doivent être étudiés spécialement.

CHAPITRE IX.

Des ventes et des achats.

On voit souvent, dans le monde agricole, des fermiers qui réalisent des bénéfices plus considérables que leurs voisins, quoique leurs récoltes ne soient pas meilleures. Cela tient uniquement à ce qu'ils savent mieux vendre et mieux acheter. Cette habileté commerciale est un don du Ciel, comme tous les autres talents ; mais elle peut être développée par l'exercice, et, si l'étude de ses procédés ne peut pas la suppléer entièrement, elle peut au moins enseigner à tenir la voie du milieu et à ne pas en être la victime.

Cette faculté dépend de quatre choses : 1° la connaissance exacte des machandises, de leurs qualités et de leurs défauts; 2° celle des cours actuels; 3° celle des approvisionnements existants, des récoltes et des besoins probables que fait prévoir l'avenir, ou d'une certaine faculté instinctive qui supplée à cette prévision sans qu'on puisse l'expliquer; 4° d'une disposition de caractère, d'un type de physionomie qui imprime la confiance et dispose à céder à nos prétentions, et d'autres fois à une certaine attraction qui captive, comme malgré eux, ceux avec qui l'on traite, et les fait contracter des affaires avec la presque conviction qu'elles leur

sont désavantageuses, comme l'oiseau saisi de terreur qui néanmoins s'approche insensiblement du serpent et finit par devenir sa proie. Nous avons vu, au contraire, des hommes très au courant de la valeur des marchandises échouer constamment dans leurs marchés, par la répulsion qu'inspirait leur manière de traiter, nonobstant leur bonne foi et leur loyauté.

Nosce te ipsum, sachez vous connaître, et, si votre astre en naissant ne vous a pas fait commerçant, si, en ayant la connaissance que ce titre requiert, vous n'en avez pas le savoir-faire, cherchez autour de vous, parmi vos agents, si ce don n'a pas été accordé à quelqu'un d'entre eux, et laissez-lui le soin de conclure les marchés. Ne soyez plus là que pour lui indiquer les limites dans lesquelles il doit se maintenir. Quand on traite de plus grandes affaires avec des hommes éclairés, toute cette petite politique est inutile. Il s'agit alors de la saine appréciation de la marchandise et du prix que l'on veut obtenir ou que l'on veut donner, en rapport plus ou moins exact avec le véritable cours.

1° *Connaissance des marchandises.* Il faut savoir se rendre compte des qualités recherchées dans le commerce, et de celles qui font repousser les marchandises, bien plus encore que de leurs qualités intrinsèques. Ainsi, pendant un temps, on n'achetait que des chevaux à tête busquée, qui sont aujourd'hui unanimement repoussés. On paie les blés durs à un prix inférieur aux blés tendres, quoique les premiers soient une nourriture plus substantielle. Parmi les blés tendres, on préfère ici ceux à couleur pâle, là ceux à couleur foncée. Les vins de Bourgogne, qui étaient jadis les plus recherchés, ont cédé aux vins de Bordeaux, qui ne les égalent ni en finesse, ni en bouquet, etc., etc. Ainsi, nous devons faire une sérieuse différence entre les qualités réelles et les qualités marchandes. Nous appliquerons les qualités réelles à nos consommations; nous réserverons les qualités marchandes à la vente. Nous conserverons nos blés aubaines,

nos poulards; nous mettrons en vente nos seisettes, nos touzelles. Enfin il est d'autres qualités qu'il faut apprendre à connaître; c'est, par exemple, le luisant et le mat des blés, la manière dont ils glissent entre les doigts; la grosseur des grains, leur conformation, etc. Ce n'est que par la fréquentation des marchés que l'on peut se faire une juste idée de ces qualités marchandes, variables selon les pays et les temps, et l'on ne saurait trop recommander au régisseur de ne pas négliger cette partie essentielle de son administration, pour qu'il puisse assigner à ses propres produits, et à ceux qu'il veut acquérir, le degré précis d'estime qu'ils occupent dans l'échelle des appréciations.

2° *Approvisionnements existants, besoins probables.* Les grands approvisionnements de produits agricoles ne sont jamais entre les mains des marchands; ils restent dans les greniers et les magasins des fermiers, et personne ne peut mieux apprécier leur situation que le régisseur vivant à la campagne et fréquentant habituellement et familièrement ses voisins. Ont-ils conservé le blé de leur récolte fort avant dans la saison; ne sont-ils pas recherchés par les marchands, les meuniers, les boulangers : on peut présumer qu'il y a une forte réserve dans le pays, qui viendra s'ajouter à la récolte pendante. Quant à celle-ci, l'état de la végétation fait juger ce que l'on peut s'en promettre, d'autant plus sûrement que la saison est plus avancée. L'opinion reste en suspens à cet égard jusqu'à la fin des gelées et au renouvellement de la végétation; alors, par la manière dont les terres sont garnies de tiges, par la vigueur du tallement, on porte un premier jugement; les prix haussent ou baissent. Après la floraison, le jugement se modifie ou se confirme; mais il n'est définitif qu'au moment même de la moisson. Immédiatement après la récolte il y a un mouvement de baisse relative, parce que les fermiers veulent réaliser des fonds pour payer leurs travaux et leurs fermages; mais, passé ce moment, les prix s'établissent sur l'état de la ré-

colte et les ressources comparées aux besoins. Ils sont ainsi stationnaires jusqu'à l'arrivée des gelées. Si l'hiver est très-doux, on s'aperçoit des ravages des insectes; s'il est trop rude, on craint la rareté des tiges; puis les petites gelées successives peuvent déplanter le blé. Toutes ces alternatives en produisent sur le cours des marchés. Chaque produit autre que le blé a aussi l'histoire de ses chances et des mouvements de prix qui y sont relatifs.

Si l'on opérait chaque mois la vente du douzième de sa récolte, on finirait par obtenir le prix moyen du pays; s'il y avait une époque de l'année où le produit se vendît habituellement au prix moyen de l'année, ne vaudrait-il pas mieux, sans courir toutes les chances, se décider à vendre quand cette époque est arrivée? et enfin s'il y avait une autre époque où le prix fût habituellement au-dessus du prix moyen, n'y aurait-il pas un avantage évident à le choisir pour opérer ses ventes? Or, cette époque existe, variable selon les pays et selon le temps; mais, si l'on peut se procurer une longue suite de mercuriales, il est facile de l'établir. Ainsi, pour les blés, si nous prenons les prix à quatre époques différentes de l'année, janvier, avril, juillet et octobre, dans la longue période dont Dupré de Saint-Maur nous transmet les mercuriales de 1596 à 1745 (1), en supposant le prix moyen 100, nous aurons la table suivante:

	Janvier.	Avril.	Juillet.	Octobre.
De 1596 à 1605	103	108	93	96
1606 à 1615	96	96	103	104
1616 à 1625	98	98	98	106
1626 à 1635	94	98	107	98
1636 à 1645	96	100	99	104
1646 à 1655	98	102	98	102
1656 à 1665	94	98	102	107
1666 à 1675	95	100	102	102

(1) *Essai sur les monnaies*, p. 166 et suiv.

	Janvier.	Avril.	Juillet.	Octobre.
1676 à 1685	89	96	105	110
1686 à 1695	93	92	106	108
1696 à 1705	101	97	102	100
1706 à 1715	94	96	98	112
1716 à 1725	95	86	100	118
1726 à 1735	101	97	102	98
1736 à 1745	97	90	94	109
Moyenne.	96,540	97,344	100,884	105,232

Ainsi en supposant le prix moyen du blé à 20 fr., et en vendant constamment à la même époque, on aurait obtenu :

En janvier.	19 f. 21 c.
En avril.	19 41
En juillet	20 18
En octobre	21 05

On aurait ainsi obtenu, en vendant en octobre, 1 fr. 05 d'augmentation sur le prix moyen du blé, ou 5,25 pour 100 de bénéfice sur le prix moyen de cette denrée.

A Orange, nous avons trouvé, en 1822, que la moyenne du prix de ces différents mois, dans les dix-huit années précédentes, était :

Janvier, 104. Avril, 103. Juillet, 96. Octobre, 97.

L'ordre ici était inverse de celui trouvé pour le nord dans le siècle dernier; les ventes faites en février nous donnèrent les résultats les plus avantageux.

Mais les temps modifient ces variations avec les lieux. Ainsi, à Paris, pour les temps modernes, nous trouvons, d'après les mercuriales de 1810 à 1839, les prix suivants :

Janvier.	Avril.	Juillet.	Octobre.	Prix moyen.
19,996	21,234	20,509	20,908	20,662
96,78	102,78	99,28	101,16	100

Ainsi, les changements d'habitudes, les nouvelles voies

de communication, les manœuvres du commerce, ont déplacé à Paris, dans ce siècle, l'époque du maximum, qui se trouve au mois d'avril au lieu d'être au mois d'octobre, comme le siècle précédent.

En considérant les variations que subissent les prix des denrées, on peut être porté à adopter un autre mode de vente : c'est celui qui consisterait à conserver les produits des années où le cours est au-dessous du prix moyen, pour les vendre dans celles où il s'élève au-dessus. Il faut d'abord pour cela s'assurer des moyens de conservation, et nous les avons indiqués plus haut; ensuite, il faut examiner les probabilités de bénéfices pour l'avenir que nous donnent les faits accomplis.

Supposons qu'il s'agisse de blé. Les variations de cette denrée vont quelquefois du simple au double. Dans une longue série de prix, nous avons trouvé que, dans le midi de la France, sur 147 ans il y avait eu 62 années où les prix avaient dépassé la moyenne; 85 où ils avaient été au-dessous. La durée de la période moyenne des hauts prix a été de 3, 87 ans; la durée de la période moyenne des bas prix, de 5 ans. Le prix moyen étant de 100, celui des années de cherté a été de 120; celui des années d'abondance, de 88; c'est-à-dire qu'à l'époque actuelle, le prix moyen étant de 19 fr., celui des années de cherté serait de 22 fr. 80 c.; celui des années d'abondance, de 16 fr. 72 c.

Les moindres frais de conservation par la méthode du remuement à la pelle, ont été évalués à 2 fr. 20 c. pour 100 kilog. de blé, savoir : 1 fr. 50 c. pour manutention, 0 fr. 50 c. pour loyer du grenier (1), et 0 fr. 20 c. pour frais d'administration. Avec le grenier Vallery, les frais de conservation seront de 0 fr. 95 c. pour 100 kilog. de blé.

(1) *Mémoire sur les réserves*, par Thomas.

Les résultats moyens de l'opération, sur une récolte de 100 hectolitres par an, seront les suivants :

	Remuement à la pelle.	Grenier Vallery.
1° Prix de 500 hectol. de blé à 16 fr. 70.	8,360 fr.	8,360 fr.
2° Intérêts composés à 5 p. %, pour 4 ans.	787 70	787 70
3° Frais de conservation	2,505 »	1,080 »
	11,652 70	10,227 70
Prix de revient de l'hectolitre.	23 30	20 44
Prix moyen des années de cherté. . . .	22 80	22 80
	Perte. . . . » 50	bénéfice. 2 36

D'un côté il y a perte, et de l'autre côté le bénéfice n'est pas assez considérable pour compenser les embarras de la spéculation.

Il en serait autrement si, comme les commerçants, on pouvait attendre, pour acheter les blés, qu'ils fussent descendus à un bas prix, et attendre ensuite pour les vendre qu'ils eussent atteint un prix élevé, choisir l'un et l'autre parmi ceux que l'on retrouve dans toutes les périodes de la hausse. C'est ainsi que M. Thomas fixait le prix de 18 fr. le quintal métrique pour ses achats (13 fr. 84 c. l'hectolitre). Mais l'agriculteur reçoit toutes les années sa récolte, et il ne peut pas lui attribuer un prix minimum; et quand il vend, il doit craindre en cherchant à dépasser le prix moyen des années de cherté, de voir les cours s'affaisser, et de rester chargé de ses grains jusqu'à une nouvelle période. Pour se faire une idée de la spéculation, telle que la conseillait M. Thomas, et en se reportant aux mercuriales de Paris, de 1800 à 1859, telles qu'elles sont rapportées dans son ouvrage (1), nous trouvons que :

(1) *Mémoire sur les réserves de grains*, p. 36.

Il aurait acheté en 1800 à 13 fr. 68, ci.	13f6800	
Il aurait vendu en 1801 ; ci, intérêts d'un an. .	0,6840	
Conservation par le grenier Vallery, pendant un an.	0,7200	
	15,0840	
Prix de vente en 1801, dès que le blé est monté à 25 fr. 84	27,1000	
Bénéfice.	12,0160	12,0160
Il n'aurait plus fait d'achats jusqu'en 1804, où il aurait acheté à.	13,68	
Il n'aurait revendu qu'en 1811. Intérêts composés de 8 ans.	5,73	
Conservation pendant 8 ans, ...	5,76	
	25,17	
Vendu en décembre 1811.	26,09	
Bénéfice. . . .	0,92	0,92

S'il avait attendu jusqu'en avril 1812, il aurait vendu 44 fr. 21 c.; mais en s'écartant ainsi de la règle, il pouvait courir le risque d'une baisse.

En 1822, il aurait encore opéré à.	13f68	
Il aurait vendu en 1828. Intérêts de 6 ans. .	4,27	
Conservation pendant 6 ans.	4,32	
	22,27	
Il aurait vendu à.	27,36	
Bénéfice.	5,09	5,09

Aainsi, trois opérations seulement dans ce laps de temps ! ce mode est très-convenable pour la formation d'un grenier de réserve, mais ne peut constituer un commerce.

Les variations de l'avoine sont bien plus grandes et peuvent offrir de la marge à la spéculation de ceux qui la conservent ou l'achètent. Ce grain se conserve facilement sans déchet, et, dans les années où il est à bas prix, relativement au blé, il peut être avantageux d'échanger son blé contre de l'avoine, pour profiter de la hausse de ce dernier grain.

Nous croyons qu'en appliquant de semblables calculs aux autres genres de productions, on arriverait également à cette conclusion : que le propriétaire, en vendant chaque année au moment le plus convenable, peut obtenir un peu plus que le prix moyen, qu'il ne court pas ainsi les chances des avaries que peuvent subir les denrées conservées, et n'est pas obligé à faire des frais considérables en appareils de conservation.

CHAPITRE X.

De la comptabilité agricole.

Le lecteur ne s'attend pas à trouver ici un traité complet de la comptabilité. Nous le renverrons à ceux qui ont été publiés sur la comptabilité commerciale, et dont il trouvera les principes condensés dans les rudiments de M. Legros (1). Les autres auteurs spéciaux sur la comptabilité agricole n'ont pas manqué non plus de reproduire ces principes généraux ; c'est ce qu'ont fait Royer (2), M. Perrault de Jotemps (3) ; enfin, le plus récent de tous, M. Edmond de Granges (4). On trouvera chez eux toutes les instructions nécessaires pour l'organisation d'une comptabilité, et nous aurions renoncé à donner ce chapitre, si nous eussions été parfaitement d'accord avec eux sur les points qui constituent précisément la spécialité de la comptabilité agricole.

Mais dans le choix que le comptable d'un domaine fera entre toutes les méthodes qui sont décrites dans ces livres il sera sans doute déterminé par l'importance et la variété des branches diverses d'industrie qui constituent l'ensemble

(1) *Rudiments de la comptabilité communale*, par Legros.
(2) *Traité de comptabilité rurale*, par Royer, 1840.
(3) *Traité de comptabilité agricole*, par Perrault de Jotemps, 1840.
(4) *Traité de comptabilité agricole*, par de Granges de Rancy, 1849.
Voyez aussi *Annales de Roville*, t. II, p. 333 ; la *Comptabilité appliquée à l'agriculture*, du baron de Malaret. Toulouse, 1829.

de l'exploitation. Le fermier voué au système de la jachère pure, ne confiant ses fonds qu'à ses terres de blé et d'avoine, peut, à la rigueur, se contenter de la tenue des livres en parties simple. Ses dépenses d'un côté, ses recettes de l'autre, lui suffisent pour se rendre compte, en fin d'année, du résultat de ses cultures. Il en est tout autrement quand l'exploitation est plus variée, quand elle se compose de cultures diverses, d'engraissement et d'élève de bestiaux. La perte et le bénéfice peuvent venir du côté que l'on avait le moins soupconné, et il est très-important de le connaître, pour s'arrêter dans la poursuite des fausses opérations, ou pour agrandir celles qui sont bonnes. Ce n'est que par la méthode de la partie double, qui fait la ventilation de toutes les dépenses et de toutes les recettes, les attribuant à ce qui occasionne les unes ou produit les autres, que l'on peut trouver la sonde qui pénètre jusqu'au mal et qui le signale. En établissant en partie double les comptes de son domaine de Genthod, Crud acquit la certitude que son domaine lui avait donné une perte de 24 francs, au lieu d'un bénéfice, et il vérifia que la moitié des opérations qu'il faisait donnaient un résultat négatif et absorbaient le profit des autres (1). Ne voyons-nous pas sans cesse des agriculteurs persuadés que leur troupeau les met en perte, parce qu'ils négligent de porter son fumier à son crédit, et attribuer des bénéfices trop élevés à leurs céréales, parce qu'ils ne portent pas les engrais à leur débit? Très-souvent encore on est porté à donner un prix exagéré au travail des attelages, qui n'est pas diminué de la valeur du fumier, et le compte des céréales se trouve alors appauvri par la cherté du labour. Une exploitation agricole ne peut être bien connue, bien dirigée, que quand, par le résultat des comptes annuels, on a pu apprécier complétement le mérite de chacune des pratiques qui la constituent.

(1) *Économie de l'agriculture*, § 40.

D'ailleurs, le travail qu'exige une pareille comptabilité, effrayant pour ceux qui commencent à l'étudier sur des exemples compliqués, est proportionné à l'étendue et aux détails de l'entreprise. Il est très-peu considérable quand elle est petite et peu variée, il grandit avec son importance et sa variété. Un fermier dont le domaine est soumis au régime de la jachère triennale pure, ayant très-peu de bétail de rente, aurait un très-petit nombre de comptes à ouvrir. Son capital, ses soles de blé, ses soles d'avoine, ses valets, ses attelages, sa grange, son grenier, sa place à fumier, sa basse-cour et ses profits et pertes, voilà à peu près tous les comptes qui lui seraient nécessaires. La tenue d'une pareille comptabilité n'exige pas une demi-heure de travail par jour pour relever sur les livres auxiliaires les articles du journal, et sur le journal ceux du grand-livre. C'est un genre d'instruction que reçoivent maintenant les jeunes filles des négociants et des fermiers, et nous en connaissons qui sont de parfaites comptables. Si ensuite on a des soles de légumes, des racines, des fourrages artificiels, des prairies permanentes, des engraissements et des élèves de bestiaux, il faut avoir autant de nouveaux comptes; mais cette complication même d'entreprises rend plus nécessaire une bonne tenue des livres, pour que l'on puisse bien distinguer celles qui deviennent plus onéreuses qu'utiles.

Nous autres Français, accusés avec quelque raison de tant aimer le changement, nous le repoussons avec persévérance dès qu'il exige de nous quelque contention d'esprit ou quelque fatigue matérielle. Ce sont nos cultivateurs qui, entre tous ceux de l'Europe, ont résisté le plus longtemps à l'introduction d'un bon mode de comptabilité. Les habitudes commerciales de l'Angleterre l'ont introduite sans effort dans son agriculture. Thaër la transporta en Allemagne et la fit adopter dans toutes les grandes exploitations. Quant à nous, nous luttons encore contre cette innovation; beaucoup d'agriculteurs qui passent pour habiles la voient encore d'aussi

mauvais œil que l'introduction des données physiques et chimiques dans l'évaluation de leurs produits. Un combat acharné contre tout ce qui peut introduire la lumière, l'ordre, la rectitude dans les opérations, a été livré à la comptabilité en partie double comme à toutes les autres innovations scientifiques. En 1813, la Société centrale d'agriculture couronnait encore la méthode par tableaux de Gabian ; on semblait la regarder comme une planche de salut pour échapper à cette maudite partie double, qui menaçait les agriculteurs dans leur quiétude. Cette résistance n'est pas une des moindres causes qui nous ont privés jusqu'ici de données expérimentales propres à servir de base à la science. Heureusement l'influence de Mathieu de Dombasle se fit sentir dans le monde agricole; on n'osa plus s'élever contre cette grande autorité, et son exemple, suivi par M. Dailly, par la ferme-modèle de Grignon, et par toutes les fermes écoles qui se sont établies depuis cette époque, a mis fin à la polémique; la pratique s'en étend progressivement.

Si l'on se demande en quoi consiste la différence spéciale qui existe entre la comptabilité agricole et les autres espèces de comptabilités, nous dirons :

1° La comptabilité agricole diffère d'abord des comptabilités où l'on n'a à tenir compte que de sommes d'argent reçues et payées, telles que celles d'une banque ou du trésor public, en ce que, comme les industries qui produisent des marchandises, le prix réel de ces marchandises, celui qui résulte des frais, est connu au moment de leur confection et de leur mise en magasin; mais que, le prix de vente n'étant pas le prix réel, il faut en bonifier plus tard la fabrication, ce qui doit se faire quelquefois après la clôture de l'exercice. Par exemple, un fabricant de drap dépense, pour faire un mètre de drap :

1° Achat de laine, 1 kil. de laine lavée.	5 fr.	10 c.
2° Fabrication.	5	»
	10	10

Il ne peut porter, dans son inventaire de fin d'année, si le drap n'a pas été vendu, que ce prix de revient. L'année suivante (année n° 2), il vend son drap au prix de 15 fr.; le magasin se trouve bénéficier de 4 fr. 90 c. Cette même année n° 2, il fabrique du drap qui lui coûte 12 fr.; il le vend seulement 14 fr. dans le courant de l'année n° 3. Il se trouvera que, dans les comptes de chaque année, l'année n° 2 aura gagné 15−12=3, tandis que, s'il avait reporté la vente à l'année de fabrication, son bénéfice réel aurait été de 4 fr. 90 c. On conçoit que, quoique chaque année ne donne pas ainsi son véritable résultat, elles se compensent entre elles, qu'il se forme un prix moyen de fabrication et un prix moyen de vente, et que le résultat moyen est bien l'expression du bénéfice définitif du fabricant. Pour obtenir le bénéfice réel, il faudrait qu'il suspendît la clôture des comptes d'un exercice jusqu'à ce que toutes les marchandises fabriquées dans cet exercice fussent vendues, ce qui aurait des conséquences beaucoup plus fâcheuses sur la marche de ses affaires.

Ce qui se passe pour le fabricant de drap arrive aussi au fabricant de blé ; si les ventes n'ont pas lieu dans le cours de l'exercice, le blé reste au grenier avec son prix de revient, et le bénéfice ou la perte est porté l'année suivante au compte du grenier, à moins qu'on ne suspende la clôture des comptes jusqu'à la vente effectuée. Mais on voit aussi que les profits ou la perte du compte grenier, reportés chaque année au compte culture du blé, finissent par établir cette balance de frais moyens et de prix moyens, qui donne la véritable situation de la culture des céréales.

2° La difficulté serait donc facilement éludée si elle ne consistait que dans le doute qui plane sur les résultats d'un exercice particulier; mais elle est plus grave quand le prix de revient de l'objet fabriqué ne peut être établi lui-même d'une manière définitive. Or, il entre dans la production agricole des éléments qui ne peuvent être évalués immédia-

tement. Quel est le prix réel du fourrage que l'on fait consommer à de jeunes animaux que l'on ne vendra qu'après leur croissance? Quel est le prix réel des journées d'attelage, quand le nombre de ces journées de travail n'est pas encore connu, et quand le prix du fourrage consommé reste encore dans l'incertitude? Quel est le prix de l'engrais fourni aux cultures, quand il dépend lui-même de la valeur des fourrages, des profits faits en les consommant, etc.? Ainsi, à l'incertitude sur le prix de vente, qui lui est commun avec le fabricant, l'agriculteur joint l'incertitude sur le prix de revient. C'est là ce qui constitue la spécialité et la véritable difficulté de la comptabilité agricole, et nous devons examiner les moyens d'approcher le plus possible de la réalité des faits dans la rédaction de nos comptes, sans espérer atteindre une exactitude parfaite autrement que par la fusion des comptes de plusieurs années en un seul. Ce compte définitif nous donnera des moyennes qui se confondront d'autant plus avec la vérité que l'on aura réuni un plus grand nombre d'années. Ce caractère particulier à la comptabilité agricole résulte de la lenteur de ses opérations, qui ne peuvent devancer le nombre des transformations que la matière subit sous l'action de la nature.

Nous avons donc à résoudre les problèmes suivants : comment doit-on établir la valeur en numéraire 1° des produits récoltés destinés à la vente; 2° de ceux destinés à la consommation; 3° des engrais; 4° des cultures; 5° des journées d'attelages; 6° du bétail de vente? Il est impossible, en effet, de clore un compte sans avoir réduit toutes ces valeurs hétérogènes en une valeur homogène, la monnaie.

SECTION I. — *Établissement de la valeur en numéraire des objets destinés à la vente.*

Si la vente des produits suivait immédiatement les récoltes, il n'y aurait aucun embarras pour les inscrire sur les

livres de compte, puisqu'à côté de leur quantité on porterait leur valeur en argent. Mais, comme la vente ne s'effectue souvent qu'après la clôture de l'exercice, il a fallu trouver un moyen d'y faire entrer la récolte de l'année sans altérer la vérité des faits. Les uns ont proposé de donner à la denrée son prix moyen conclu des dix années précédentes; mais une telle moyenne nous induirait dans une grande erreur quand nous voudrions comparer le résultat de nos différentes récoltes. Pour s'en convaincre, nous prions le lecteur de jeter un coup d'œil sur les comptes d'une métairie exploitée à Orange.

Année.	Récolte obtenue sur un hectare. hectol.	Prix moyen. fr.	Valeur de la récolte. fr.	Valeur d'après le prix moyen de 10 ans. fr.		Erreurs annuelles. fr.
1810	10	27,38	273,80	298,990		25,190
1811	7	35,21	246,47	209,293	—	37,177
1812	9	37,78	340,02	269,091	—	70,929
1813	11	26,28	289,08	328,889	+	39,809
1814	16	22,11	353,76	478,384	+	124,624
1815	19	25,83	490,77	568,081	+	77,311
1816	15	32,02	480,30	448,485	—	31,815
1817	12	38,85	466,20	358,788	—	107,412
1818	20	30,02	600,40	597,980	—	2,420
1819	16	23,51	376,16	478,384	+	102,224
	135	298,99	3916,96	4036,365	+	119,405
Moyenne.	13,5	29,899	391,696	403,636	+	11,940

Nous avons reçu en dix ans 3,916 fr. 96 c. pour 135 hectol. de blé, ce qui nous donne le prix moyen de 29 fr. 014 pour l'hectolitre, tandis que la valeur moyenne de l'hectolitre, tirée de la moyenne des prix de chaque année, est de 29 fr. 899; cette dernière valeur moyenne appliquée aux 135 hectolitr. récoltés aurait dû produire 4,036 fr. 365; il y a donc une différence moyenne de 11 fr. 94 par hectare. Mais les différences annuelles sont bien plus frappantes; elles vont de 124 f. en plus à 107 fr. en moins. Ainsi, tous nos comptes annuels

seraient entachés d'erreurs, et l'on n'aurait jamais une situation réelle si l'on adoptait un pareil moyen (1).

(1) Ces différences viennent d'une fausse évaluation des moyennes. Si les prix croissaient et décroissaient dans un rapport exactement inverse à la quantité des denrées produites, la moyenne résultant de la somme des prix moyens d'un certain nombre d'années, divisée par le nombre des années, serait certainement exacte ; mais la hausse étant dans une proportion plus forte quand les denrées produites sont en petite quantité, que la baisse ne l'est quand les denrées sont abondantes, il en résulte que l'on trouve toujours ainsi une moyenne trop élevée en divisant la somme des prix moyens par le nombre des années. Pour obtenir la moyenne exacte, il faut diviser la somme des produits de la quantité vendue chaque année multipliée par le prix de vente, par la somme des produits. Soit V la valeur moyenne, v, v_1, v_2, v_3, v_n les prix annuels, et q, q_1, q_2, q_3, q_n les quantités vendues; on aura.

$$V = \frac{v \times q + v_1 \times q_1 + v_2 \times q_2 + v_3 \times q_3 \ldots\ldots + v_n \times q_n}{q + q_1 + q_2 + q_3 \ldots\ldots + q_n}$$

Ainsi, dans l'exemple cité, si nous divisons la somme des prix totaux des récoltes, 3916,96, par le nombre d'hectolitres récoltés, 135, le prix moyen obtenu sera 29 fr. 014, tandis qu'en divisant simplement la somme des prix moyens, 298 fr. 99 c., par le nombre des années, nous avons obtenu 29 fr. 899.

On a proposé aussi de retrancher, de la somme du prix des dix années, les deux années du plus haut prix et les deux années du plus bas, et de diviser par 6 la somme des prix des six années restantes.

Les deux années les plus hautes.	38,85 37,78	
Les deux années les plus basses.	22,11 23,51	
Somme égale à. . .		122,25
Somme totale des prix moyens des 10 années.		298,99
Quatre années à retrancher		122,25
Reste. . . .		176,74

En divisant par 6, nous obtenons 29 fr. 45.

Dans ce cas, nous avons encore une moyenne trop haute; dans d'autres on pourrait l'avoir trop basse.

Les statisticiens commettent souvent des erreurs de cette nature, faute de remonter aux principes.

Une autre méthode, que nous avons toujours suivie avec avantage, c'est d'attribuer aux produits leur prix du marché au moment de la récolte, de les porter avec ce prix au débit du magasin, du grenier à blé, du cellier, etc. Le magasin joue alors le rôle de dépositaire, de commissionnaire, qui doit rendre compte, ou du spéculateur achetant pour son compte et revendant à profits et pertes. Dans le premier cas, s'il a reçu le blé à 24 fr. et qu'il le vende 30 fr., il doit rendre compte de 6 fr. à la récolte de blé; dans le second, il est lui-même en bénéfice de 6 fr., qui se portent à son compte en bénéfice à la fin de l'année. Lequel de ces deux partis faut-il adopter ?

Le choix ne serait pas douteux, ou plutôt il n'y aurait pas de difficulté si la vente du blé se faisait toujours pendant l'exercice où se fait la récolte : il serait très-naturel alors de reporter sur la culture le bénéfice ou la perte qui résulte de la hausse ou de la baisse des prix. Mais quand la vente n'a lieu qu'après l'exercice clos, si l'on portait son prix au compte nouveau de la sole des blés, on altérerait la réalité de ce compte en le faisant participer aux chances de la récolte précédente; et quand il y aurait deux ventes faites dans la même année, celle de la récolte précédente et celle de la récolte courante, cette altération deviendrait bien plus forte encore, si les deux résultats, loin de se compenser, se trouvaient tous les deux dans le sens du bénéfice ou de la perte. D'un autre côté, en attribuant au blé les prix du moment de la récolte, qui sont ordinairement les plus bas, on semble leur créer une position désavantageuse; mais si l'on pense aux déchets qui résultent des ravages des animaux, du criblage, etc., et aux frais divers qui incombent au magasin, on trouvera qu'au bout de peu d'années, son bénéfice est très-peu considérable, et n'influera pas notablement sur les résultats du compte du blé. Il en est de même des autres récoltes; il y a beaucoup de déchet dans les fourrages, dans les racines, les liquides perdant par le

coulage, par le soutirage, etc. Nous aimons donc mieux adopter la fiction qui considère le magasin ou le grenier comme un spéculateur qui court ces chances et celles des variations de prix, et par là nous ne nous éloignons pas beaucoup de l'exactitude des faits.

SECTION II. — *Établissement de la valeur des objets destinés à être consommés dans l'exploitation.*

S'il existe un marché où les objets consommés peuvent être vendus à volonté, c'est le prix que l'on en obtiendrait, diminué des frais de transport, qui doit être porté immédiatement dans le compte. Mais si ce marché n'existe pas, ou s'il est à un tel éloignement qu'on n'y parvienne qu'avec de telles difficultés qu'il faille renoncer à y vendre les récoltes, on demande à quel prix il faut le porter dans les comptes pour ne pas s'écarter de la réalité.

Le problème serait encore facilement résolu si les résultats positifs de la consommation pouvaient toujours se manifester dans l'année. Nous saurons, par exemple que 2324 k. de foin ayant produit 1000 hectolitres de lait, le kilogramme de ce foin a la valeur de la 2324^{e} partie du prix de ce lait, diminué des frais de garde, de logement, de l'intérêt de la valeur des animaux, de l'assurance de leur vie, et augmenté du prix du fumier. Mais nous trouvons de nouvelles difficultés si le lait est transformé en fromage, chargé des frais de fabrication, vendu tard, et ne manifestant sa valeur définitive qu'après la clôture des comptes. L'engraissement des animaux offre des difficultés du même genre, et le foin donné aux attelages ne peut être évalué qu'en assignant aux travaux qu'ils produisent une valeur hypothétique.

Dans des cas pareils, la seule chose raisonnable à faire, c'est d'attribuer aux denrées, dans les comptes, leur prix réel, c'est-à-dire celui qui résulte des frais de production; si nos consommateurs en retirent un prix plus élevé, ils en

profitent. Ce sont eux alors qui sont nos véritables acheteurs. Si leurs produits ne peuvent atteindre au prix réel des substances qu'ils consomment, c'est un avertissement pour cesser de cultiver ces substances. Il faut s'abstenir autant que possible de toute hypothèse en fait de réductions de comptes; l'imagination prend une trop large part à leur création, et elle peut nous conduire à la ruine au milieu des rêves qu'elle enfante. La marche régulière que nous indiquons est exempte de ces inconvénients, et nous place toujours en présence d'une inexorable vérité.

SECTION III. — *Établissement du prix des engrais.*

C'est la partie délicate de la comptabilité agricole, et sans laquelle cependant elle reste dans une obscurité complète et produit autant d'illusions qu'il y a de branches différentes d'industries dans l'exploitation. C'est l'oubli de l'article engrais qui fait penser à tant de cultivateurs qu'ils sont en perte sur leur bétail, erreur contre laquelle proteste la réalité des choses, puisque les exploitations sont d'autant plus prospères que cette prétendue cause de perte est plus multipliée. C'est l'oubli de cet article de dépense qui leur fait estimer trop haut les résultats des cultures auxquelles on applique le fumier, et trop bas ceux des cultures qui en sont privées. En un mot, une comptabilité privée de cet élément important n'est propre qu'à égarer ceux qui lui accordent quelque confiance. Comment donc expliquer cette assertion magistrale de Royer, qui posait en principe « qu'il faut reléguer les faits relatifs à la valeur des engrais dans la comptabilité de prévision, c'est-à-dire dans les budgets, et les exclure absolument des livres positifs, dont ils peuvent arbitrairement, et sans aucun fondement, au gré du comptable, faire varier les résultats, et même les dénaturer complétement » (1)? Nous n'avons pu nous en rendre raison que par la

(1) Royer, *Traité de comptabilité rurale*, p. 21.

situation où l'auteur s'était trouvé, dans une ferme attachée à une poste, où la litière avait une valeur vénale égale ou supérieure à celle des fumiers. C'est dans une situation analogue que M. Dailly avait pu aussi négliger de porter l'engrais en dépense à ses soles de blé, parce qu'elles formaient une paille d'une valeur équivalente.

Nous allons voir cependant que les faits agricoles nous donneront des moyens suffisants pour évaluer la valeur du fumier, et qu'il ne reste aucun prétexte pour l'omettre à l'avenir.

§ 1. — *Unité dont on doit se servir dans le compte-matière des engrais.*

On s'est servi jusqu'ici d'une grande variété d'unités pour tenir compte des engrais formés et de ceux employés dans les fermes. Ici on a calculé par pieds ou mètres cubes; Thaër les indiquait par voitures de 2,000 livres de Berlin (9,400 kilog.); ailleurs les voitures varient de dimensions; en Provence, on calcule par charrettes à trois colliers, qui portent 26,000 kilog. de fumier. Les chariots de Mathieu de Dombasle étaient comptés pour 500 kilog. pesant. Dans les environs de Paris, on parle de fumerons, ou petits tas de fumier pesant chacun 575 kil. (environ un demi-mètre cube).

S'il n'y avait entre toutes ces unités que la différence qui résulte de celle des poids et mesures, on pourrait facilement s'entendre, et on les réduirait toutes à une seule unité au moyen du plus simple calcul; mais les différences sont autrement radicales et importantes. Quand nous transportons, dans le Midi, une voiture de fumier de 26,000 kilog., et que ce fumier n'a que 0,61 d'eau, nous portons l'équivalent de 34,000 kilog. du fumier normal des fermes du Nord, ayant 0,80 d'eau. Ce n'est pas tout encore. Si nous transportons du fumier de cheval, n'ayant que 0,49 d'humidité, et du fumier de vache, qui en ait 0,81, en leur supposant

la même valeur intrinsèque à l'état sec, 100 kil. du second ne feront l'effet que de 60 kil. du premier. Comment leur attribuer le même prix dans les comptes de deux soles de blé? Devra-t-on s'attendre à ce que leurs récoltes soient également bonnes, et ne se trompera-t-on pas en portant les mêmes dépenses sur toutes les deux?

Mais il y a plus encore. 100 kilog. de fumier de cheval doseront 0,63 kil. d'azote, et 100 kilog. de fumier de vache ne doseront que 0,23 kil. d'azote. Ainsi, ce ne serait pas assez que de tenir compte de leur humidité relative pour balancer leur valeur ; car 100 kilog. de fumier de vache ne produiront que l'effet de 36,5 kil. de celui de cheval.

Ainsi, soit que l'on se serve de plusieurs espèces de fumiers ayant des degrés différents d'humidité, ou des degrés différents de richesse, on est exposé à commettre des erreurs qui ne permettent plus de rendre les comptes des cultures et ceux des produits animaux comparables entre eux.

Ces mêmes comptes ne seront pas moins erronés d'une année à l'autre, d'une saison à l'autre, selon que le fumier sera plus ou moins humide, ou que le bétail aura été mieux ou moins bien nourri.

Mais, ainsi que nous l'avons fait observer souvent, comme, parmi les éléments qui composent les engrais, l'azote est le plus cher, le plus difficile à suppléer, c'est aussi lui qui constitue sa principale valeur, et qui doit être pris pour l'unité représentant celle de l'engrais. Tout compte qui aura la prétention d'être régulièrement tenu comptera donc les kilogrammes d'azote recueillis et employés, et non des quantités de fumier qui n'ont rien de comparable; car ils peuvent consister en eau, en terre, et contenir des quantités variables d'urine, de fèces, de détritus végétaux.

La difficulté paraît être de rendre cette méthode applicable pour le plus grand nombre ; elle ne nous paraît pas insurmontable, et nous allons exposer deux méthodes, l'une rigoureuse, l'autre approximative, qui conduiront au but.

§ 2. — *Méthode rigoureuse d'appréciation de l'unité de compte des engrais.*

Cette méthode consiste dans l'analyse directe de l'engrais et dans l'application à cette unité de l'unité monétaire qui représente sa valeur actuelle.

On prend plusieurs portions d'une masse de fumier dans les différentes parties de cette masse; on les mêle bien ensemble et on les pulvérise. La pulvérisation sert à mélanger encore mieux les parties prises sur les différents points. Alors on pratique l'analyse, et l'on détermine la teneur de l'azote sur un ou plusieurs lots de la poudre dans son état normal d'humidité. On dessèche ensuite un lot de même poids de cette poudre. On a ainsi : 1° la quantité d'eau et la quantité de matière sèche contenues dans l'engrais à l'état normal et celui contenu dans l'engrais à l'état sec; 2° la quantité d'azote contenue dans l'engrais à l'état normal et à l'état sec.

On détermine ensuite la quantité de potasse, de soude, de chaux, d'acide phosphorique, contenue dans l'engrais, par les moyens ordinaires.

Pour déterminer maintenant la valeur d'un kilogramme d'azote, partirons-nous de cette observation que, dans l'emploi des engrais lents, tels que les fumiers d'étable, l'évaporation, l'infiltration, l'absorption, font disparaître le quart environ de la force naturelle des engrais? Il en résulterait que, 100 kil. de blé dosant avec sa paille 2,62 kil. d'azote, 1 kil. d'azote devrait produire sans déperdition 38,168 kil. de blé, et qu'il n'en produira réellement que 28,626 kil. Si donc on prenait, pour la valeur de l'azote, le résultat qu'on en obtient dans cette culture, et en supposant le prix du blé de 25 fr. les 100 kil., le prix du kilogramme d'azote serait de 6 fr. 58 c., et celui de 100 kilog. de fumier de ferme, dosant 0,40 d'azote et produisant 11,45 kil. de blé, de 2 fr. 63 c. Il y aurait ensuite à déduire de ce prix la manutention et les charrois, et ce qu'il faudrait ajouter au fumier

pour que chaque kilogramme d'azote fût accompagné de :

Potasse ou soude.	1,72 kil.
Acide sulfurique.	0,14
Acide phosphorique. . . .	1,326
Chaux.	1,139

Mais, si nous prenions une telle base, il y aurait une vraie duperie à faire des engrais ; car, en enfouissant tout simplement du fourrage dosant 1,15 kil. pour 100, et qui coûterait 4 fr. les 100 kil., on aurait de l'azote à 3 fr. 40 c., c'est-à-dire à près de moitié meilleur marché. Le prix du fourrage nous semble donc établir un niveau dont on ne doit pas s'écarter. Ayant le dosage du foin, le prix du foin, et par conséquent celui de son azote, c'est ce prix que l'on doit appliquer à l'azote des fumiers, rendus dans la ferme.

Mais où prendre ce prix du fourrage? Sera-ce dans les villes, où son emploi pour les attelages de luxe et les frais divers dont il est chargé l'enchérissent beaucoup? Sera-ce sur les grandes lignes de communication, où les entreprises de transport peuvent le payer à un prix élevé, et où, d'ailleurs, la consommation excède la production des lieux les plus rapprochés et amène les fourrages de lieux plus éloignés? nous pensons qu'il faut le chercher dans les consommations rurales, productives et réalisables, telles que celles des animaux à l'engrais, ou celles des laiteries éloignées des villes, et qui ne peuvent vendre leur lait à ce prix de monopole que crée la consommation de luxe.

Nous savons que 17 kil. 7 de foin dosant 1,15 p. 0/0, c'est-à-dire, la quantité de foin contenant 0 kil. 205 d'azote, produisent 1 kil. de chair; le prix des animaux conduits sur le marché contient tous les frais qui ont été faits pour les obtenir ; ainsi le prix de 1 kil. de chair vivante représente réellement pour le cultivateur le prix de revient de 0 kil. 203 d'azote. Si ce prix est de 0 fr. 40 cent., celui du kil. d'azote du fourrage et par conséquent de celui de l'engrais, sera de 1 fr. 97 cent.

Nous savons qu'un litre de lait est produit par 2^{k},524 de foin normal, et qu'il faut joindre à cette dépense une valeur à peu près égale qui représente l'intérêt et l'assurance de la valeur du bétail, son logement, sa garde et autres menus frais. Ainsi la valeur du litre de lait est donc égale à 4^{k},648 de foin normal ; si le litre de lait ressort au prix de 10 c., 100 kil. de foin vaudront 2 fr. 15 c., et comme ce foin dose 1,15 p. % d'azote, le kilog. d'azote vaudra 1 fr. 87 c. (1).

Ainsi 1° connaître la teneur de l'engrais en azote; 2° connaître la teneur du fourrage en azote; 3° connaître le prix d'un kil. de chair vivante d'animal propre à la boucherie, ou le prix d'un litre de lait; 4° diviser le prix d'un kil. de chair par 0,203 ou celui de 100 litres de lait par 0,0534, selon l'emploi le plus général que l'on fait du fourrage, tels sont les moyens par lesquels on parvient à déterminer le prix de l'azote de l'engrais, tel qu'on le portera sans erreur sur les comptes du Domaine.

§ 3.—*Méthode approchée pour apprécier la valeur des engrais.*

Toutes les difficultés de la méthode rigoureuse consiste dans les analyses à faire de l'engrais et du fourrage. Les moyens d'analyse deviennent chaque jour plus faciles, et l'habitude des manipulations chimiques plus répandue. Il faut espérer que le temps n'est pas loin où tous les régisseurs habiles sauront faire ces opérations qui donnent tant de certitude à la comptabilité et aux spéculations agricoles; mais en attendant cette époque, ceux qui voudront s'en dispenser devront avoir recours aux résultats moyens déjà donnés par les analyses que nous possédons.

La méthode que l'on suivra alors consiste à connaître la quantité des différents aliments consommés par le bétail et des litières qui leur sont fournies, à les réduire à l'état sec par le calcul, à multiplier chacun d'eux par sa teneur en

(1) Voyez tome IV, p. 365 et suiv.

azote; ensuite à savoir le poids total du fumier préparé, ce que l'on trouve en pesant un mètre cube de fumier et cubant ensuite le tas de fumier. Alors en soustrayant de ce poids celui des aliments et des litières à l'état sec, on a la quantité d'eau que contient le fumier; en divisant la somme de l'azote diminuée des déperditions faites par le bétail, par le poids des aliments secs on a la teneur en azote à l'état sec; et en la divisant par le poids du fumier, on a la teneur en azote à l'état humide. Un exemple rendra cette méthode familière. Les *Annales de Grignon* (1) nous donnent pour l'année de 1837 à 1838 les consommations des animaux et la quantité d'engrais recueilli. Voici les résultats de nos calculs appliqués à cette exploitation :

Chevaux, 5,986 *journées.*

	Fourrages fournis à l'état normal.	Teneur en matière sèche.	Fourrages réduits à l'état sec.	Azote.
	kil.		kil.	kil.
Pommes de terre.	18,216	0,23	4,189,68	62,84
Carottes	12,146	0,12	1,457,52	34,98
Fourrages verts. .	16,207	0,25	4,052,00	54,30
Fourrages secs. .	27,764	0,88	24,432,76	327,38
Paille.	61,920	0,915	56,656,80	216,72
Avoine.	33,285	0,876	28,957,66	637,07
Farine.	62	0,87	53,94	1,30
Son.	88	0,862	75,86	2,10
	169,688		119,876,22	1,336,69

En retranchant des 1,334^{k}69 d'azote
L'azote de la litière. 216,72

Il reste. . 1,119,97 pour la ration de 5,986 journées.

La ration quotidienne contient donc 187 grammes d'azote, et les chevaux doivent peser en moyenne 421 kil. Ils travaillent 251 jours par an.

Fumier obtenu par M. Bella : 128,872 kil.

(1) 9e livraison, p. 46 et suiv.

Les chevaux ont consommé 119,876 de fourrage,
moins 56,656 de litière, ou. . . . . 63,220 kil.
Ce poids se réduit par la digestion aux 0,544, ce
qui donne. 34,392
Mais ils travaillent 6,32 heures par jour selon le tableau de M. Bella; ils perdent ainsi les 0,263 de
leurs déjections, ce qui réduit le poids des matières
sèches aux 0,737 ou à. 25,347
A quoi il faut ajouter le poids de la litière 56,656

Matière sèche du fumier. . . . 82,003

Les 1,337 kil. d'azote des fourrages se réduisent aux
0,83 de leur poids par la digestion, il reste 1,100
Ils se réduisent en outre à 0,737 par le travail, ci. . . 818
L'eau contenue dans le fumier est égale au poids de
ce fumier. 128,872
Moins le poids de la matière sèche. 82,003

Eau. 46,869

Ou les 0,363 de la masse.

Le fumier à l'état sec dose en azote $\frac{81800}{82003} = 0{,}99$ p. 0/0 et à l'état humide $\frac{81800}{128872} = 0{,}63$.

Bœufs, 7,409 *jours*.

	Fourrages à l'état normal. kil.	Teneur en matière sèche.	Fourrages réduits à l'état sec. kil.	Azote. kil.
Pommes de terre.	115,052	0,23	26,461,96	396,91
Betteraves	6,068	0,122	740,30	12,58
Fourrages verts. .	94,510	0,25	23,627,50	316,60
Fourrages secs . .	59,675	0,88	55,514,00	703,69
Paille.	74,568	0,915	68,229,72	361,62
Avoine	3,500	0,876	3,066,00	67,45
Farine	2,022	0,87	1,759,14	45,74
Tourteaux de lin .	926	0,914	846,30	50,78
	356,321		177,244,92	1,955,37

kil.
En retranchant de. . . . . 1,955,27 d'azote
l'azote de la paille pour litière. 361,62

Il reste. . . . 1,593,65 pour 7,409 journées.

La ration quotidienne moyenne est ainsi de 215,1 gram.

Le poids moyen des bœufs doit être de 482 kilogr.
Ils travaillent 228 jours par an.
M. Bella a recueilli 208,530 kil de fumier.

Les bœufs ont consommé 177,245 kil. de fourrages à l'état sec, moins 68,230 de litière : reste pour la consommation. . . . . 109,015 kil.
Qui se réduisent aux 0,544 de leur poids par la digestion : reste dans les fumiers. 59,378
Mais ils travaillent 5,42 heures par jour, ou le 0,226 de la journée, il ne reste donc que 0,774 de la quantité ci-dessus 45,959
A quoi il faut ajouter le poids de la litière. 68,230

Matière sèche du fumier. 114,189
Les 1,955,37 k. d'azote de l'engrais éprouvent une réduction de 0,83 par la digestion, et se réduisent à 1,623
Ils se réduisent encore aux 0,774 pendant le travail : reste dans le fumier 1,256

L'eau du fumier est égale à 208,530 kil. — 114,189 = 94,341 kil., ou les 0,45 de la masse.

L'engrais à l'état sec dose en azote $\frac{125\,600}{114\,189}$ = 1,01 p. %, et à l'état humide $\frac{125\,600}{208\,530}$ = 0,66.

Génisses, 16,245 *journées.*

	Fourrages à l'état normal. kil.	Teneur en matière sèche.	Fourrages réduits à l'état sec. kil.	Azote. kil.
Pommes de terre. . . .	21,321	0,23	4,903,83	73,54
Betteraves	79,122	0,122	9,652,88	164,10
Topinambours	910	0,208	189,28	3,02
Résidus de pommes de t.	24.250	0,27	2,481,00	48,44
Fourrages verts. . . .	249 265	0.25	65,920,00	883,33
Fourrages secs.	45.331	0,88	43,540,64	583,44
Paille.	130.944	0.915	116,541,72	419.55
Farine	319	0,87	277,53	7.20
	551,462		243,506,88	2,182,62

kil

Si de. . . . . 2,182.62 on retranche l'azote de la paille pour litière. 419,55

Il reste. . . . 1,763,07 pour la ration de 16,245 journées.

La ration quotidienne moyenne est ainsi de 108,5 gram.
Le poids moyen des génisses doit être 243 kil.
M. Bella a recuilli 467,250 kil. de fumier.

Réduction du fourrage à l'état sec dans les excréments aux 0,544 de son poids	132,467 k.	81
Addition de 0,456 du poids de la paille, qui ne doit pas être comprise dans la réduction.	53,141	70
Matière sèche du fumier. . . .	185,609	51
Les 1,763 kil. 62 d'azote des aliments se réduisent dans les excréments aux 0,83 de leur poids, ci.. .	1,463	80
Plus l'azote de la litière.	419	55
	1,883	35
Il faut en déduire pour 50 kil. de chair d'accroissement par tête, soit pour 45 têtes ou 2,250 kil. de chair dosant 3,47 kil. p. °/₀ (1), ci.	78	
Il reste.	1,805	35

Le fumier contient en eau 467,250 kil. — 185,609 = 281,641 d'eau, ou 0,60 de la masse.

Il dose en azote à l'état sec $\frac{180}{185}\frac{535}{609} = 0{,}97$, et à l'état humide $\frac{1805\ 35}{467\ 250} = 0{,}386$.

Vaches, 12,151 *journées*.

	Fourrages à l'état normal. kil.	Teneur en matière sèche.	Fourrages réduits à l'état sec. kil.	Azote. kil.
Pommes de terre	21,410	0,23	4,924,30	73,86
Betteraves	75,779	0,122	9,245,04	157,16
Carottes	3,250	0,12	390,00	9,36
Topinambours	910	0,208	189,28	3,02
Fourrages verts.	263,680	0,25	65,920,00	883,33
Fourrages secs.	49,478	0,88	43,540,64	583,44
Résidus de pommes de t.	9,200	0,27	2,484,00	48,44
Paille.	127,368	0,915	116,541,72	419,55
Farine	1,354	0,87	1,177,98	35,20
	552,429		244,412,96	2,213,36

(1) Boussingault, t. II, p. 627.

	kil.	
Si des.	2,213,36	d'azote on retranche pour la
paille de la litière.	419,55	
Il reste.	1,793,81	d'azote pour 12,151 journées.

La ration quotidienne moyenne des vaches est donc de 147,6 grammes d'azote.

Leur poids moyen doit être de 531 kil.

M. Bella a recueilli 504,244 kil. de fumier.

Réduction du fourrage sec aux 0,544 de son poids, ci.	128,966	kil.
Plus les 0,456 du poids des litières qui ne doivent pas être réduites.	53,142	
Matière sèche du fumier. . .	182,108	
Les 1,793,81 d'azote des aliments se réduisent aux 0,83 de leur poids, ci	1488,86	
Plus l'azote de la paille.	419,55	
	1908,41	
Il faut en déduire encore pour 84,179 litres de lait à 0,57 d'azote pour °/₀ et l'azote de 27,135 litres pour l'allaitement des veaux	678	»
Il reste dans les fumiers. . . .	1230,41	

Le fumier contient en eau 504,244 kil.—182,108 kil.= 322,156 kil, ou 0,63 de son poids total.

Il dose en azote à l'état sec $\frac{123041}{182108}$=0,67 p. 0/0 et à l'état humide $\frac{123040}{504244}$=0,24 p. 0/0.

Porcs, 25,550 *journées.*

	Fourrages à l'état normal. kil.	Teneur en matière sèche.	Fourrages réduits à l'état sec. kil.	Azote. kil.
Pommes de terre.	41,921	0,23	9,641,83	144,63
Betteraves	10,366	0,122	1,264,65	21,50
Carottes	1,300	0,22	156,00	3,74
Fourrages verts. .	5,830	0,25	1,166,00	15,63
Paille.	26,028	0,915	24,547,62	88,37
Farine	9,001	0,87	7,290,87	189,56
Son.	30	0,862	25,86	0,72
Lait.	77	0,133	9,24	0,05
Petit-lait	13,992	0,068	(Payen) 951.47	133,00
	108,545		45,053,53	597,20

	kil.	
Si de	597,20	d'azote on retranche celui
de la litière. .	88,37	
Il reste	508,83	d'azote pour 25,550 journées.

La ration moyenne quotidienne des porcs est donc de 19 gr. Leur poids moyen est de 42 kil.; ils parviennent au poids de 133 kil.

On a recueilli 102,266 kil. de fumier.

Les porcs ont consommé 45,053 kil. de fourrages à l'état sec, moins 24,547 kil. de litière, ci.	20,506	kil.
Qui se réduisent par la digestion aux 0,544 de leur poids, ci	11,155	
Auxquels il faut ajouter le poids de la litière sèche.	24,547	
Matière sèche du fumier.	35,702	
Les 509 kil. d'azote servant à la nourriture se réduisent aux 0,83 de leur poids par la digestion, ci.	422,47	
Les animaux qui croissent fixent environ les 0,07 de l'azote de leur nourriture, ci.	28,14	
Reste.	394,33	
Azote de la litière.	88,37	
Azote de l'engrais	482,70	

Le fumier contient une quantité d'eau égale 102,266 kil. —35,702=66,562 kil. ou les 0,65 de la masse.

Le fumier dose en azote à l'état sec $\frac{48270}{35702}$=1,352 p. 0/0, et à l'état humide $\frac{48270}{102266}$=0,47 p. 0/0.

Bêtes à laines, 323,980 *journées*.

	Fourrages à l'état normal. kil.	Teneur en matière sèche.	Fourrages réduits à l'état sec. kil.	Azote. kil.
Pommes de terre.	103,102	0,23	23,713,46	355,69
Betteraves	83,245	0,122	10,156,26	172,65
Fourrages verts .	43,245	0,25	10,811,25	144,87
Fourrages secs . .	174,614	0,88	153,660,03	2059,04
Pâture estimée . .	65,515	0,33	21,619,95	289,71
Paille.	100,788	0,915	92,221,00	488,77
Avoine	204	0,876	178,70	3,94
Son	1,615	0,862	1,392,13	38,55
	572,328		313,752,78	3553,22

Si de.	3553,22 d'azote on retranche
celui de la paille.	488,77
Il reste.	3064,45 d'azote pour 323,980 journées.

La ration moyenne quotidienne d'azote est donc de 9,46 gr.

Les bêtes à laine doivent peser en moyenne 21 kil. 21.

On a recueilli.	331,144 kil. de fumier.
Plus on a parqué 1,86 hectares. Chaque mouton fait pendant les 8 heures de nuit 0,5 kil. de fumier pareil à celui-ci ; et comme il fume 2,66 m. c., il faut 7,000 nuits pour fumer 1,86 hect. ; par conséquent le produit du parquage est de. .	3,500
Total du fumier.	334,644

Les bêtes à laine ont consommé à l'état sec 313,753 kil. moins 92,221 kil. de litière, reste. . 221,532 kil.

Qui se réduisent par la digestion aux 0,544 de ce poids, ...	120,513
Auxquels il faut ajouter le poids de la litière. . . .	92,221
Matière sèche du fumier.	212,734

Les 3064,45 kil. de l'azote des fourrages se réduisent par la digestion à 0,83 de ce poids, ci. . .	2543,12
Auxquels il faut ajouter l'azote de la paille.	488,77
Total.	3031,89

On a obtenu 1527 k. 35 de laine dosant 17 %, ci.	kil. 259,65 d'azote	474,13 k. à soustraire de l'azote de l'engrais.	474,13
L'accroissement de la chair a fixé 0,07 de l'azote de la nourriture. .	214,48		
Azote du fumier.			2557,76

L'eau contenue dans le fumier est de 331,144 kil.— 212,734=118,410 ou les 0,56 du poids total.

Le fumier dose en azote à l'état sec $\frac{255776}{212734} = 1,202$, et à l'état humide $\frac{255776}{334644} = 0,76$ p. 0/0.

Volailles, 77,785 *journées*.

	Poids des aliments à l'état normal. kil.	Teneur en matière solide.	Aliments réduits à l'état sec. kil.	Azote. kil.
Pommes de terre.	720	0,23	165,60	2,48
Paille.	750	0,915	686,25	2,47
Criblures d'avoine	150	0,876	131,40	2,89
Orge.	625	0,868	542,50	10,95
Petit blé	1,228	0,850	1,049,94	24,15
Millet.	112	0,868	97,44	1,95
Farine	129	0,87	112,23	2,91
Lait	134	0,133	16,08	0,09
	3,848		2,801,44	47,89

kil.

Si de. . . . . 47,89 d'azote on retranche le poids de l'azote de la litière . . 2,47

Il reste. . . . . 45,42 d'azote pour 77,785 journées.

La ration moyenne serait ainsi de 0,58 gram.. Or, pour une volaille du poids moyen de 0,75 kil., elle doit être de 1,68 gram. d'azote. Ainsi la volaille consomme, outre la nourriture donnée, 0,95 gram. d'azote dans la nourriture qu'elle trouve au dehors, ou les 0,555 de la nourriture totale; nous supposons d'ailleurs ce surplus d'azote perdu pour les engrais, dans les courses de la volaille.

On a recueilli 9,131 kil. de fumier.

La consommation à l'état sec a été de 2,801,44 kil.
d'aliments, moins 686,25 kil. de litière; reste. . 2,115,19 kil.

Ces aliments se réduisent par la digestion aux 0,544
de leur poids; ci. 1,150,56
Auxquels il faut ajouter le poids de la litière. . . . 686,25

Matière sèche du fumier. 1,836,81

Les 45,42 kilog. d'azote des aliments se réduisent aux
0,83 par la digestion; ci.. 37,70
faut ajouter l'azote de la litière. 2,47

40,17

Il faut retrancher : 1° pour 10,733 œufs ou 536,5 kil. d'œufs dosant 1,99 d'azote p. 100, ou en totalité 10,68 kil., dont la moitié attribuée à la nourriture donnée, ci. . . . . 5,34 kil.
2° Pour accroissement 7 p. % de la nourriture. 3,17 } 8,51

Reste azote. 31,66

L'eau contenue dans le fumier est égale à 9131—1837= 7294 ou les 0,79 de la masse.

Le fumier dose en azote à l'état sec $\frac{3160\times100}{183681}$=1,72 p. 0/0; à l'état humide $\frac{3160}{9131}$=0,32.

Récapitulation.

	Poids des aliments à l'état normal. kil.	Aliments à l'état sec. kil.	Azote des aliments. kil.	Poids du fumier recueilli. kil.	Matière sèche du fumier. kil.	Eau du fumier. kil.	Azote du fumier. kil.
Chevaux...	169,688	119,876,22	1,336,69	128,872	82,003	46,869	818
Bœufs.....	356,321	177,244,92	1,955,37	208,530	114,189	94,341	1,256
Génisses...	551,462	243,506,88	2,182,62	467,250	185,609	281,541	1,883
Vaches....	552,429	244,412,96	2,213,36	504,244	182,108	322,136	1,230
Porcs.....	108,545	45,053,53	597,20	102,266	35,702	66,562	485
Bêtes à laine	572,328	313,752,78	3,553,22	331,144	212,734	118,410	2,558
Volailles...	3,848	2,801,44	47,89	9,131	1,836	7,294	32
	2,514,621	1,146,648,73	11,886,35	1,751,437	814,181	937,253	8,260

1° Le poids du fumier recueilli est les 0,76 du poids des aliments frais joints à la litière et les 1,53 de celui des aliments à l'état complétement sec; quand il retient 0,53 d'eau, et en supposant même qu'il eût 0,80 d'eau comme le fumier normal de ferme, il ne pèserait encore que 1,13 fois le poids de l'aliment frais et des litières. On commettrait donc une erreur capitale en doublant le poids de ces substances pour évaluer celui des fumiers.

2° Ce fumier contient 0,53 d'eau dans l'état où il sort des étables. Si après avoir été arrosé il en contient 0,80 comme le fumier normal de ferme, son poids augmente et il pèse alors 2,681,414 kil,, ce qui représente 682 voitures à trois chevaux, portant 3933 kil. de fumier chacune.

3° Il dose à l'état complétement sec 1,014 p. 0/0 d'azote; dans son état d'humidité en sortant des étables 0,472 p. 0/0, et au degré d'humidité normal des fumiers de ferme 0,308 p. 0/0.

Ce résultat de notre examen est confirmé par l'analyse chimique que nous avons faite des fumiers de Grignon. M. Philippar nous en procurait chaque année un échantillon pris au centre du tas; et le résultat a été de lui trouver de 1,07 à 1,08 p. 0/0 d'azote à l'état complétement sec. On voit donc que cette méthode ne nous éloignerait pas de la vérité.

Si l'on considère Paris, qui est à 39 kilomètres de Grignon, comme le grand marché des engrais et que l'on puisse y acheter du fumier dosant 0,30 d'azote au prix de 0 fr. 40 c. les 100 kil., il faudra y ajouter 20 cent. pour frais de transport, ce qui mettra le fumier à 0,60 et le kil. d'azote à 2 fr. Les fumerons de Grignon de 375 kil. dosant à l'état de fumier humide $1^{kil.},155$ d'azote, vaudraient 2 fr. 31 cent. Il était donc très-juste que M. Bella pût les compter au moins à 2 fr.

Grignon, cultivant 282 hectares de terre, n'a que 29 kil. d'azote par hectare pour un système continu : ce n'est guère que les 2/3 des engrais qui lui seraient nécessaires dans le système que l'on y suit, pour parvenir au maximum du produit avec le minimum de travail.

§ 4. — *Autre méthode plus abrégée pour apprécier la valeur des engrais.*

La méthode que nous venons d'indiquer sera trouvée encore trop difficile par le plus grand nombre des cultivateurs. Elle est basée sur la connaissance exacte des fourrages employés, et de la quantité de fumier recueilli. Certainement, l'analyse chimique est moins pénible et moins assujettissante, et tout homme de bon sens préférera se faire initier à ses

manipulations, plutôt que de se livrer à des calculs assez minutieux, mais que les modèles que nous venons d'offrir rendent d'une exécution plus facile. Mais il reste encore une masse très-nombreuse de praticiens qui reculeront devant l'une et l'autre nécessité, et c'est pour eux que nous allons exposer une méthode encore plus simple, mais aussi moins exacte pour parvenir à déterminer le poids de l'azote des engrais qui devra figurer dans le livre de compte.

Ce moyen n'est autre que l'application des tables que nous avons données plus haut (pag. 455) pour apprécier les engrais d'une ferme. Nous avons d'après les états cités dans la section II de ce chapitre, tous les animaux étant pourvus de litière :

	Fumier sec.	Azote.
16,5 chevaux pesant chacun 421 kil., ou en total 6,946 kil., travaillant 6,32 heures par jour et par conséquent ne produisant que les 0,737 de l'engrais consommé. . .	56,459 kil.	688,87
21 bœufs pesant chacun 482 kil., en totalité 10,122, kil., travaillant 5,42 heures par jour moyen, et ne produisant que les 0,774 de leur engrais	92.446	1,127,72
45 génisses pesant chacune 243 kil., en totalité 10,935 kil.	185,895	1,858,95
34 vaches pesant chacune 331 kil., en totalité 11,254 kil.	180,064	1,226,69
70 porcs pesant chacun 42 kil., en totalité 2,940 kil..	49,980	499,80
888 bêtes à laine pesant chacune 21,21 kil., en totalité 18,834 kil. (nous supposons ⅓ brebis, ⅓ agneau, ou bélier, ou mouton)	310,761	2,617,93
	875,605	8,019,96

La différence sur l'azote trouvé par cette méthode et celui trouvé par la méthode détaillée n'est que de 8269 — 8049 = 220 kil., ou de 3 centièmes seulement.

Voilà donc un moyen passablement exact, à la portée de tout le monde et qui ne permettra à personne de prétendre

qu'il soit difficile d'évaluer l'azote de l'engrais d'une ferme, et de le considérer comme l'unité qui doit figurer dans les comptes de l'engrais. Si l'on y ajoute les moyens que nous avons indiqués, pour déterminer la valeur numéraire, on verra que les livres peuvent être immédiatement chargés en recette et dépense de l'engrais employé dans le domaine ; il ne s'agit pour cela, après avoir déterminé la quantité d'azote contenue dans un tas de fumier, d'après le nombre des journées des différents animaux existant dans la ferme pendant sa confection, que d'en créditer leur compte; on cube ensuite le fumier et on divise la somme de l'azote par le nombre des mètres cubes. On passe au débit de chaque culture le nombre de kilogrammes d'azote contenus dans les mètres cubes qu'elles reçoivent, et le prix de cet azote.

§ 5.—*Clôture des comptes des cultures relativement à l'engrais.*

Quand on fume chaque récolte en lui attribuant exactement la quantité d'engrais qu'elle peut consommer dans un terrain et un climat donnés, le compte de la récolte se clôt sans reporter aucun reste d'engrais aux années suivantes; mais quand on fume avec une quantité surabondante d'engrais qui doit servir à plusieurs récoltes, il y aurait de l'inexactitude à faire supporter à la récolte pendante l'engrais qui doit profiter à celle qui doit suivre.

L'expérience en grand ne nous permet pas d'admettre que l'influence du fumier de ferme dure plus de trois ans. En effet, dans l'assolement biennal les terres se maintiennent au même niveau en faisant deux récoltes consécutives et une année de jachère; dans l'assolement biennal, on fume tous les quatre ans en prélevant également deux récoltes; mais comme la première récolte profite de tout l'engrais sur lequel elle prélève les 0,50; que la seconde récolte n'agit plus que sur les 0,70 de l'engrais restant, on portera au

débit de la première récolte les 0,60 de la valeur totale de l'engrais et les 0,40 seulement au compte de la deuxième. Une plus grande exactitude reposerait sur des bases hypothétiques et trop contestables.

Si l'engrais était autre que du fumier de ferme, il faudrait avoir égard à son action plus ou moins prompte, ainsi que nous l'avons indiqué ailleurs (1).

Mais quand il s'agit d'une récolte améliorante, il y a d'autres règles à suivre. Ainsi la luzerne, le trèfle abandonnent à la terre des détritus que nous avons évalués par quintal métrique de foin sec récolté à 1,78 kil. d'azote pour la luzerne, de 1 kil. d'azote pour le trèfle, etc. Ainsi en portant au compte de la sole de luzerne ou de trèfle tout l'engrais qui lui a été fourni, on mettra à sa décharge 1 kil. 78 d'azote pour la luzerne, 1 kil. pour le trèfle. Nous donnons ici un exemple du compte d'un trèfle.

Doit		*Avoir.*	
Culture.	10f80	6,000 kil. de foin.	240 fr.
Graine	44,00	Porté à compte	
Engrais les 0,4 de 100 kil. d'azote		nouveau 60 kil.	
fourni au blé, ou 40 k. à 2 f. le k.	80,00	d'azote à 2 fr.	
3 fauchages.	58,00	le kil..	120
Bénéfice pour solde.	167,20		
	360,00		360

Si l'on ne tenait pas compte de la bonification apportée à la terre par le trèfle, ni du fumier restant de celui dont avait joui le blé précédent, le compte se balancerait par 112 fr. 80 de dépense et 240 fr. de recette; bénéfice 127 fr. 20, et le blé qui suivrait jouirait gratuitement d'un engrais valant 120 fr. C'est ainsi que les comptes de fourrages sont souvent accusés de causer de la perte ou peu de bénéfice, et que ceux des céréales profitent de cette perte.

(1) Tome III, p. 420.

Les comptes agricoles ne seront exacts que quand l'engrais y sera porté à sa valeur au débit et au crédit.

SECTION IV. — *De l'ouverture des comptes de culture.*

Quand on veut ouvrir le compte d'une sole, d'une culture ou d'un champ, et que l'on veut obtenir des résultats exacts, il faut d'abord porter au débit de ce terrain la fertilité initiale qui est portée au crédit du capital ou inventaire. Cette fertilité initiale ne peut être déterminée que par le produit des dernières récoltes. Ainsi le blé puisant en moyenne dans la terre les 0,50 du pouvoir de l'engrais, si nous avons obtenu une récolte de 1000 kil. de blé dosant 26,20 kil. d'azote, nous savons que la terre possédait avant la récolte 87,50 kil. d'azote et qu'il lui en reste 61,10 kil.; c'est l'article qui ouvre le nouveau compte. Supposons que l'année suivante ayant donné une nouvelle dose de 26,20 kil. d'engrais, nous n'obtenions, par des circonstances atmosphériques, que 900 kil. de blé dosant 23,58 kil. de blé, ce qui indiquerait seulement 78,60 kil. d'azote en terre, il y aurait eu une perte au moins apparente de 87,50—78,60=8,70 k. que l'on porte au débit de la récolte, de même que s'il y avait une bonne récolte et qu'il y eût un gain apparent, on le porterait au crédit. Après quelques années de variations qui se balancent, le chiffre de l'aliquote qui est variable selon les climats et les saisons se rectifie, et finit par former une moyenne qui rend ces variations moins considérables.

§ 1. — *Compte d'une culture de froment.*

Pour apprécier les modifications que cette méthode apporte dans les résultats des comptes, nous présentons ici le compte des froments d'hiver, de Grignon, pour 1831, tiré de l'extrait lithographié des comptes de cet établissement, folio 19.

FROMENT D'HIVER SUR 126 ARPENTS 70 PERCHES (36,68 HECT.).

Doit.			*Avoir.*	
(1) Fumure, 3,134 fumerons à 2 fr.	6,268f22		Récolte de 308,96	
Frais de labours.	2,473,61		hectol. froment blanc	
Semences	2,610,00		à 20 fr. et 747,46 hec-	
Frais de moisson.	2,425,52	9,948,03	tolitres de froment	
Main-d'œuvre	82,15		rouge . .	21,128f40
Entretien du mobilier	74,47		17,076	
Frais généraux.	1,432,14		bottes de	
Rente	850,14		paille. . .	3,073,68
Bénéfice.	7,985,81			
	24,202,06			24,202,08

Voici maintenant comment nous établissons ce compte : Une récolte de 1056,42 hectolitres pèse 80288 kil., et dose 2063,54 kilog. d'azote, ce qui avec l'aliquote de 0,30 suppose une fertilité de 6678,48 kil. d'azote; la fumure en a donné 3619,77 kil.; il y avait donc en terre, au moment du début, une fertilité équivalant à 3058,71 d'azote. Après la récolte il restait en terre 6678—2063=4615 kil. d'azote. D'après ces données on a :

Doit.	fr.	*Avoir*	fr.
Capital : fertilité ancienne 3,058,71 k. d'azote à 1 f. 73.	5,291,56	Récolte comme dessus	24,202,08
Fumiers : fumure nouvelle 3,619,77 kil. d'azote. . . .	6,261,26	A-compte nouveau 4,615 k. d'azote. . . .	7,983,95
Culture, etc. : culture et frais divers comme dessus. . . .	9,948,03		
Profits et pertes : bénéfice. .	10,685,18		
	32,186,03		32,186,03

Le bénéfice de cette culture a été bien plus considérable qu'il ne paraissait, mais il est évident que si l'on ne tient

(1) Dans ce compte, les fumerons de 375 kil. de fumier ne sont portés qu'à 1 fr., mais M. Bella a reconnu depuis qu'il fallait les porter à 2 fr., nous corrigeons le compte sous ce rapport. Le fumeron dose 1,155 kil. d'azote. Ainsi le kilogramme d'azote a une valeur de 1 fr. 73 c.

pas compte de l'accroissement de fertilité obtenue, on la traite défavorablement, et on s'expose à juger trop favorablement la culture qui la suivra.

§ 2. — *Compte des cultures perennes.*

Les cultures perennes, telles que celles des arbres, ou même des prairies permanentes ou temporaires, et de plusieurs autres plantes, la garance, le houblon, etc., exigent des frais d'établissement qui ne se répètent pas annuellement. On ne peut pas les porter au compte de la première année où elles sont faites, attendu que cette année ne donne pas encore de produits, et que ceux-ci ne sont que successifs. Il faut encore imiter ici ce que l'on fait dans les établissements industriels, accumuler les dépenses faites jusqu'à ce que l'entreprise commence à donner des produits, et les considérer comme un capital qui doit s'amortir graduellement pendant la durée de la culture, de manière qu'au moment où on la remplace par une autre, les dépenses primitives se trouvent soldées.

Soit un hectare de luzerne dont l'établissement aura coûté 561 fr. et qui devra durer cinq ans ; cette somme, grossie des intérêts à 10 p. 100, deviendra celle de 729 fr. 30 cent., qui, divisée par 5, nous donne 145 fr. 86 cent. à imputer au compte de chaque année (1).

Nous avons donné un exemple semblable pour les plantations de mûriers (2).

(1) Pour trouver la somme à amortir, on fait usage de la formule suivante : A étant cette somme, s la somme dépensée, n le nombre des années de durée, r l'intérêt de 1 franc; a étant égal à $\frac{s}{n}$, nous avons :

$$A = na + r \times (ns - \frac{n\,(n-1)}{2} a),$$

et dans le cas cité : $a = \frac{561}{5} = 112{,}20$, et la formule nous donne : $A = 5 \times 112{,}20 + 0{,}10 \times /5 \times 561 - \frac{5 \times 4}{2} \times 112{,}20) = 729$ fr. 30 c.

(2) Tome IV, p. 721 et suiv.

§ 3. — *Compte du sol.*

Si l'on ne renonce pas à tenir compte des engrais, c'est-à-dire, si l'on veut connaître les progrès ou le déclin de la fertilité du sol, le produit véritable de chaque culture, celui des bestiaux, en un mot si l'on veut tenir une comptabilité vraiment agricole, la question ne peut être douteuse, un compte doit être ouvert à chaque sole, si les terres sont assez semblables de nature, à chaque champ si elles sont de nature différente. Nous penchons même à conseiller dès l'abord ce dernier parti, car les soles ne sont jamais tellement fixes qu'elles n'éprouvent des modifications pendant le cours de l'exploitation, soit par de nouvelles coupures que l'on juge plus favorables aux travaux, soit par des changements dans l'assolement. Mais quand les soles sont aussi fixes que dans l'assolement biennal ou l'assolement triennal avec jachère, on peut éviter cette complication, qui devient au contraire indispensable pour les assolements très-morcelés; elle n'aurait d'autre but que de bien apprécier les qualités de terre très-hétérogènes entre elles, mais dans ce cas encore, la comptabilité par parcelle a son degré d'utilité.

Les comptes ouverts aux soles ou aux parcelles de terrain se soldent en les portant à un compte général de la culture qui a eu lieu sur la sole ou sur la parcelle ; ainsi, la sole A qui a porté du blé renvoie sa perte ou son gain à la *culture du blé*. C'est ainsi que l'on obtient facilement d'un côté les renseignements spéciaux sur les qualités de chaque partie du territoire, que l'on y suit les modifications de sa fertilité, et le succès qu'y obtiennent les différentes cultures. C'est ainsi que des pertes constantes sur un champ, toutes les fois que l'on y cultive du blé, par exemple, peuvent nous conduire à le distraire de l'assolement général, et à l'affecter à un autre genre de produit, chaque fois que la formule de l'assolement nous prescrirait de le semer en blé.

Telle est l'utilité qu'on retirera des comptes détaillés des parcelles; ensuite le compte général de chaque culture, qui est un résumé de tous les autres, nous fera juger de leurs résultats spéciaux. Négliger l'un ou l'autre de ces renseignements, c'est ignorer un des éléments principaux des succès agricoles, la connaissance des machines qu'on emploie à la production, l'appréciation de leur forme et de leurs aptitudes.

SECTION V. — *Compte des attelages.*

Le prix d'une journée d'attelage se trouvera maintenant avec facilité, pourvu que l'on ait relevé, chaque jour, le nombre d'heures de travail. On en fait une journée moyenne de dix heures, et comme on connaît tous les éléments de dépense et de recette, le prix de toutes les journées accomplies n'est autre chose que le solde du compte. Ainsi, nous pourrions l'établir ainsi pour une paire de chevaux :

CHEVAUX (2 TÊTES).

Doit.			*Avoir.*		
Capital : amortissement et intérêt de leur valeur de 600 f. l'un	198	fr.	Fumier dosant 129,6 k. d'azote à 1 fr. 60. .	207	36
Grenier à foin : 11,000 kil. foin à 4 fr.	440	»	Pour solde 262 journées de travail à 2 fr. 9978.	785	52
Grenier à foin : 12 hectolitr. avoine à 8 fr.	96	»			
Paille : 9,000 kil. à 0 fr. 432 les 100 kil., d'après la valeur de l'azote	38	88		992	88
Valet de ferme, 365 heures de soins et pansements. .	73	»	Les journées reviennent à 3 fr. environ, et, pour plus de facilité, on les passera à ce prix dans le compte des cultures, ce qui donnera une très-petite perte.		
Ferrure et entretien des outils (abonnement).	54	»			
Harnais, leur entretien (abonnement)	45	»			
Vétérinaire (abonnement).	6	»			
Loyer des bâtiments (capital de 700 fr. à 6 p. %). . . .	42	»			
	992	88			

On voit que la difficulté d'établir ce compte ne consistait que dans l'appréciation réelle de la valeur des engrais, et dans celle de la litière. Dès le moment que l'on consacre de la paille à faire de la litière, elle n'a plus que sa valeur intrinsèque comme fumier, et lui en donner une autre c'est condamner cette destination. Donnons, par exemple, à la paille de litière du compte ci-dessus, la valeur que l'on en trouve dans les villes, 2 à 3 fr. les 100 kil., elle vaudra 180 à 270 fr., c'est-à-dire à peu près la valeur ou plus que la valeur de tout le fumier, tandis que, employée comme engrais, elle n'équivaudra pas au 6e de cette valeur. Si on regarde comme une absolue nécessité de faire litière de la paille, même dans les lieux où on pourrait la vendre ce prix, il n'y a plus rien à dire, il faut porter au compte du bétail la paille au prix qu'on en retirerait; il doit être chargé de cette dépense d'hygiène ou de propreté, comme il est chargé des frais de pansage et de vétérinaire.

C'est sous ces deux aspects que nous voulons faire considérer cet article des comptes des bêtes de travail, et l'on conçoit maintenant pourquoi M. Dailly, notre regrettable confrère à la Société centrale d'agriculture, omettait dans ses comptes l'article engrais, comme l'article litière, ayant calculé qu'ils se balançaient chez lui l'un par l'autre.

SECTION VI. — *Compte du bétail de rente.*

Le compte du bétail de rente ne présente aucune difficulté, du moment qu'on connaît le prix de tous ses produits.

SECTION VII. — *Frais généraux.*

Sous le titre de frais généraux on comprend un plus ou moins grand nombre de dépenses qui ont un caractère commun, celui de s'appliquer à toutes les branches de l'exploitation en proportion de ses produits.

Si l'exploitation que l'on dirige a peu d'importance, il y aurait de l'affectation à trop distinguer les objets qui con-

cernent, à un degré plus ou moins grand, ses différentes parties ; on confond alors sous ce titre général les frais d'administration, ceux de l'entretien des bâtiments, les impositions et charges diverses. Seulement, s'il y a une maison de maître, son entretien ne peut être confondu avec celui des bâtiments d'exploitation, mais doit être porté en crédit au compte de propriétaire, cette jouissance devant être considérée comme une addition à la rente.

Il en est tout autrement si l'on est placé à la tête d'une grande exploitation. On s'exposerait à commettre de grandes erreurs, si l'on ne faisait pas une distinction entre tous ces articles de dépense que l'on englobe dans le compte des frais généraux; par exemple, les impositions territoriales peuvent-elles porter sur le troupeau dont le compte est chargé de la valeur du foin récolté, dans laquelle se trouvent déjà combinées ces mêmes impositions.

Ainsi, nous solderons l'intérêt du capital général par des reports sur les différents articles qui composent l'exploitation ; celui de la valeur des bâtiments d'exploitation sera soldé aussi par les différents articles qui le concernent, savoir : habitation du gérant portée aux frais généraux; greniers, magasins, remises et hangars aux comptes de culture; écuries au compte des bêtes de travail ; bergeries, vacheries au compte des animaux de rente.

Les contributions directes seront portées aux comptes particuliers des soles ou parcelles, d'après leur contenance et leur valeur établie par le cadastre. Si l'on ne tient pas de comptes ouverts aux soles ou parcelles, on les portera aux cultures diverses, d'après leur étendue relative. La nourriture des hommes ou la dépense du ménage est portée à un compte général distribué ensuite entre les comptes particuliers, selon les journées d'occupation que chaque branche de travail a exigées.

Restent les frais généraux d'administration, salaire du gérant, frais de déplacement, frais de bureau, etc., et la

meilleure manière de les répartir, c'est de les attribuer à chaque compte productif, soit cultures, soit bétail, proportionnellement au fonds de roulement qu'ils exigent, car ce fonds de roulement ou capital circulant indique le travail, l'occupation que chacune de ces branches donne à l'administration.

CHAPITRE XI.

Conservation du capital du fonds.

A quelque titre que le directeur soit placé à la tête de l'administration d'un domaine, il doit veiller à ce qu'il ne soit pas commis d'usurpation par les voisins. Il y est tenu, s'il est régisseur salarié, comme homme de confiance, substitut du propriétaire, et s'il est fermier ou métayer, par les propres termes de la loi française : « Le preneur d'un bien rural est tenu, sous peine de tous dépens, dommages et intérêts, d'avertir le propriétaire des usurpations qui peuvent être commises sur les fonds. Cet avertissement doit être donné dans le même délai que celui qui est réglé en cas d'assignation, suivant la distance des lieux (Code civil, art. 1768). » La loi romaine renferme cette obligation dans celle qu'elle impose au fermier de se conduire comme le ferait le père de famille (1).

L'administrateur doit donc veiller soigneusement à l'intégrité des limites et des bornages. Les voisins empiètent de plusieurs manières, ou par une prise de possession des parties incultes ou négligées, dont ils peuvent croire que l'on a oublié l'existence, ou par des avancements successifs des labours sur les parcelles qui les avoisinent quand le bornage n'est pas apparent. On usurpe aussi en exécutant de nouveaux fossés qui dépassent l'ancienne limite à l'avantage de celui qui les fait ; en plantant des haies à racines traçantes, comme celles d'épine-vinette, d'églantier, de prunellier, et la plupart des haies forestières que l'on tient taillées de son

(1) *Institutes*, lib. III, tit. XV, § 5.

côté, les poussant ainsi insensiblement dans le terrain de ses voisins. Enfin, les usurpations ont lieu par la direction offensive donnée aux ouvrages que l'on construit contre les torrents et les rivières, direction qui jette les eaux du côté opposé, contre les propriétés riveraines, et forme des alluvions et des accroissements du côté où elles sont construites.

Après les empiétements viennent les dégradations causées par les voisins, soit quand ils ouvrent indûment des chemins de service à travers nos propriétés; qu'ils y jettent l'écoulement de leurs eaux d'irrigation, ou qu'après avoir réuni une grande masse d'eau pluviale, abusant de l'article 640 du Code civil qui assujettit les fonds inférieurs à recevoir les eaux qui découlent naturellement du fonds supérieur, ils ne tiennent pas compte de la réserve apportée par le même article à cette servitude, quand il dit : que ces eaux y découleront sans que la main de l'homme y ait contribué, et que le propriétaire supérieur ne pourra rien faire qui aggrave la servitude du fonds inférieur.

Ceux qui jouissent des bienfaits de l'irrigation savent aussi combien cet avantage est sujet à être contesté, amoindri, gêné, usurpé, par les propriétaires supérieurs, qui font de nouvelles prises, agrandissent indûment celles qui existent, ferment les martellières ou écluses hors du temps, et empêchent l'eau de parvenir aux fonds inférieurs. Quelquefois aussi les propriétaires inférieurs s'emparent de l'eau en levant les martellières de celui qui jouit de l'arrosage, pour la faire arriver chez eux hors du temps et des heures qui leur sont accordées par les règlements. Quand il n'y a pas de règlement, la jouissance des eaux devient le prix de l'adresse, de la vigilance, quelquefois de la violence, et le propriétaire averti doit se mettre en devoir de prévenir de pareils conflits en obtenant de l'autorité publique que l'usage des eaux soit réglé.

Les rivières et les torrents causent naturellement des dégradations par leurs crues.

Quand il arrive quelques-uns des désordres que nous venons de signaler, et qu'il ne peut être réparé sur-le-champ et à l'amiable, le devoir de l'administrateur est de constater les dégâts et d'en informer immédiatement le propriétaire, qui pourvoiera à les arrêter, soit par les moyens légaux, soit par ceux de l'art, selon leur nature.

CHAPITRE XII.

De la vie rurale.

Ce n'est pas de l'homme des champs de Delille, tel que chaque été le ramène dans les châteaux et les manoirs de la province que nous voulons parler dans ce chapitre. Ce riche oisif n'a qu'un but, celui de se préparer aux dépenses de l'hiver par les épargnes de l'été. C'est des hommes qui habitent les champs en vue de leur culture que nous devons nous occuper ici. Ils peuvent se trouver dans plusieurs positions différentes relativement à leur exploitation : 1° ils sont des propriétaires de biens affermés ; 2° leurs domaines sont cultivés par des métayers ; 3° ils dirigent eux-mêmes leur culture ; 4° enfin, ils cultivent la terre de leurs propres mains et par celles de leur famille. Toutes ces situations méritent que nous les décrivions en détail.

SECTION Ire.—*Le propriétaire de biens affermés.*

La plupart des propriétaires qui afferment leurs domaines espèrent par là se décharger de tout soin ; la terre n'est pour eux qu'un créancier auquel ils ont confié leur capital, parce qu'ils l'ont trouvé plus solide qu'un autre ; l'acte d'achat est pour eux parfaitement semblable à une inscription hypothécaire prise sur les biens du débiteur, et il suffit à l'égard de ce débiteur matériel, comme envers les débiteurs personnels, de veiller au paiement régulier des intérêts du capital. Mais tandis que pour ce dernier ils veille-

raient attentivement sur les atteintes que peut subir sa fortune et qui feraient courir des chances à leur créance, ils s'endorment dans un sommeil profond sur les chances et les détériorations que peut subir la terre; ils s'en occupent très-peu et ils ne séjournent guère à la campagne que dans cette pensée d'économie domestique dont nous avons parlé.

La plupart des propriétaires ne se doutent pas des inconvénients nombreux que cette négligence fait subir à leur fortune. Vous confiez à un débiteur une somme d'argent; qu'a-t-il à vous restituer? Une somme d'égale valeur. Point de doute ici sur la nature de la restitution; que cette somme soit payée en or, en argent, en billets ayant cours, c'est toujours une valeur égale que l'on reçoit. Ainsi pourvu que l'on soit assuré de percevoir les intérêts et de la restitution finale du capital, on est dispensé de tout autre soin. Il n'en est pas de même d'une ferme. En vous la restituant à la fin du bail, le fermier vous rend la même surface, les mêmes limites; mais il peut vous rendre une valeur fort différente de celle qu'il a reçue. Il peut l'avoir enrichie par une bonne culture; mais il peut aussi l'avoir appauvrie par une mauvaise, et vous l'apprendriez trop tard par un décroissement de la rente, lors du renouvellement du bail. La nature peut aussi bénéficier ou dégrader votre capital, par l'action des eaux, du mouvement des terrains, etc. Le perfectionnement de l'ordre social, l'accroissement de la population, du commerce, peuvent avoir accru la valeur des produits, perfectionné les moyens de les créer, et les rendre ainsi plus abondants et amener une concurrence de demandes qui élève la quotité de la rente; des causes contraires peuvent également avoir amené des effets opposés. Le capital en terre n'est donc pas une valeur fixe comme le capital en argent, mais une valeur variable et sur laquelle il faut exercer une vigilance constante pour qu'il s'accroisse au lieu de diminuer.

L'action éclairée du propriétaire peut accroître la valeur de sa terre d'un grand nombre de manières. Il cherche à

conserver et augmenter sa fertilité en prescrivant aux fermiers, dans l'acte du bail, des conditions de cultures telles que la rente obtenue soit un *maximum*, et pour cela il faut que l'amortissement qui représente les pertes successives de fertilité produites par les récoltes soit soustrait de la rente, et que celui qui représente les améliorations lui soit ajouté. Soient, par exemple, des récoltes épuisantes, qui, dans le cours d'un bail de neuf ans, enlèveront à la terre une fertilité représentant 50 kilogr. d'azote par hectare, ou, au prix des engrais dans le pays, un capital de 100 fr.; il faudra que la rente qui résulterait d'une culture qui laisserait la terre dans son état primitif soit accrue de l'amortissement de 100 f. en 9 ans, ou de 18 fr. 45 c. par an. On devrait retrancher cette même somme de la rente pour une amélioration qui aurait augmenté la fertilité du fonds de la même quantité.

Mais, pour être en état de bien évaluer ces données fondamentales des conditions d'un bail, il faut non-seulement posséder des connaissances agronomiques, mais encore connaître parfaitement sa terre, avoir fait une enquête telle que nous le recommandons aux hommes chargés d'organiser les cultures, sans quoi on sera la dupe des propositions les plus onéreuses, quand elles seront accompagnées de promesses illusoires que l'on ne saura pas apprécier; ou bien on en refusera d'autres qui auraient été fort avantageuses, mais qui se seront présentées sous des apparences peu séduisantes. Ainsi, dans l'hypothèse que nous avons faite tout-à-l'heure, une terre qui avec une culture conservatrice serait estimée 50 fr. de rente vaudrait 68 fr. 45 avec une culture épuisante, et 31 fr. 55 avec une culture améliorante; ces trois termes seraient parfaitement identiques aux yeux de l'agronome éclairé. Or, quel est le propriétaire citadin qui n'acceptera pas une rente de 60 fr. seulement avec la culture épuisante de préférence à celle de 50 fr. avec la culture conservatrice, et qui ne préférera cette dernière à 45 fr. offerts avec la culture améliorante? Dans le premier cas, il

perdra sur la valeur de sa terre 8 fr. 45; dans le dernier, il manquera à gagner 13 fr. 45 c. par an. C'est ordinairement dans ces limites que se présentent les chances de perte ou de gain qui se trouvent dans les conditions de baux à ferme.

Il arrive aussi le plus souvent que le fermier veut être délivré de toute entrave, et n'être soumis à aucune condition de culture et d'assolement. Dans ce cas, on doit supposer qu'avant sa sortie il cherchera à épuiser les terres et les réduira au dernier point où une récolte de blé cesse d'être profitable. C'est celle qui ne produit que les frais de culture et la semence, et qui consiste en 588 kil. de blé par hectare; cette récolte dose 15,40 kil. d'azote: elle a été produite par une fertilité représentée par $\frac{1540}{29} = 53$ kil. d'azote. En retranchant cette somme de la fertilité acquise au moment de la possession du bail, on trouvera la perte probable occasionnée par une culture aussi complétement libre, entre les mains d'un fermier qui veut user de tous ses avantages. Ainsi, en supposant que la dernière récolte perçue par l'ancien fermier fût de 1,500 kil. de blé, dosant 34 kil. d'azote, ce qui suppose une fertilité représentée par $\frac{3400}{29} = 117$ kilogr. d'azote, il y aura une perte de 64 kil. d'azote par hectare. Cette perte, à raison de 2 fr. le kilogramme d'azote, est de 128 fr., qui, diminués de 32 fr., intérêts composés de 9 ans, nous donnent 96 fr., et par année de bail 10 fr. 66 par hectare à ajouter à la rente ordinaire. Mais cette éventualité de perte peut se compenser en convenant qu'à sa sortie le fermier laissera une certaine étendue de prairies temporaires en bon état. Toutes ces stipulations exigent donc que le propriétaire connaisse bien son domaine.

L'entretien des bâtiments est une chose essentielle et qui prévient la nécessité de les reconstruire plus tard. Quelquefois de nouvelles constructions peuvent faciliter les opérations de la ferme et donner plus de valeur au domaine. Il faut que le propriétaire puisse en juger lui-même et qu'il ne se laisse pas entraîner mal-à-propos par les instances réitérées

du fermier ; elles ont le caractère d'utilité nécessaire si le fermier consent à payer l'intérêt de leur dépense, et quand elles sont de nature à servir pour les mêmes usages au fermier qui le remplacera.

On peut aussi accroître la valeur du capital par des desséchements, des irrigations, des endiguements, des chemins, etc., et tous ces travaux, qui augmentent d'une manière permanente le prix de sa ferme, doivent être faits par le propriétaire et appréciés par lui avant de les entreprendre.

Ainsi, quoique le bail à ferme soit de tous les genres d'exploitation celui qui exige le moins la présence habituelle du propriétaire, il connaîtrait mal ses intérêts, il ne jugerait pas bien de la nature d'un genre de propriété qui est susceptible de s'accroître ou de diminuer de valeur, s'il ne se rendait pas familières toutes les nécessités, toutes les facilités, toutes les circonstances, qui peuvent influer en bien ou en mal sur ce capital. Si, dans ses visites réitérées faites surtout à l'époque des récoltes et des grandes cultures, il a soin de constater les produits, les frais qu'ils exigent, il sera en état de dresser le budget réel du domaine, de déterminer la valeur véritable de la rente, et quand il la discutera avec ses fermiers, ceux-ci, comprenant qu'ils ont à faire à un homme parfaitement instruit de la valeur réelle de l'objet dont il traite, ne chercheront pas à l'égarer par des illusions, à l'entraîner dans des stipulations aléatoires ou défavorables. Ces visites auront pour but de s'assurer de l'exécution des clauses du bail, et le tenancier, se voyant observé, se tiendra en garde contre les dérogations qu'il pourrait tenter d'y faire, et améliorera même sa culture dans l'espoir d'obtenir un renouvellement. C'est pour mettre le propriétaire en état de réunir tous les matériaux qui lui seront nécessaires pendant le séjour à sa terre, que nous avions rédigé cette espèce d'*agenda* que nous reproduisons ici (1).

(1) *Guide des propriétaires de biens ruraux affermés*, p. 334, 2e édit.

1° Quel est l'état actuel des bâtiments? Quelles sont les réparations actuelles ou prochaines qu'ils nécessitent?

2° Quels agrandissements leur sont nécessaires?

3° Quel est l'état des clôtures? Quelle nouvelle clôture doit-on entreprendre?

4° Quel est l'état des fossés d'irrigation et de desséchement? Quels nouveaux travaux en ce genre pourraient être utiles au domaine?

5° Quel est l'état des chemins ruraux?

6° Quelle est la récolte de chaque année?

7° Quelle quantité de mètres cubes de paille et de fourrage récolte-t-on? (Chaque mètre cube de fourrage en meule ayant pris son tassement pèse environ 60 à 65 kil.)

8° Quel nombre de mètres cubes de fumier fait-on sur la ferme (le mètre cube de fumier pèse de 7 à 800 kil.).

9° Quelle est la distribution annuelle des fumiers sur les terres, et quelle quantité d'engrais chaque terrain a-t-il reçue?

10° Quelle est la quantité de bestiaux de chaque espèce entretenue sur la ferme, et quel est leur poids?

11° Quel nombre d'ouvriers supplémentaires le fermier emploie-t-il aux époques des récoltes?

12° Quel est le nombre des valets de ferme et des servantes? Quel est le gage qu'ils reçoivent? Qnel est le salaire des ouvriers à la journée?

13° A quel prix estime-t-on la nourriture des valets dans le pays? En quoi consiste cette nourriture?

14° Quel nombre de journées un ouvrier du pays emploie-t-il utilement chaque année?

15° Quel est le nombre de journées où le labourage est possible?

16° Quelles récoltes, quelles plantations réussissent particulièrement sur la ferme ou aux environs?

17° Quels sont les animaux qui servent aux travaux? Quel est leur prix?

18° Quel est le produit des animaux de rente? et quel est leur nombre sur le domaine?

Le recueil des réponses faites à ces questions est d'une utilité inappréciable. Les propriétaires qui en sont dépourvus regrettent toujours de n'avoir pu établir leurs projets et leurs opérations sur des bases exactes, et leur séjour à la campagne ne peut être mieux employé qu'à se les procurer.

SECTION II. — *Le propriétaire de biens en métayage.*

Dans le fermage, il y a deux intérêts bien distincts en présence, celui du fermier, qui est de tirer du domaine tout ce qu'il lui est possible pendant la durée du bail; et par conséquent qui cherche à lui enlever la plus forte dose de fertilité avec la moindre quantité de travaux, et celui du propriétaire, qui désire que ses terres conservent la plus grande dose de fertilité, avec le plus de netteté possible, c'est-à-dire avec les travaux les plus accomplis.

Un acte bi-latéral a déterminé d'avance comment ces deux intérêts sont limités, et il ne s'agit plus que de veiller à son interprétation sincère et à son exécution. Le métayage est une association dans laquelle les mises des associés sont de différentes natures; le propriétaire y met son terrain, le métayer son travail; le propriétaire reçoit une partie du produit brut pour loyer de son terrain, le métayer la partie restante pour prix de son travail. Or, la terre une fois livrée est une chose fixe, déterminée, à laquelle on ne peut rien changer; mais le travail est une chose variable, indéterminée, qui dépend de la bonne volonté, de l'activité, de l'intelligence du métayer. Son intérêt est de donner de ce travail une certaine quantité, telle qu'il en obtienne le plus haut prix, et cette proportion n'est pas déterminée par le chiffre du produit brut seul, mais par celui du produit brut divisé par le nombre et la qualité de ses journées de travail. Mais combien de circonstances diverses peuvent influer sur

son calcul? Il peut trouver qu'une très-médiocre récolte, avec un travail médiocre, lui laisse plus de profit qu'une bonne récolte avec un travail plus parfait; il peut trouverl'entretien du bétail onéreux et ne posséder qu'un nombre de têtes insuffisant pour fumer convenablement ses terres; il peut disposer de son temps sur ses propres terres en faveur d'un travail salarié; il peut s'adonner trop exclusivement à certaines cultures dont il retire une part plus considérable que des autres; il s'adonne, par exemple, à son jardin, à ses légumes, dont il mange une partie en vert, avant de partager les graines sèches avec ses maîtres; s'il manque de bonne foi, il peut s'attribuer frauduleusement une part plus considérable que celle qui lui est attribuée dans les récoltes; enfin, s'il est enclin à la paresse, il peut estimer la jouissance de son repos plus haut que le salaire du travail, et laisser dépérir la culture. Que de raisons pour que le propriétaire exerce une surveillance continue sur sa ferme, et pour qu'il la visite souvent! Sans doute, la confiance finit par s'établir entre lui et son tenancier. La longueur des baux de cette espèce, prolongée le plus souvent par tacite reconduction, les habitudes prises de part et d'autre rendent la surveillance moins pénible après un certain temps. Mais on ne peut s'en dispenser à l'égard des nouveaux tenanciers, et jusqu'à ce que l'exploitation ait pris l'assiette que l'on désire.

Ensuite, toute dérogation aux conditions du bail doit être discutée et convenue en commun, et toute nouvelle entreprise pour améliorer le fonds peut devenir l'objet d'un traité nouveau dans lequel les deux parties cherchent à proportionner leurs mises à l'avantage qu'elles peuvent en retirer. Soit que l'on plante des arbres, soit que l'on marne, soit qu'on fasse des défoncements profonds, soit qu'on entreprenne des cultures pour lesquelles le travail entre pour une part qui ne puisse être soldée par la portion ordinaire dévolue au métayer, le consentement mutuel devient nécessaire. Quand le métayage n'est pas devenu routinier, mais que le proprié-

taire sait lui imprimer un mouvement ascensionnel, en lui apportant souvent le secours de ses capitaux, la présence du propriétaire devient d'autant plus utile, que son intérêt s'accroît dans l'exploitation, son activité éclairée réagissant sur le métayer, qui se verra soulagé et encouragé dans ses efforts. Les résultats avantageux de ce concours mutuel ne tardent jamais à se produire.

SECTION III. — *Le propriétaire exploitant par lui-même.*

Le propriétaire peut être déterminé à exploiter lui-même son domaine, ou par l'impossibilité de trouver des tenanciers qui lui offrent des conditions satisfaisantes, ou par la conviction de sa propre capacité agricole et des succès qu'elle lui procurera, enfin par le goût de la vie champêtre et la nécessité de se créer une occupation que l'on espère bien rendre lucrative, mais dont les pertes éventuelles ne sont pas même une objection suffisante contre la satisfaction que l'on attend du mouvement que l'on dirige. Le premier de ces cas fait une nécessité de l'exploitation; le second est une spéculation qui a pour stimulant un bénéfice présumé ; le troisième est un genre de vie que l'on adopte de préférence, sauf à en payer, s'il le faut, la jouissance par des pertes plus ou moins probables.

Le propriétaire devient à-la-fois l'organisateur et l'administrateur de son exploitation, ou bien il se contente du rôle d'organisateur et ne se réserve ensuite sur le régisseur que la surveillance supérieure qui appartient toujours à son rôle. Dans les deux cas, il doit être en possession de connaissances agronomiques approfondies et de la pratique agricole nécessaire pour gouverner une telle opération. On ne voit que trop souvent des hommes entreprendre cette tâche avec une merveilleuse confiance, quoique dépourvus de véritable instruction agricole, de même qu'on en voit accepter les emplois publics sans expérience administrative. Mais, dans

ce dernier cas, c'est l'État qui paie leur apprentissage, tandis que c'est la bourse de l'agriculteur novice qui solde ses erreurs et ses mécomptes.

Celui qui veut organiser la culture d'un domaine doit l'habiter longtemps d'avance pour le bien connaître et se mettre en état de faire l'enquête détaillée que nous avons prescrite plus haut. Une fois l'organisation terminée, la machine mise en mouvement, et quand elle a acquis son à-plomb manufacturier, la présence continue de l'organisateur n'est plus nécessaire. Elle est même nuisible, quand il lui prend trop souvent envie de jouer le rôle de régisseur. Il faut qu'il laisse à celui-ci sa responsabilité, et qu'il se borne à veiller à l'exécution du plan d'organisation, par des visites fréquentes, inattendues, où il se fait rendre compte de tous les détails et examine lui-même la mise en œuvre.

Mais la présence continue de celui qui se charge de l'administration est absolument indispensable. C'est donc une tâche sérieuse qu'il entreprend, et avant de s'y décider, il ne peut trop se pénétrer de sa rigueur. Vivre complétement aux champs avec sa famille, loin de la société de ses pareils en éducation, en instruction, en goûts, c'est ce qui paraît le plus antipathique au caractère français; et il ne suffit pas d'adopter cette existence pour quelques années, il faut qu'elle devienne pour ainsi dire la vocation de toute la vie, car, une fois pris dans cet engrenage, rien n'est plus difficile que de s'en retirer. On trouve rarement des continuateurs qui veuillent se charger pour leur compte de faire valoir des capitaux engagés dans l'exécution d'un plan déterminé, et alors on éprouve des pertes considérables, en abandonnant des terres améliorées à grands frais à des fermiers qui n'en apprécient pas la valeur et qui s'empressent de renverser tout l'édifice, en substituant des soles épuisantes aux soles améliorantes, et pour lesquelles les bâtiments faits pour contenir un nombreux bétail deviennent inutiles. On peut donc hésiter à l'entrée de la carrière, avant de prononcer ce

vœu qui nous enchaîne dans un cloître agricole. Nous voyons fréquemment de telles vocations embrassées avec zèle, avec l'assentiment de toute une famille, se terminer tout-à-coup par l'effet du dégoût, de l'ennui, des mécomptes, de l'opposition croissante des parents, de la femme, des fils, des filles, qui tantôt agissent ouvertement pour y faire renoncer, tantôt lassent la constance du chef de famille par une persécution du détail. On serait étonné du petit nombre de propriétaires français assez aisés pour vivre de leurs revenus dans les villes, et qui aient persisté 10 ans seulement dans la régie de leurs domaines. On devrait attacher un prix à cette œuvre méritoire, et nous ne pensons pas qu'il appauvrît beaucoup ses fondateurs.

Il n'en était pas ainsi autrefois ; quand les villes ne contenaient qu'une bourgeoisie sans éducation libérale, livrée aux idées rétrécies d'un petit commerce, la noblesse, qui possédait alors la terre, n'avait pas une pensée commune avec cette classe; leurs opinions, leurs préjugés, leurs mœurs différaient complétement. Aussi la noblesse habitait-elle ses châteaux, dans la société de la famille et des voisins, car il y avait encore des voisins. Mais aujourd'hui, les hommes qui ont reçu une éducation libérale se sont retirés dans les villes ; ils abandonnent même les petites villes pour les grandes, où se trouve plus facilement une société de leur goût, et celui qui adopte la vie rurale doit s'attendre à vivre le plus souvent dans la solitude, et il devra se suffire à lui-même. Il faut qu'un domaine soit bien considérable et que l'industrie que l'on y exerce soit bien variée pour que son administration occupe tous les loisirs d'un homme qui est convenablement secondé par des contre-maîtres ; nous n'aurons donc quelque confiance dans sa persévérance qu'autant qu'il saura occuper ses loisirs par l'étude et par des exercices du corps, la chasse, l'équitation. Cette opinion était celle d'Olivier de Serres, qui jugeait par expérience des conditions nécessaires pour passer doucement sa vie dans la solitude des champs ;

nous ne pouvons nous refuser à transcrire cette page de son ouvrage :

« A corriger la solitude de la campagne est de grande efficace la lecture des bons livres, vous tenant tous jours compaignie. Scipion l'Africain en rend ce tesmoignage, disant à ses amis (qui s'esbahissoient de sa vie privée et retirée) *n'estre jamais moins seul, que quand il étoit seul.* Si que le gentilhomme aimant les livres, ne pourra estre que bien à son aise, avec un livre au poing, se pourmenant par ses jardins, ses prairies, ses bois, tenant l'œuil sur ses gens et affaires. En mauvais temps de froideure et pluies, estant dans la maison, se pourmener sous le guide de ses livres, par la terre, par la mer, par les royaumes et les provinces plus lointaines, ayant les cartes devant ses yeux, lui montrant à l'œuil leurs situations. Dans l'histoire contempler les choses passées, les guerres, les batailles, la vie et les mœurs des rois et des princes, pour imiter les bons et fuir les mauvais. Récupérer les gouvernemens des peuples, leurs lois, leur police, leurs coustumes, tant pour entendre comme le monde se gouverne, que pour faire profit de salutaires avis qu'il en pourra tirer, les approprier à ses usages. Des bons livres il apprendra à sagement conduire sa famille, à se comporter avec ses voisins, surtout à craindre et à servir Dieu, à bien vivre, à fuir le vice, suivre la vertu, qui est le chemin du ciel, notre seure demeure. Ce lui sera beaucoup de contentement, s'il a quelque modérée connoissance des simples et herbes médicinales de la campagne; car il ne pourra sortir de sa maison sans trouver à qui parler, contemplant leurs racines, herbes, fleurs, fruits; leurs propriétés, avec la louange du créateur. De mesme regardant au ciel, admirera l'ouvrage du souverain, à la veue du firmament, des étoiles, planètes et figures célestes. Saura la raison des équinoxes et solstices, des éclipses, du cours du soleil et de la lune, s'il a quelques connoissances de l'astrologie (astronomie). La musique, le jeu du luth, de la harpe, de

l'espinette et autres instruments servant beaucoup à ce sujet. Aussi l'arithmétique, la géométrie, l'architecture, la perspective, mesme la pourctraiture, pour représenter forteresses, villes, chasteaux, païsages, dignes parties du gentilhomme, moyennant lesquelles, il desseignera places de forteresses et de maisons privées, voire par tels moyens, ordonner de ses bâtimens, de ses jardins, de la disposition de ses arbres et fera austre chose de son mesnage par art, avec heureuse issue. Les visites des amis est très-recommandable au gentilhomme, par là cultivant les amitiés, avec l'affection nécessaire à chose tant précieuse, que chèrement il conservera toujours ces belles et nobles qualités, nostre vertueux père de famille se maintiendra gaiement en son mesnage, y vivra commodément, fera bonne chère à ses amis; et disposant à-propos ses heures, pourvoiera à ses affaires, si bien, que, mariant le profit avec le plaisir, chose aucune ne demeurera en arrière, ainsi, comme en se jouant, toutes advanceront à ses contentement et heure, Dieu bénissant son labeur et industrie. »

SECTION IV. — *Les propriétaires cultivateurs.*

Nous avons dit plus haut (page 182) à quelles conditions le petit propriétaire peut exister ; nous avons vu qu'en exploitant son terrain sous le système de la jachère, il devait posséder 5,26 hectares, et sous celui d'un assolement quadriennal avec trèfle et pommes de terre, 2 hectares de terrain d'une qualité égale à la qualité moyenne des terres de France. Nous avons vu qu'avec une telle propriété il peut élever et nourrir sa famille sans autre secours. Si sa propriété est inférieure en étendue ou en qualité à ce que nous venons d'indiquer, il faut qu'il soit assuré de trouver à employer utilement le temps qui lui reste, après avoir cultivé son terrain, soit en travail fait pour le compte d'autrui et salarié, soit sur un terrain qu'il affermera à prix d'argent

ou en métayage, et de manière que le salaire de ses journées ou le produit net de sa location soit l'équivalent de ce qui lui manque pour satisfaire aux besoins de sa famille. Le père de famille ne doit admettre aucun doute à cet égard; responsable de la vie et du bien-être de sa femme et de ses enfants, il ne peut accepter la possibilité de les voir souffrir ou mendier, et si sa position n'est pas assurée, il doit penser sérieusement à se procurer une autre existence, et chercher dans la vente de sa propriété les moyens d'acquérir un cheptel qui lui permette de prendre à ferme une étendue suffisante de terrain, ou d'aller chercher, par l'émigration hors de sa province ou hors de sa patrie, des terrains plus étendus et à plus bas prix que les siens. Et qu'on ne croie pas que cette expatriation soit un acte nuisible au pays où l'on est né; au contraire, on accroît son territoire réel en transportant au loin ses mœurs et son langage. Quel que soit le gouvernement qui les régisse, les Canadiens sont encore pour nous des Français, et la race anglaise a étendu son empire sur toute la surface du globe, par l'effet de cette prévoyance qui calcule l'avenir et n'attend pas l'approche de la misère, qui plus tard vous enlace et, vous privant de toutes ressources, ne vous permet plus de chercher votre salut dans la fuite.

Rien ne semble devoir être plus heureux que l'état du petit propriétaire possesseur d'un champ dont le produit dépasse un peu ses besoins ; tranquille sur le présent, pouvant par son économie et son travail préparer l'avenir de ses enfants; d'autant plus laborieux que son travail est libre, qu'il se le commande à lui-même, et que tous ses produits lui appartiendront. Il faut le voir à l'œuvre. Avec quelle ardeur il attaque le terrain, comme il y oublie les heures; comme sa culture est parfaite, en la comparant à celle des fermiers et métayers voisins! On ne peut passer auprès de ces petites fermes, si propres, si bien entretenues, pleines d'habitants forts, bien nourris, bien vêtus, dont les champs sont en si bon état de culture, sans penser qu'ils sont le

siége du vrai bonheur. Ces apparences extérieures sont souvent bien trompeuses; nous qui avons vécu si longtemps au milieu d'eux, qui avons été confidents de leurs pensées, de leurs peines, de leurs projets, de leur inquiète ambition, nous pouvons soulever ce voile qui prouve une fois de plus que la nature humaine est insatiable, et qu'elle sait se créer des malheurs au milieu de tous les éléments de félicité.

Une passion dévore cet honnête cultivateur, c'est celle d'agrandir son domaine d'abord, et ensuite de le conserver intact après sa mort. Le champ du voisin est l'objet de sa convoitise, le nombre de ses enfants et la loi qui divise entre eux leur héritage est l'objet de son effroi. Il travaille avec obstination pour faire une part aux cadets et conserver l'intégrité de sa possession territoriale pour l'aîné; puis, quand il a amassé une petite somme, il se laisse entraîner au désir d'acheter un terrain voisin, et celui-ci, s'incorporant avec ses domaines, fait partie intégrante de cette propriété; arche sainte à laquelle il ne voudrait pas voir toucher.

Cette passion de la transmission héréditaire de l'intégrité du champ paternel est si vive, que nous avons vu la petite propriété applaudir seule à la loi injuste du droit d'aînesse, qui révoltait tous les cœurs généreux. Les pères y voyaient un oreiller de paresse que l'égalité du partage leur enlève, en les forçant de s'occuper du sort à venir de leurs autres enfants; et l'on sait d'ailleurs par quelles ruses, quels détours, ils cherchent à éluder les dispositions du Code civil, les tribunaux en retentissent sans cesse. *Quid leges sine moribus!* C'est là la source de la division des familles. Les enfants ne pénètrent que trop les dispositions de leurs pères; les frères se regardent comme des ennemis; une fois la portion disponible attribuée à l'aîné par le père, les cadets prennent leur parti, désertent la ferme, vont chercher du travail salarié dont ils profitent seuls. Mais avant ce moment, quelle défiance réciproque entre tous les membres de la famille, quelle guerre intestine, quelle journée pour le

père obligé à lutter ouvertement ou sourdement contre tous, et quelles nuits quand sa femme a adopté un avis différent du sien! Ce spectacle se présente dans le plus grand nombre de ces manoirs champêtres, et on le trouverait dans tous, si quelquefois le chef de la famille n'avait le bon sens de le prévenir et de maintenir l'ordre et l'union au milieu des siens, en manifestant franchement l'intention de ne point faire de faveurs et de laisser à la loi toute son action. C'est là le conseil de la sagesse, et il produit souvent un effet inattendu, c'est de conserver l'intégrité de ce domaine que l'on se résignait à voir partager. En effet, l'union des volontés double le travail, accroît les produits; les économies s'accumulent, et souvent à la mort du père, le bon accord des frères profitant du pécule amassé, prélève en argent la part de la plupart d'entre eux. Mais si le chef de la famille a le bon sens de ne pas faire de distribution entre ses enfants, il faut qu'il se garde aussi de mettre une ardeur trop grande à des accroissements de territoire. C'est par cette convoitise sans limite que s'écoulent et se gaspillent les économies qui, mieux employées, auraient pu constituer la dot des filles et des cadets. Vienne le jour des enchères d'un terrain, la vanité de mettre au jour sa richesse, d'atteindre le niveau des propriétés du voisin, ou de le surpasser, établira entre eux une lutte qui portera le prix du champ à un taux sans aucune proportion avec ses produits. Cette disposition tient aussi beaucoup au défaut d'un placement sûr pour l'argent. Les caisses d'épargnes sont inconnues à nos campagnes, et quelle que soit la réparation qui a suivi en 1848 la violation de ce dépôt, la possibilité d'une telle atteinte qui pourrait ne plus être suivie de restitution a décrédité cette excellente institution, même dans les villes. L'armoire, la cachette n'offrent pas de sécurité: on achète donc du terrain à tout prix, et plutôt que de manquer une occasion, on achète pour le double, le triple du capital que l'on possède; on compte sur les bonnes années pour solder le prix d'achat;

ces bonnes années ne viennent pas, et l'usure vient atteindre et déposséder de tout celui qui a voulu trop avoir.

Il est une autre tendance qui contribue très-souvent à la ruine de nos petits propriétaires, et contre laquelle ils ne sauraient trop se mettre en garde, c'est celle d'obtenir une considération, une importance qui les rehausse au-dessus de leurs voisins, en lançant leurs enfants dans des carrières qu'ils regardent comme plus distinguées que celle de l'agriculture. Qu'un de ces enfants s'attire quelques éloges de ses instituteurs, aussitôt on s'exagère son mérite, sa capacité, et tout le reste de la famille est sacrifié au désir d'en faire un ecclésiastique ou un homme de loi. C'est encore la vanité qui se glisse sous le chaume, comme elle faisait dans l'enchère du champ du voisin ; cette passion, quand elle est généreuse, consiste à s'élever au-dessus de ses égaux; quand elle est basse et vile, elle consiste à abaisser nos supérieurs à notre niveau. Eh bien, cette passion, dans sa forme même la plus noble, est le plus souvent fatale à nos petits propriétaires. Après les dépenses considérables de l'éducation, qui mettent la gêne et le désordre dans l'économie de la famille, on a le grand honneur de voir un de ses membres pourvu d'une petite succursale, où il ne vit qu'avec peine sans l'aide de ses parents; ou bien, on le voit cherchant à percer dans la pratique des lois, à travers la foule des concurrents, et il faut entretenir ses prétentions, son luxe, dans l'espérance d'une clientèle qui fuit toujours; ou bien enfin, on le voit postulant dans quelque administration, languissant dans quelque emploi subalterne, peu honoré, et sollicitant toujours de nouvelles subventions de sa famille.

Puisque nous touchons ici à tous les points de l'existence de cette classe intéressante de notre nation, nous ne devons pas finir sans faire mention d'une autre cause de gêne qui les atteint trop souvent. C'est le remplacement de leurs enfants appelés au service militaire. Ici il faut distinguer. Quand il s'agit de conserver un fils absolument utile à l'ex-

ploitation, le prix du remplacement, au taux auquel il se maintient en temps ordinaire, n'est pas excessif. Le travail annuel d'un homme vaut au moins 500 fr., ce qui produit 2,500 fr. en 5 ans et 3,500 fr. en 7 ans. Ainsi on peut toujours alors, en ne comptant pour rien le bonheur de conserver son enfant, chercher à faire remplacer celui dont l'absence devrait être suppléée par un valet à gages. Mais si son travail n'est pas absolument nécessaire, si un peu plus d'activité dans ceux des parents et des enfants qui restent rend inutile le secours de bras étrangers, et surtout s'il faut emprunter le prix du remplacement, on ne saurait trop conseiller au père de famille de s'en abstenir.

Nous avons éprouvé de si bons effets de ce conseil, que nous ne pouvons trop le répéter ici. Les familles qui l'ont suivi ont conservé l'aisance qu'elles auraient perdue ; elles ont vu revenir leur fils plus vigoureux, plus instruit, plus respectueux, plus capable ; il avait perdu la sauvagerie de la campagne et pouvait traiter avec les hommes avec moins de gêne et plus de maturité. Nos soldats congédiés sont en général les meilleurs sujets de leurs villages, et c'est parmi eux que nous avons trouvé nos meilleurs contremaîtres, nos meilleurs régisseurs, tandis que leurs frères n'étaient que des ouvriers obscurs. Cinq années de service militaire, dans l'état actuel de l'organisation de l'armée, donnent aux jeunes gens une éducation bien supérieure à celle qu'ils reçoivent dans leurs foyers ; et à leur retour ils trouvent leurs parents dans une aisance que n'ont pas altérée les sacrifices d'argent et les exigences de l'usure.

FIN DU CINQUIÈME ET DERNIER VOLUME.

TABLE

DES MATIÈRES CONTENUES DANS LE TOME V.

AGRICULTURE.

Pages

TROISIÈME PARTIE. — *Théorie des assolements.* . . 1

PREMIÈRE DIVISION. — Histoire des assolements . . . 6

CHAPITRE I. — Pratique des assolements chez les différents peuples 6

CHAPITRE II. — Systèmes pour expliquer la théorie de l'alternance. — Antipathie supposée des plantes. . 26

CHAPITRE III. — Hypothèse de l'antipathie des plantes d'espèces différentes les unes pour les autres. 39

CHAPITRE IV. — Théorie des assolements basée sur la variété des aliments des plantes 42

CHAPITRE V. — Hypothèse de MM. Macaire et Decandolle sur les déjections excrémentielles des plantes . . . 46

CHAPITRE VI. — Hypothèse de Rozier, fondant la théorie des assolements sur la forme des racines . . . 51

CHAPITRE VII. — Hypothèse qui prend pour base de la théorie des assolements l'action des racines sur le sol. 52

DEUXIÈME DIVISION. — Lois des assolements. 57

Introduction. 57

CHAPITRE I. — Lois dérivant de la nécessité d'ameublir le sol . 58

CHAPITRE II. — Lois dérivant de la nécessité de nettoyer le sol. 62

CHAPITRE III. — Lois dérivant de l'épuisement du sol. . . . 67

CHAPITRE IV. — De l'aliquote des plantes fourragères. . . . 85

CHAPITRE V. — Lois dérivant des forces disponibles pour les cultures 88

CHAPITRE VI. — Lois dérivant du produit des cultures. . . . 93

Pages

CHAPITRE VII. — Lois résultant des avances à faire pour les cultures diverses 105
CHAPITRE VIII. — Lois dépendant des moyens de réalisation des récoltes 109
CHAPITRE IX. — De l'ordre dans lequel les plantes doivent se succéder dans les assolements 115
CHAPITRE X. — Lois météorologiques des assolements . . . 122
§ 1. — Influence du climat sur le choix des plantes cultivées. 122
§ 2. — Récoltes dérobées.—Durée de la saison végétative 126
CHAPITRE XI. — Récapitulation des lois des assolements . . . 131
CHAPITRE XII. — Examen de quelques formules d'assolement. 132

QUATRIÈME PARTIE. — *Des systèmes de culture.* . 149

PREMIÈRE DIVISION. — Forces spontanées de la nature. 157
1. — Système forestier. 157
2. — Système des pâturages. 161

DEUXIÈME DIVISION. — Travail de l'homme aidé des forces de la nature 173
SECTION 1. — Introduction. Des modes de travail appliqués à la terre. Petite et grande culture. . . 173
SECTION 2. — Systèmes de culture où l'homme est aidé par les forces de la nature 185
1. — Système celtique ou alternatif, . . . 185
2. — Système des étangs. 189
3. — Système des jachères 197
4. — Système des cultures arborescentes. . 204

TROISIÈME DIVISION. — La nature suppléée par l'homme pour faire croître les plantes et leur fournir des aliments . . 209
1. — Système continu avec engrais extérieurs. —Système d'emprunt. — Système hétéro-sitique (nourriture étrangère). . 209
2 — Système continu avec fabrication d'engrais 223

CONCLUSIONS DE LA QUATRIÈME PARTIE.—Du rapport des divers systèmes de culture avec l'état social. 229

Pages

CINQUIÈME PARTIE. — *Des éléments de l'entreprise agricole.* — Introduction. . 241

PREMIÈRE DIVISION. — De la terre 243

CHAPITRE I. — De la propriété. 243
CHAPITRE II. — Grandes et petites propriétés 246
CHAPITRE III. — Entrée en jouissance des terres par le défrichement. 257
CHAPITRE IV. — Entrée en possession de la terre par l'hérédité. 266
CHAPITRE V. — Entrée en possession par achat. 270
CHAPITRE VI. — Entrée en jouissance par location. — Du fermage en général 280
SECTION 1. — Système d'Adam Smith 281
SECTION 2. — Système de Say. 284
SECTION 3. — Système de Ricardo 286
SECTION 4. — Examen du système d'Adam Smith. . . . 287
SECTION 5. — Examen du système de Say. 292
SECTION 6. — Examen du Système de Ricardo. 294
SECTION 7. — Nouvelle théorie du fermage. 296
SECTION 8. — Valeur de la rente. 300
CHAPITRE VII. — De la manière de contracter le fermage. . . 303
CHAPITRE VIII. — Métayage (colon partiaire) 317

DEUXIÈME DIVISION. — Le capital 324

CHAPITRE I. — Nature du capital 324
CHAPITRE II. — Du crédit agricole. 328
CHAPITRE III. — Emplois divers du capital agricole 332
CHAPITRE IV. — Du capital fixe ou foncier 334
SECTION 1. — Acquisition du fonds. 335
SECTION 2. — Partie du capital de fonds employée à la mise en valeur du domaine 338
SECTION 3. — Partie du capital de fonds consacrée à l'entretien. 348
SECTION 4. — Partie du capital de rente employée à la défense de la propriété. 350
CHAPITRE V. — Du capital de cheptel. 355
SECTION 1. — Cheptel vivant ; bêtes de travail. 356
SECTION 2. Du choix de l'espèce des bêtes de travail. . 363
SECTION 3. — Cheptel vivant ; animaux de rente 369
SECTION 4. — Du cheptel mort 376

Pages

SECTION 5. — Récapitulation du capital de cheptel . . . 378
CHAPITRE VI. — Du capital circulant ou fonds de roulement. . 379
SECTION 1. — Salaire de l'intelligence directrice. . . . 380
SECTION 2. — Nourriture des hommes 387
SECTION 3. — Nourriture des bêtes de travail. 398
SECTION 4. — Nourriture des bêtes de rente. 410
SECTION 5. — De l'entretien des machines 411
SECTION 6. — Semences et plantes. 411
SECTION 7. — Entretien de la fertilité de la terre . . . 412
SECTION 8. — Des ouvriers supplémentaires. 413
SECTION 9. — Partie du capital employé au paiement de la rente. 414
SECTION 10. — Intérêts et assurances 415
SECTION 11. — Résumé des frais à la charge du capital circulant 416

TROISIÈME DIVISION. — De l'intelligence directrice . . 421
CHAPITRE I. — De la profession d'agriculteur 421
CHAPITRE II. — Diversité des talents agricoles. 430
CHAPITRE III. — De l'éducation des régisseurs agricoles. . . 434
CHAPITRE IV. — Éducation des agents inférieurs de l'agriculture. 441
CHAPITRE V. — Des femmes dans la profession agricole . . . 444

SIXIÈME PARTIE. — *De l'organisation de l'entreprise agricole.* — Introduction. . . 448

PREMIÈRE DIVISION. — Recherches des éléments de l'entreprise. 449
CHAPITRE I. — La terre 449
SECTION 1. — Titres de possession 449
SECTION 2. — Surface du terrain. 450
SECTION 3. — Stratification du terrain 451
SECTION 4. — Composition minéralogique et chimique . . 451
SECTION 5. — Propriétés culturales du sol. 452
SECTION 6. — Climat 453
SECTION 7. — Fertilité du sol. 454
SECTION 8. — Débouché 457
SECTION 9. — Des communications 458
CHAPITRE II. — Le capital 459
CHAPITRE III. — Les forces mécaniques 462
CHAPITRE IV. — Éléments nutritifs des plantes. 466

Pages

DEUXIÈME DIVISION. — Détermination du système agricole à adopter 469

CHAPITRE I. — Détermination absolue du système. 469
SECTION 1. — Capital suffisant, sol mauvais, débouché difficile 471
SECTION 2. — Capital suffisant, sol mauvais, bon débouché. 473
SECTION 3. — Capital suffisant, sol bon, bon débouché. . 475

CHAPITRE II. — Choix d'un système agricole d'après le capital disponible. 475
SECTION 1. — Capital pour la conversion en prairies et leur exploitation 476
SECTION 2. — Systèmes des jachères 479
SECTION 3. — Assolements avec prépondérance de produits à vendre 480
SECTION 4. — Assolement avec prépondérance des fourrages consommés. 481
SECTION 5. — Cultures arbustives 482
CHAPITRE III. — Délibération sur le système à choisir . . . 484
SECTION 1. — Enquête. 485
SECTION 2. — Recherches du système à adopter. . . . 505
§ 1.—1er *Système.*—Conversion en pâturages 506
§ 2.—2e *Système.*—Défrichement complet, jachère triennale . . 508
§ 3.—3e *Système.*—Jachère portée à son maximum de fertilité. 509
§ 4.—4e *Système.*—Assolement continu . . 514
§ 5.—5e *Système.*—Cultures arbustives. — Vignes. 517
SECTION 3. — Discussion du système proposé. 519
SECTION 4. — Projet de règlement d'organisation. . . . 520

SEPTIÈME PARTIE. — *De l'administration de la propriété rurale.* 531

CHAPITRE I. — Entrée en jouissance 532
SECTION 1. — État des lieux 534
SECTION 2. — Installation du local 535
SECTION 3. — Choix des agents divers attachés à la ferme. 536
SECTION 4. — Achat du bétail. 538
SECTION 5. — Achat des instruments aratoires 539

Pages

CHAPITRE II. — Règlement de service. 540
CHAPITRE III. — Fonctions du directeur. 543
CHAPITRE IV. — Distribution des travaux entre les différentes saisons de l'année. 546
CHAPITRE V. — Conservation et distribution des engrais. . . . 553
CHAPITRE VI. — Surveillance de la nourriture des hommes. . 559
CHAPITRE VII. — Surveillance de la nourriture des animaux. . 563
CHAPITRE VIII. — Conservation des récoltes 565
CHAPITRE IX. — Des rentes et des achats. 569
CHAPITRE X. — De la comptabilité agricole. 577
SECTION 1. — Établissement de la valeur en numéraire des objets destinés à la vente 582
SECTION 2. — Établissement de la valeur des objets destinés à être consommés dans l'exploitation. . , 586
SECTION 3. — Établissement du prix des engrais. . . . 587
§ 1. — Unité dont on doit se servir dans le compte-matière des engrais . . . 588
§ 2. — Méthode rigoureuse d'appréciation de l'unité des comptes des engrais. . 590
§ 3. — Méthode approchée pour apprécier la valeur des engrais 592
§ 4. — Autre méthode plus abrégée pour apprécier la valeur des engrais . . 602
§ 5. — Clôture des comptes des cultures relativement à l'engrais. 604
SECTION 4. — De l'ouverture des comptes de culture. . . 606
§ 1. — Compte d'une culture de froment. . 606
§ 2. — Compte des cultures perennes. . . 608
§ 3. — Compte du sol. 609
SECTION 5. — Compte des attelages. 610
SECTION 6. — Compte du bétail de rente 611
SECTION 7. — Frais généraux 611
CHAPITRE XI. — Conservation du capital de fonds. 613
CHAPITRE XII. — De la vie rurale. 615
SECTION 1. — Le propriétaire de biens affermés. . . . 615
SECTION 2. — Le propriétaire de biens en métayage. . . 621
SECTION 3. — Le propriétaire exploitant par lui-même. . 623
SECTION 4. — Les propriétaires-cultivateurs 627

FIN DE LA TABLE DU TOME CINQUIÈME ET DERNIER.

EXTRAIT DU CATALOGUE DE LA LIBRAIRIE AGRICOLE.

rriculture (Cours d'), par DE GASPARIN, cinq volumes in-8 et 233 gravures. . 37 50
rriculture *de l'ouest de la France*, par Jules RIEFFEL, cinq vol. in-8. . . . . 25 »
ıendements (Traité des), par PUVIS, 1 vol. in-12 de 520 pages. . . . . 5 »
ılmaux domestiques, par David Low, texte et planches coloriées gr. in-4. . 60 »
ılmaux (Statique chimique des), emploi agricole du SEL, par BARRAL, 1 vol. in-12. 5 »
ère (Traité de la fabrication de la), par ROHART, 2 vol. in-8 et 162 gravures. . . 15 »
n Jardinier (Le) pour 1855, par DECAISNE, POITEAU et VILMORIN, in-12 de 1,658 p. 7 »
ıctées (Monographie et Culture des), par LABOURET, 1 vol. in-12 de 720 pages. 7 50
amellia (Monographie du), par l'abbé BERLÈSE, 340 pages in-8 et 7 planches. . 5 »
amellias (Iconographie des), par l'abbé BERLÈSE, 3 vol. in-fol., et 300 pl. color. 375 »
ievaline (De l'espèce) *en France*, par le général LAMORICIÈRE, in-4, 3 cartes color. 3 50
himie agricole, par Isidore PIERRE, 1 vol. de 662 pages in-12 et 22 gravures. 4 »
omptabilité agricole (Traité de), par DE GRANGES, 320 pages in-8 et tableaux. 5 »
onseils aux Agriculteurs, par DEZEIMERIS, 3e édition, 651 pages in-12. . 3 50
uisine française (Dictionnaire de), 1 volume de 640 pages in-8 . . . . . 6 »
ictionnaire d'agriculture Pratique, par JOIGNEAUX et MOREAU, 2 volumes grand in-8, à 2 colonnes et gravures . . . . . 18 »
rainage (Manuel du), par BARRAL, 800 pages in 12, 230 gravures et 7 planches. 6 »
rainage (Traité pratique du), par LECLERC, 364 pages in-8 et 127 gravures. . . 6 »
lerbier général de l'Amateur, description, histoire, etc., des végétaux utiles et agréables, par Ch. LEMAIRE, 5 beaux vol. in-4, contenant 373 planches coloriées. 200 »
Horticulteur universel, par MM. CAMUZET, JACQUES, NEUMANN, PÉPIN, POITEAU, LEMAIRE, 7 vol. grand in-8 et 300 planches coloriées. . . . . 150 »
Irrigateur (Manuel de l'), par VILLEROY et MULLER, et **Code des Irrigations**, par BERTIN. 1 volume in-8 de 384 pages et 121 gravures . . . . . 5 »
Jardinage (Manuel du), par COURTOIS-GÉRARD, 450 pages in-12 et 39 gravures. . 3 50
Journal d'Agriculture pratique, sous la direction de M. BARRAL, par MM. de GASPARIN, MOLL, VILLEROY, BORIE, BOULEY, GAYOT, Victor LEFRANC, etc. Un No de 48 pages in-4, avec gravures, les 5 et 20 du mois. — Un an. . . . . 15 »
Maison rustique des Dames, par Mme MILLET-ROBINET, 2 vol. in-12 et 128 gr. 7 »
Maison rustique du 19e siècle, cinq volumes in-4, et 2,500 gravures. . . 39 50
Le tome V (*Encyclopédie d'horticulture*), 512 pages in-4 et 500 gravures. . . . 9 »
Plantes, Arbres et Arbustes (Manuel général des). Description et culture de 25,000 plantes indigènes d'Europe ou cultivées dans les serres. Tomes I à III. . 30 »
Pomone française, par LE LIEUR, 3e édition, 1 vol. in-8 de 600 pages et 15 pl. 7 50
Revue horticole, par MM. DECAISNE, NAUDIN, NEUMANN, PÉPIN, VILMORIN, paraît le 1er et le 16 du mois. Un an (*franco*), avec 24 gravures coloriées. . . . 9 »
Roses (Choix des plus belles), 30 livr. de 2 planches coloriées et texte. Chacune. . 3 »
Statistique agricole de la France, par ROYER, 1 vol. de 472 pages et atlas. 12 »
Vers à soie (Manuel de l'Éducateur de), par ROBINET, 332 p. in-8 et 51 gravures. 5 »

Bibliothèque du Cultivateur, *publiée avec le concours du Ministre de l'Agriculture.*

En vente : quatorze volumes à 1 fr. 25 cent. le volume in-12, savoir :

L'Eleveur de Bêtes à cornes, par VILLEROY, 2e édition, 438 pages et 60 gravures.
Races bovines de France, Angleterre, Suisse, par DE DAMPIERRE, 240 p. et 15 gravures.
Oiseaux de basse-cour et Lapin, par Mme MILLET-ROBINET, 3e édition, 180 pages et 11 gravures.
Fermage (Estimation, Plans d'amélioration, Bail), par DE GASPARIN, 2e édition, 384 pages.
Métayage (Contrat, Effets, Améliorations), par DE GASPARIN, 2e édition, 166 pages.
Conservation des fruits, par Mme MILLET-ROBINET, 144 pages.
Houblon, par ERATH, traduit de l'allemand par Napoléon NICKLÈS, 127 pages et 22 grav.
Le Pêcheur à la Mouche artificielle et à toutes Lignes, par DE MASSAS, 204 pages et 27 grav.
Economie domestique, par Mme MILLET-ROBINET, 234 pages et 21 gravures.
Arithmétique et Comptabilité agricoles, par LEFOUR, 224 pages et 12 gravures.
Géométrie agricole (Dessin linéaire, métrage, etc.), par LEFOUR, 216 pages et 150 gravures.
Sol et Engrais, par LEFOUR, 204 pages et 36 gravures.
Animaux domestiques, Zootechnie, hygiène, etc., par LEFOUR, 180 pages et 55 gravures.
Animaux domestiques, Entretien, élevage, etc., par LEFOUR, 220 pages et 89 gravures.

Solution des Problèmes d'Arithmétique et de Géométrie rectifiés, 36 pages in-12 : 75 c.

Bibliothèque du Jardinier, *publiée sous la direction de* MM. DECAISNE et VILMORIN.

En vente : quatre volumes à 1 fr. 25 cent. le volume in-12, savoir :

Asperge (Culture naturelle et artificielle), par LOISEL, 168 pages et 6 gravures.
Melon (Culture sous cloche, sur butte et sur couche), par LOISEL, 112 pages et 3 gravures.
Chimie et Physique horticoles, par DEHERAIN, 120 pages et 11 gravures.
Pépinières, par CARRIÈRE, 144 pages et 16 gravures.

Imprimerie de W. Remquet et Cie, rue Garancière, n. 5.

LTURE.
ROISIEME PARTIE. - *Théorie des assolements*
REMIERE DIVISION. - Histoire des assolements
HAPITRE I. - Pratique des assolements chez les différents peuples
HAPITRE II. - Systèmes pour expliquer la théorie de l'alternance. - Antipathie supposée des plantes
HAPITRE III. - Hypothèse de l'antipathie des plantes d'espèces différentes les unes pour les autres
HAPITRE IV. - Théorie des assolements basée sur la variété des aliments des plantes
HAPITRE V. - Hypothèse de MM. Macaire et Decandolle sur les déjections excrémentielles des plantes
HAPITRE VI. - Hypothèse de Rozier, fondant la théorie des assolements sur la forme des racines
HAPITRE VII. - Hypothèse qui prend pour base de la théorie des assolements l'action des racines sur le sol
EUXIEME DIVISION. - Lois des assolements
troduction
HAPITRE I. - Lois dérivant de la nécessité d'ameublir le sol
HAPITRE II. - Lois dérivant de la nécessité de nettoyer le sol
HAPITRE III. - Lois dérivant de l'épuisement du sol
HAPITRE IV. - De l'aliquote des plantes fourragères
HAPITRE V. - Lois dérivant des forces disponibles pour les cultures
HAPITRE VI. - Lois dérivant du produit des cultures
HAPITRE VII. - Lois résultant des avances à faire pour les cultures diverses
HAPITRE VIII. - Lois dépendant des moyens de réalisation des récoltes
HAPITRE IX. - De l'ordre dans lequel les plantes doivent se succéder dans les assolements
HAPITRE X. - Lois météorologiques des assolements
1. - Influence du climat sur le choix des plantes cultivées
2. - Récoltes dérobées. - Durée de la saison végétative
HAPITRE XI. - Récapitulation des lois des assolements
HAPITRE XII. - Examen de quelques formules d'assolement
UATRIEME PARTIE. - *Des systèmes de culture*
REMIERE DIVISION. - Forces spontanées de la nature
- Système forestier
- Système des pâturages
EUXIEME DIVISION. - Travail de l'homme aidé des forces de la nature
ECTION 1. - Introduction. Des modes de travail appliqués à la terre. Petite et grande culture
ECTION 2. - Systèmes de culture où l'homme est aidé par les forces de la nature
- Système celtique ou alternatif,
- Système des étangs
- Système des jachères
- Système des cultures arborescentes
ROISIEME DIVISION. - La nature suppléée par l'homme pour faire croître les plantes et leur fournir des aliments
- Système continu avec engrais extérieurs. - Système d'emprunt. - Système hétéro-sitique (nourriture étrangère)
- Système continu avec fabrication d'engrais
ONCLUSIONS DE LA QUATRIEME PARTIE. - Du rapport des divers systèmes de culture avec l'état social
INQUIEME PARTIE. - *Des éléments de l'entreprise agricole.* - Introduction
REMIERE DIVISION. - De la terre
HAPITRE I. - De la propriété
HAPITRE II. - Grandes et petites propriétés
HAPITRE III. - Entrée en jouissance des terres par le défrichement
HAPITRE IV. - Entrée en possession de la terre par l'hérédité
HAPITRE V. - Entrée en possession par achat
HAPITRE VI. - Entrée en jouissance par location. - Du fermage en général
ECTION 1. - Système d'Adam Smith
ECTION 2. - Système de Say
ECTION 3. - Système de Ricardo
ECTION 4. - Examen du système d'Adam Smith
ECTION 5. - Examen du système de Say
ECTION 6. - Examen du Système de Ricardo
ECTION 7. - Nouvelle théorie du fermage
ECTION 8. - Valeur de la rente
HAPITRE VII. - De la manière de contracter le fermage
HAPITRE VIII. - Métayage (colon partiaire)
EUXIEME DIVISION. - Le capital
HAPITRE I. - Nature du capital
HAPITRE II. - Du crédit agricole
HAPITRE III. - Emplois divers du capital agricole
HAPITRE IV. - Du capital fixe ou foncier
ECTION 1. - Acquisition du fonds
ECTION 2. - Partie du capital de fonds employée à la mise en valeur du domaine
ECTION 3. - Partie du capital de fonds consacrée à l'entretien
ECTION 4. - Partie du capital de rente employée à la défense de la proprié é
HAPITRE V. - Du capital de cheptel
ECTION 1. - Cheptel vivant; bêtes de travail
ECTION 2. Du choix de l'espèce des bêtes de travail
ECTION 3. - Cheptel vivant; animaux de rente
ECTION 4. - Du cheptel mort
ECTION 5. - Récapitulation du capital de cheptel
HAPITRE VI. - Du capital circulant ou fonds de roulement
ECTION 1. - Salaire de l'intelligence directrice
ECTION 2. - Nourriture des hommes
ECTION 3. - Nourriture des bêtes de travail
ECTION 4. - Nourriture des bêtes de rente
ECTION 5. - De l'entretien des machines
ECTION 6. - Semences et plantes
ECTION 7. - Entretien de la fertilité de la terre
ECTION 8. - Des ouvriers supplémentaires
ECTION 9. - Partie du capital employé au paiement de la rente
ECTION 10. - Intérêts et assurances
ECTION 11. - Résumé des frais à la charge du capital circulant
ROISIEME DIVISION. - De l'intelligence directrice
HAPITRE I. - De la profession d'agriculteur

HAPITRE IV. - Education des agents inférieurs de l'agriculture
HAPITRE V. - Des femmes dans la profession agricole
IXIEME PARTIE. - *De l'organisation de l'entreprise agricole.* - Introduction
REMIERE DIVISION. - Recherches des éléments de l'entreprise
HAPITRE I. - La terre
ECTION 1. - Titres de possession
ECTION 2. - Surface du terrain
ECTION 3. - Stratification du terrain
ECTION 4. - Composition minéralogique et chimique
ECTION 5. - Propriétés culturales du sol
ECTION 6. - Climat
ECTION 7. - Fertilité du sol
ECTION 8. - Débouché
ECTION 9. - Des communications
HAPITRE II. - Le capital
HAPITRE III. - Les forces mécaniques
HAPITRE IV. - Eléments nutritifs des plantes
EUXIEME DIVISION. - Détermination du système agricole à adopter
HAPITRE I. - Détermination absolue du système
ECTION 1. - Capital suffisant, sol mauvais, débouché difficile
ECTION 2. - Capital suffisant, sol mauvais, bon débouché
ECTION 3. - Capital suffisant, sol bon, bon débouché
HAPITRE II. - Choix d'un système agricole d'après le capital disponible
ECTION 1. - Capital pour la conversion en prairies et leur exploitation
ECTION 2. - Systèmes des jachères
ECTION 3. - Assolements avec prépondérance de produits à vendre
ECTION 4. - Assolement avec prépondérance des fourrages consommés
ECTION 5. - Cultures arbustives
HAPITRE III. - Délibération sur le système à choisir
ECTION 1. - Enquête
ECTION 2. - Recherches du système à adopter
1. - 1er *Système.* - Conversion en pâturages
2. - 2^{e} *Système.* - Défrichement complet, jachère triennale
3. - 3^{e} *Système.* - Jachère portée à son maximum de fertilité
4. - 4^{e} *Système.* - Assolement continu
5. - 5^{e} *Système.* - Cultures arbustives. - Vignes
ECTION 3. - Discussion du système proposé
ECTION 4. - Projet de règlement d'organisation
EPTIEME PARTIE. - *De l'administration de la proprieté rurale*
HAPITRE I. - Entrée en jouissance
ECTION 1. - Etat des lieux
ECTION 2. - Installation du local
ECTION 3. - Choix des agents divers attachés à la ferme
ECTION 4. - Achat du bétail
ECTION 5. - Achat des instruments aratoires
HAPITRE II. - Règlement de service
HAPITRE III. - Fonctions du directeur
HAPITRE IV. - Distribution des travaux entre les différentes saisons de l'année
HAPITRE V. - Conservation et distribution des engrais
HAPITRE VI. - Surveillance de la nourriture des hommes
HAPITRE VII. - Surveillance de la nourriture des animaux
HAPITRE VIII. - Conservation des récoltes
HAPITRE IX. - Des rentes et des achats
HAPITRE X. - De la comptabilité agricole
ECTION 1. - Etablissement de la valeur en numéraire des objets destinés à la vente
ECTION 2. - Etablissement de la valeur des objets destinés à être consommés dans l'exploitation
ECTION 3. - Etablissement du prix des engrais
1. - Unité dont on doit se servir dans le compte-matière des engrais
2. - Méthode rigoureuse d'appréciation de l'unité des comptes des engrais
3. - Méthode approchée pour apprécier la valeur des engrais
4. - Autre méthode plus abrégée pour apprécier la valeur des engrais
5. - Clôture des comptes des cultures relativement à l'engrais
ECTION 4. - De l'ouverture des comptes de culture
1. - Compte d'une culture de froment
2. - Compte des cultures perennes
3. - Compte du sol
ECTION 5. - Compte des attelages
ECTION 6. - Compte du bétail de rente
ECTION 7. - Frais généraux
HAPITRE XI. - Conservation du capital de fonds
HAPITRE XII. - De la vie rurale
ECTION 1. - Le propriétaire de biens affermés
ECTION 2. - Le propriétaire de biens en métayage
ECTION 3. - Le propriétaire exploitant par lui-même
ECTION 4. - Les propriétaires-cultivateurs
N DE LA TABLE DU TOME CINQUIEME ET DERNIER.

COURS

D'AGRICULTURE

PAR

LE Cte DE GASPARIN

ANCIEN PAIR DE FRANCE

ANCIEN MINISTRE DE L'AGRICULTURE ET DE L'INTÉRIEUR, MEMBRE DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

DE LA SOCIÉTÉ CENTRALE D'AGRICULTURE, ETC., ETC.

TOME SIXIÈME

PARIS

LIBRAIRIE AGRICOLE DE LA MAISON RUSTIQUE

26, RUE JACOB, 26

COURS

D'AGRICULTURE

VI

PARIS. — IMPRIMERIE SIMON RAÇON ET COMP., 1, RUE D'ERFURTH.

COURS

D'AGRICULTURE

PAR

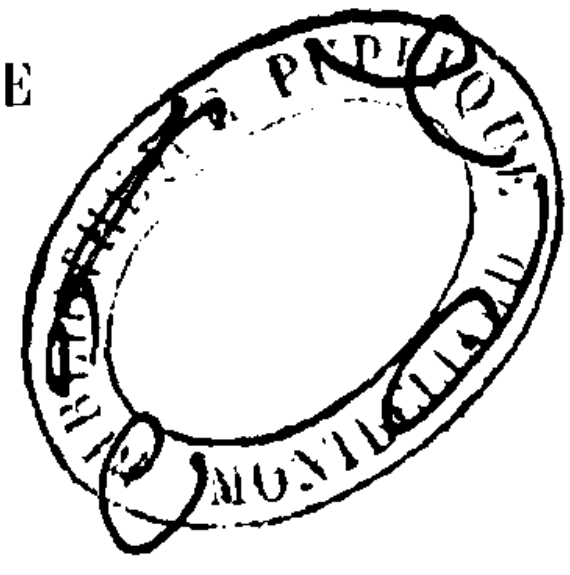
LE Cte DE GASPARIN

Ancien Ministre de l'Agriculture et de l'Intérieur, Membre de l'Académie des Sciences
de la Société centrale d'Agriculture, etc.

SUIVI DE

CONSIDÉRATIONS SUR LES MACHINES, ET DU PLAN INCLINÉ COMME GRANDE MACHINE AGRICOLE
PAR AUGUSTE DE GASPARIN

TOME SIXIÈME



PARIS
LIBRAIRIE AGRICOLE DE LA MAISON RUSTIQUE
26, RUE JACOB, 26
1860

A AUGUSTE DE GASPARIN

Mon cher Frère,

En inscrivant nos deux noms au commencement de ce volume, je désire qu'il constate longtemps le souvenir de cette amitié, plus forte encore que les liens du sang, qui a mis en commun nos sympathies, nos pensées, nos études, nos succès, et qui de nos deux familles n'en a fait qu'une seule, où se continue, à notre exemple, cette tradition d'union fraternelle.

Je désire, en outre, que ton nom rappelle aux amis de l'agriculture la part que tu as prise à ses progrès par de nombreuses expériences, par des observations ingénieuses que ta modestie aurait souvent laissées dans l'oubli, si je ne les avais rappelées dans mes ouvrages et s'il n'était échappé de ta plume ces deux piquants opuscules[1] *où la poésie de la forme s'unit à la générosité des sentiments et à la vérité des pensées.*

GASPARIN,
Membre de l'Académie des Sciences.

[1] *Considérations sur les Machines; Du plan incliné comme grande machine agricole.* Voir p. 455 et 489.

Legitimæ inquisitionis vera norma est, ut nihil veniat in practicam, cujus non sit etiam doctrinæ aliqua et theoria.

(Bacon, *De Dignitate et Augmentis scientiarum.*)

Ce sixième volume, qui forme le complément et le résumé du *Cours d'Agriculture* de M. de Gasparin, est composé de deux parties :

La première partie, relative à la ***nutrition des végétaux***, a déjà été publiée en 1854, sous le titre *Principes de l'Agronomie*.

La seconde partie, consacrée à l'***habitation des plantes***, est inédite ; M. de Gasparin en achevait la composition lorsqu'il a été frappé de la cruelle maladie qui depuis 1856 le condamne au repos.

L'illustre agronome m'a chargé de surveiller l'impression et de corriger les épreuves de ce volume. Le public devra m'attribuer les erreurs qui peuvent s'y être glissées, quoique j'aie donné à la surveillance de la publication de l'ouvrage de mon maître les soins les plus attentifs, par dévouement, affection et respect.

J. A. BARRAL.

M. DE GASPARIN

PARIS. — IMP. SIMON RAÇON ET COMP., RUE D'ERFURTH, 1.

M. DE GASPARIN

NOTICE

PUBLIÉE DANS LE NUMÉRO DU 20 SEPTEMBRE 1862
DU JOURNAL D'AGRICULTURE PRATIQUE

PAR

J. A. BARRAL

DIRECTEUR DU JOURNAL D'AGRICULTURE PRATIQUE, MEMBRE DE LA SOCIÉTÉ
IMPÉRIALE ET CENTRALE D'AGRICULTURE DE FRANCE

DEUXIÈME ÉDITION

PARIS
LIBRAIRIE AGRICOLE DE LA MAISON RUSTIQUE
RUE JACOB, 26

M. DE GASPARIN

I

L'agriculture française vient de faire une grande perte par la mort de M. de Gasparin.

L'un des fondateurs de la science agronomique, ce savant vénéré a introduit les méthodes scientifiques dans l'observation des choses de l'agriculture; il s'était voué à la défense de ses intérêts et il a puissamment contribué à la lancer dans la voie progressive où elle s'avance avec tant de succès aujourd'hui.

Il a été un des premiers rédacteurs du *Journal d'agriculture pratique;* il en a suivi le développement avec la convic-

tion qu'il était d'une grande importance pour les agriculteurs d'avoir un organe fortement constitué, toujours prêt à soutenir leur cause avec une énergique modération, à faire accomplir des progrès en conservant la prudence nécessaire dans les applications nouvelles. Il était l'ami de tous ses colloborateurs; il montrait à tous une bienveillance encourageante. Aussi le deuil est grand parmi nous, et au moment où le directeur du *Journal d'agriculture pratique* vient remplir le triste devoir qu'exige de lui sa position de rendre hommage à la mémoire d'un maître vénéré et d'un ami bien-aimé, il se sent abattu par le chagrin.

Et cependant, depuis plusieurs années, M. de Gasparin, frappé par la maladie, vivait retiré loin du mouvement de ce monde, condamné à se contenter de suivre les progrès de la science à laquelle il s'était consacré.

Il est mort dans sa quatre-vingtième année, ayant parcouru une longue et noble carrière qui lui donne le droit à un glorieux repos parmi ceux dont la mémoire survit.

Dans l'ordre des destinées humaines, son heure était venue, mais il était de ces hommes que l'on voudrait conserver toujours, dont la présence au foyer semble une bénédiction. Leur disparition soudaine, quoique depuis longtemps prévue, plonge dans les abîmes de l'affliction. Puis on se relève pour dire quel bien ils ont fait, pourquoi on les aimait avec vénération et quels souvenirs pieux on en gardera.

M. DE GASPARIN.

II

Adrien-Étienne-Pierre, comte de Gasparin, naquit à Orange le 29 juin 1783. Sa famille appartenait à la noble maison des Gaspari de Corse, dont la branche aînée s'est éteinte en 1840 dans la personne du comte Luce de Gaspari-Belleval.

Son père, Thomas-Augustin de Gasparin, était capitaine au régiment de Picardie. Lorsque la Révolution éclata, il en adopta les principes, contribua à la réunion du comtat Venaissin à la France en 1791, engagea sa fortune personnelle pour payer l'arriéré de la solde de son régiment, et fut envoyé par les électeurs des Bouches-du-Rhône d'abord à l'Assemblée législative et ensuite à la Convention, où il devint membre du Comité de salut public.

Il avait épousé une demoiselle de Serres, qui était de l'Église réformée; il voulut que ses quatre enfants, deux fils et deux filles, fussent élevés dans la religion de leur mère.

La famille de l'illustre Olivier de Serres possédait à Orange une propriété encore appelée aujourd'hui la Tour des Serres. Les plus vieux habitants du pays regardent les De Serres, auxquels appartenait la mère du maître que nous pleurons, comme les descendants du grand agronome du seizième siècle.

C'est la tradition qui doit prononcer en cette matière. Presque tout ce qui regarde l'illustre auteur du *Théâtre de l'agriculture* a été enveloppé pendant de nombreuses années dans les ténèbres amoncelées par la proscription prononcée contre les protestants. La plupart des papiers de famille ont été brûlés; les souvenirs seuls sont restés.

On retrouve dans les de Gasparin l'amour des champs et du bien public, qui était dans leur illustre ancêtre.

Thomas de Gasparin rendit de grands services à la patrie en danger dans plusieurs missions aux armées du Nord, de la Vendée et des Alpes. Envoyé à Toulon pour surveiller le siége de cette ville conjointement avec Albitte, Barras, Fréron, Ricord, Robespierre jeune et Sallicetti, il entra en rapport avec Napoléon Bonaparte, et approuva le plan d'attaque du jeune officier d'artillerie contre les Anglais. Cette rencontre laissa dans l'âme de celui qui devait devenir un des maîtres du monde une profonde impression; il s'en est souvenu sur le rocher de Sainte-Hélène.

Cependant le conventionnel, tombé malade de fatigue et d'épuisement après avoir vaillamment combattu à la tête des troupes républicaines, allait bientôt mourir dans sa ville natale. Il ne put voir le triomphe qu'il avait préparé. Mais ses fils ont reçu plus tard une marque touchante de l'estime reconnaissante que Napoléon avait conçue pour leur père.

L'article 3 du quatrième codicille du testament de l'Empereur, daté de Longwood, le 24 avril 1821, contient les lignes suivantes qui s'ajoutent glorieusement à tous les titres de noblesse de la famille des Gasparin :

« Nous léguons cent mille francs aux fils ou petit-fils du député de la Convention Gasparin, représentant du peuple

à l'armée de Toulon, pour avoir protégé, sanctionné de son autorité le plan que nous avons donné, qui a valu la prise de cette ville et qui était contraire à celui envoyé par le Comité de salut public. Gasparin nous a mis par sa protection à l'abri des persécutions de l'ignorance des états-majors qui commandaient l'armée avant l'arrivée de mon ami Dugommier. »

III

Les deux fils du conventionnel, Adrien et Augustin, devinrent orphelins en 1794; ils perdirent successivement leur père et leur mère; mais ils eurent le bonheur d'être confiés à une grand'mère, digne et noble femme qui leur fit faire de fortes études et leur inspira d'ailleurs l'amour des choses de la vie rurale; aussi l'agriculture les revendique comme deux de ses fils.

Le plus jeune, M. Augustin de Gasparin, né en 1787, est mort en 1857, avant son aîné, qu'il aimait profondément et dont il suivait les doctrines avec conviction, mais aussi avec une originalité remarquable. A la tête du dernier volume des œuvres du grand agronome, on lit une touchante preuve de cette union intime de deux frères également distingués par le cœur et par l'esprit. Au moment où la tombe vient de se refermer pour toujours sur Adrien de Gasparin, les admirateurs de ces hommes forts et généreux aimeront à les confondre dans un hommage commun. Les lignes suivantes, pleines de la plus douce tendresse et de la

persuasion du bien accompli, consacrent pour la postérité une union digne de servir d'exemple :

« *A Auguste de Gasparin.* Mon cher frère, en inscrivant nos deux noms au commencement de ce volume, je désire qu'il constate longtemps le souvenir de cette amitié, plus forte encore que les liens du sang, qui a mis en commun nos sympathies, nos pensées, nos études, nos succès, et qui de nos deux familles n'en a fait qu'une seule, où se continue, à notre exemple, cette tradition d'union fraternelle. Je désire en outre que ton nom rappelle aux amis de l'agriculture la part que tu as prise à ses progrès par de nombreuses expériences, par des observations ingénieuses que ta modestie aurait souvent laissées dans l'oubli, si je ne les avais rappelées dans mes ouvrages et s'il ne s'était échappé de ta plume ces deux piquants opuscules (*Considérations sur les machines; Du plan incliné comme grande machine agricole*), où la poésie de la forme s'unit à la générosité des sentiments et à la vérité des pensées. »

M. Adrien de Gasparin embrassa la carrière des armes dès qu'il sortit de l'adolescence. Il fit les campagnes d'Italie comme officier de dragons. Le ministre de la guerre, préoccupé de voir les chevaux de notre cavalerie succomber dans les garnisons et dans les camps plus souvent à des maladies qu'à des blessures, résolut de rendre les notions de l'art vétérinaire obligatoires à quelques officiers déjà versés dans les sciences naturelles. Un de ses choix tomba sur le jeune Gasparin qui fut attaché à l'école vétérinaire de Lyon.

Après avoir suivi avec beaucoup de succès les différentes branches de l'enseignement, le savant officier retourna à son corps, en Italie, où il eut l'occasion de se livrer à une pratique très-étendue des connaissances qu'il avait acquises.

En 1806, il était attaché comme officier de cavalerie à l'état-major de Murat, lorsque des infirmités contractées au service le forcèrent de rentrer dans ses foyers. Cet événement décida de sa carrière.

Ayant appris par la méditation des anciens et par les exemples de ses ancêtres que « l'agriculture, ce sont ses expressions, n'est pas seulement une occupation honorable qui porte avec elle la satisfaction de l'esprit et la santé du corps, qu'elle est encore une source de développement pour l'intelligence, un des exercices les plus utiles et les plus variés qu'on puisse lui trouver, un sujet d'études qui présente à chaque pas une foule de problèmes pour la solution desquels il faut faire concourir le plus grand nombre de connaissances premières, » il résolut d'approfondir les sciences physiques et naturelles, qu'il avait déjà cultivées avec succès, tout en se livrant par goût aux soins de la direction de ses domaines.

La vie politique ne lui présenta d'ailleurs, pendant de longues années, que des raisons de s'en tenir éloigné. Esprit libéral, il ne pouvait suivre le gouvernement impérial dans les voies où il s'était engagé durant les dernières années de son existence. Les antécédents de sa famille lui interdirent les fonctions publiques sous la Restauration.

L'agriculture était la seule occupation où il pouvait prendre une place honorable. N'est-elle pas le digne refuge de tous les hommes de cœur qu'atteignent les révolutions, quel que soit le parti auquel ils appartiennent? Là se rencontrent, sur un terrain neutre, tous ceux qui aiment le bien; dans une pensée commune des services à rendre à la patrie, ils se donnent la main, alors qu'ailleurs ils marcheraient divisés et peut-être ennemis.

Nul, d'ailleurs, ne peut mieux élever une jeune famille que l'agriculteur. Les enfants prennent la force et l'agilité du corps au milieu des champs; les parents ne sont pas distraits des soins et des devoirs de l'éducation par les occupations si absorbantes du monde. C'est ainsi que les deux fils de M. Adrien de Gasparin, M. Agénor de Gasparin et M. Paul de Gasparin, reçurent de leur illustre père les principes et l'éducation qui en font aujourd'hui les continuateurs de la renommée de leur famille.

IV

« Toute bonne agriculture étant fondée sur l'éducation des bestiaux, » Adrien de Gasparin regarda comme la partie la plus essentielle de ses nouveaux devoirs de rechercher les lois de leur organisation et de déterminer les moyens de les conserver et de guérir les infirmités des animaux domestiques. Pendant sa carrière militaire, il avait eu l'inspection de nombreux dépôts de chevaux malades; il se trouvait donc tout particulièrement disposé à diriger utilement ses premières recherches vers l'amélioration du bétail. Aussi un assez grand nombre de ses plus anciens écrits sont consacrés à ce qu'il a lui-même nommé plus tard la zootechnie.

Dans cet ordre d'idées, M. de Gasparin a composé un Mémoire *sur le croisement des races* qui, en 1810, a été couronné par la Société d'agriculture de Lyon. En 1811, un autre Mémoire *sur la gourme des chevaux* obtint la médaille

d'or de la Société d'agriculture de la Seine, devenue plus tard Société centrale d'agriculture de France.

Bientôt après il résolut de vulgariser parmi les agriculteurs eux-mêmes les connaissances qu'il avait acquises dans l'art vétérinaire, en composant un Manuel pratique, commode à consulter, et mis à la portée non pas de ceux qui n'auraient jamais vu ni soigné des animaux, mais de ceux qui les voient souvent, les soignent, les surveillent attentivement.

M. de Gasparin voulait d'ailleurs qu'on ajoutât à l'emploi de son Manuel la lecture de quelques ouvrages d'anatomie et de physiologie et qu'on visitât des hôpitaux de vétérinaires, de manière à comparer des maladies bien définies avec les descriptions données dans le manuel. Il ne se dissimulait pas les erreurs que l'on pouvait commettre en se servant d'un livre, quelque bien disposés et faciles à retrouver qu'en fussent les matériaux; mais il pensait avec raison qu'un guide sûr mis entre les mains des agriculteurs devait leur être d'une grande ressource pour surveiller tout au moins les empiriques et les ignorants *guérisseurs* qui exercent sans contrôle leur industrie dans les campagnes.

Qui ne sait combien étaient rares, en 1817, époque à laquelle parut le *Manuel d'art vétérinaire*, les médecins vétérinaires instruits; combien il était difficile d'obtenir leurs soins pour les écuries, les étables ou les bergeries qui n'étaient pas situées dans le voisinage immédiat des grandes villes! Le livre du savant officier de cavalerie fut un véritable service rendu à l'agriculture. Il y plaça, d'ailleurs, les résultats d'un grand nombre de recherches qu'il avait personnellement faites sur les anomalies résultant d'un défaut d'équilibre entre les fonctions diverses de la vie. Ces

anomalies sont amenées par les régimes auxquels les animaux domestiques sont soumis par la volonté de l'homme; ils y échapperaient s'ils demeuraient toujours dans les conditions pour lesquelles ils ont été créés.

Deux autres Mémoires très-importants se rattachent encore à ce même ordre de travaux; ils sont tous deux relatifs à l'espèce ovine et sont intitulés, l'un, *Des maladies contagieuses des bêtes à laine;* l'autre, *Sur l'éducation des mérinos comparée à celle des autres races de bêtes à laine, dans les diverses situations pastorales et agricoles.*

Le premier de ces Mémoires est très-remarquable. Il a été couronné en 1820 par la Société d'agriculture de Lyon, et publié en 1821. Il est divisé en deux parties : la première a pour objet des considérations générales sur les épizooties et les contagions; la seconde contient la description particulière de ces maladies. La division systématique suivante est adoptée par le savant auteur pour les épizooties; il les considère comme causées : 1° par erreur de régime; 2° par infection; 3° par des miasmes; 4° par contagion. Cette classification était fondée sur des observations alors absolument neuves.

Le rapporteur de la Société de Lyon constate que « l'ouvrage est rempli de descriptions exactes et sévères, de rapprochements ingénieux, d'érudition bien choisie; que la véritable méthode philosophique, qui seule peut conduire à la perfection des sciences naturelles, y est suivie avec fidélité; que le style offre enfin un mérite tout à fait remarquable. »

Le chapitre intitulé : *Essai d'une physiologie comparative des bêtes à laine*, est particulièrement écrit avec une hauteur de vue et une fermeté de pensée qui en font au-

jourd'hui un des morceaux de la littérature agricole les meilleurs que l'on puisse lire. D'ailleurs les travaux plus modernes n'y ont que très-peu ajouté. On pourrait faire entrer une plus grande précision dans les données expérimentales sur lesquelles l'illustre auteur s'appuie, mais on n'aurait besoin de changer ni la méthode d'examen ni les déductions pour obtenir une œuvre absolument à la hauteur de la science moderne.

Le Mémoire sur l'éducation des mérinos a été couronné en 1822 par la Société d'encouragement pour l'industrie nationale, concurremment avec un autre Mémoire de M. Perrault de Jotemps sur le même sujet. Il est intéressant à lire même aujourd'hui. Il y a quarante ans, on ne pouvait s'occuper en France que de la race mérinos comparée aux races ordinaires du pays. Il serait utile que, sur le plan adopté par M. de Gasparin, on fît maintenant un parallèle entre la race mérinos et les races ovines anglaises introduites depuis quelques années.

Les publications modernes sur les questions de production de la laine et de production de la viande manquent généralement de précision; elles présentent bien rarement une partie de la rigueur scientifique que M. de Gasparin a cherché à faire prédominer dans les travaux de cet ordre, peut-être un peu prématurément, parce que les sciences naturelles, la chimie surtout, ne pouvaient pas encore fournir tous les éléments de discussion que l'on possède actuellement ou que du moins on peut acquérir avec plus de facilité.

V

Mais l'étude du bétail, malgré le rôle important que les animaux domestiques jouent dans l'économie rurale, ne paraissait pas à M. de Gasparin constituer réellement une occupation agricole. De bonne heure il émit cette idée que l'agriculture devait être considérée comme absolument indépendante de l'éducation des animaux employés par le cultivateur pour exécuter ses travaux ou bien pour consommer quelques-uns des produits des champs, et les transformer d'une part en engrais, et d'autre part en matières commerciales, comme la viande, le lait, la laine.

On peut à la rigueur concevoir une ferme sans aucun bétail, employant la vapeur comme force motrice, et, par exemple, achetant tous ses engrais, vendant toutes ses pailles et tous ses fourrages. Auprès de quelques villes, on voit dès maintenant des exploitations rurales basées sur des spéculations de cet ordre.

De même que M. de Gasparin regarde comme constituant la technologie agricole toutes les transformations que l'on fait subir aux récoltes pour en séparer ou en extraire divers produits commerciaux, par exemple pour tirer le vin du raisin; de même, de tous les principes qui peuvent diriger l'éleveur des animaux domestiques, il forme la zootechnie. Il a fait adopter cette manière de voir par Ampère. Ce philo-

sophe profond, en même temps qu'inventeur de génie et physicien capable des plus sublimes conceptions, s'exprime à ce sujet dans les termes suivants, que nous reproduisons parce qu'ils rendent à l'agronome que nous pleurons un hommage qui l'honorait vivant et qui l'honorera aussi pour la postérité.

« J'ai déjà remarqué, dit Ampère dans son *Essai sur la philosophie des sciences*, qu'on a presque toujours réuni la zootechnie avec l'agriculture, et moi-même je ne les avais pas séparées dans mes premiers tableaux des connaissances humaines. Un de nos agronomes les plus distingués, M. de Gasparin, correspondant de l'Institut, dont je m'honore d'être l'ami, me fit le premier observer que puisque je séparais la zoologie de la botanique, rien ne pouvait m'autoriser à ne pas séparer de même la zootechnie de l'agriculture; il me dit que dans un ouvrage sur tous les travaux de la campagne, dont il s'était longtemps occupé, il avait cru devoir traiter à part de l'agriculture proprement dite, et de tout ce qui est relatif à l'éducation des animaux domestiques ainsi qu'à la chasse et à la pêche. Je me refusai d'abord à cette distinction, dont j'ai reconnu plus tard la justesse. »

Dans son *Cours d'agriculture* publié de 1843 à 1849, M. de Gasparin a en effet laissé de côté la zootechnie et la technologie agricole; il s'était proposé de les faire paraître plus tard; mais la maladie est venue le frapper avant qu'il pût réaliser ce projet. Cependant son Cours forme un tout complet et restera un monument impérissable, parce qu'il démontre pour la première fois des principes à peine aperçus par ses devanciers.

Il avait préludé à la composition de cet ouvrage par un

grand nombre de travaux préparatoires, ainsi que le constate Ampère dans les lignes précédentes.

Ces travaux d'agriculture pure peuvent être partagés en deux catégories : les uns sont principalement relatifs à l'administration de la propriété rurale; les autres traitent avec une grande profondeur des questions de culture spéciale. Ces derniers constituent des monographies d'une valeur inestimable, et parce qu'ils n'ont pas été et qu'ils ne seront peut-être jamais refaits avec de pareils développements, et parce qu'ils ont inauguré l'application des procédés scientifiques modernes, basés sur l'analyse et sur l'expérience, à la solution des questions agricoles.

La plupart de ces travaux ont été exécutés de 1820 à 1830, pendant cette période où M. de Gasparin, âgé de trente-sept à quarante-sept ans, grand propriétaire, sans aucune occupation publique, se trouvait avoir toute la maturité et toute la force de la pensée. D'ailleurs sa position de fortune lui donnait la pleine liberté de se consacrer à la méditation sans les distractions de la vie politique et les inquiétudes d'une vie domestique agitée par les difficultés matérielles qui assiégent tant d'existences. Mais aussi pour accomplir toutes les choses utiles qu'on lui doit, il fallait la ferme volonté d'un grand esprit et d'une forte intelligence, et ce feu sacré qui ne brûle que dans les cœurs d'élite.

VI

C'est l'administrateur distingué, le propriétaire instruit du Midi, l'économiste érudit qui parle dans les premiers des travaux que nous rappelons à l'attention. Ce n'est pas encore le savant qui interroge la nature par les méthodes expérimentales pour connaître les secrets de la production des plantes.

Il s'agit des hommes plus que des choses, ou même de la conduite que doivent tenir les hommes chargés de diriger ou de surveiller des exploitations rurales dans le Mémoire *Sur les petites propriétés considérées dans leurs rapports avec l'agriculture et avec le sort des ouvriers*, publié en 1821; — dans le *Guide du propriétaire des biens ruraux affermés*, ouvrage couronné par la Société centrale d'agriculture en 1828; — dans le *Guide du propriétaire de biens soumis au métayage*.

Ce dernier ouvrage qu'on peut considérer comme le pendant du premier, fut traduit en italien, puis publié par extraits, en 1827, dans la Bibliothèque universelle de Genève, et enfin imprimé en entier, en 1832, par la Société d'agriculture de Lyon.

M. de Gasparin s'était proposé d'abord de composer également un Guide des propriétaires exploitant par eux-mêmes, mais il a déclaré plus tard qu'il a renoncé à son projet de compléter cette espèce de *trilogie* correspondant à toutes

les situations de la propriété, après la publication dans le tome VIII des *Annales de Roville*, du beau Mémoire de Mathieu de Dombasle, intitulé *Des succès et des revers dans les entreprises d'améliorations agricoles*. Il a trouvé que Mathieu de Dombasle avait parlé en maître habile et qu'il était inutile de revenir sur des choses que le fondateur de Roville avait admirablement dites pour le temps où il écrivait.

Les progrès accomplis à la suite du développement inattendu des applications des sciences à l'agriculture ont ensuite fait penser à M. de Gasparin qu'il y avait lieu de revenir sur une foule de questions que le propriétaire exploitant devait désormais aborder avec plus de hardiesse; un de ses disciples bien-aimés, M. Lecouteux, a composé à ce sujet un excellent livre sur les principes de la culture améliorante.

Dans ces ouvrages qui sont plus particulièrement consacrés à l'économie rurale, M. de Gasparin a mis en évidence deux vérités qui étaient complétement méconnues. C'est que les propriétaires de biens affermés ne peuvent rester étrangers à la terre, qu'ils ont à remplir des devoirs impérieux dont l'accomplissement importe beaucoup à notre richesse territoriale; c'est aussi que si le métayage se trouve être inférieur au fermage par ses résultats, il est néanmoins très-supérieur aux cultures serviles et constitue un état de transition nécessaire, « qui ne mérite pas le blâme de ceux qui sont plus heureux, mais doit exciter l'émulation des pays qui y sont retenus et qui désirent de s'élever plus haut; il doit d'ailleurs faire l'envie des nations qui, réduites encore au système des corvées ou à celui de l'esclavage, ne peuvent arriver à une plus grande perfection qu'en passant par ce degré d'administration agricole. »

Le plus haut degré de perfection agricole est pour M. de Gasparin comme pour tous les économistes, celui où le fermage est la condition générale, pourvu, toutefois, que le propriétaire reste attaché lui-même aux occupations rurales et prenne part, au moins par le placement de ses capitaux, à l'amélioration de ses domaines. Quant à l'exploitation de très-grandes terres par les propriétaires eux-mêmes ou par des régisseurs, l'illustre agronome la regarde comme inférieure à un bon système de métayage, et il a eu l'occasion de montrer l'exactitude de cette opinion dans un Mémoire remarquable publié en 1839, et ayant pour titre *Coup d'œil sur l'agriculture de la Sicile*, « cette noble et malheureuse nation qui, après une si longue éclipse, pourrait reparaître brillante au milieu de la civilisation moderne, parce qu'elle a conservé dans la vie agricole un ressort énergique avec un fier sentiment d'indépendance. »

VII

La première application des principes de la science aux questions agricoles a été faite par M. de Gasparin, en 1817, dans un Mémoire sur la culture du blé dans le département de Vaucluse. L'application, l'illustre agronome l'a dit lui-même plus tard, était encore incomplète, mais son travail reste comme extrêmement curieux pour l'histoire de l'agriculture, parce qu'on y trouve une description très-exacte et très-précise de l'état de l'agriculture du pays à cette époque.

Les instruments et les procédés de culture sont expliqués avec une grande lucidité et ensuite les résultats obtenus sont parfaitement discutés au point de vue économique; il résulte clairement des faits observés que la culture du blé alternant avec la jachère est désavantageuse; elle ne peut se soutenir qu'en raison des cultures industrielles accessoires, olivier, vigne, mûrier, que la nécessité a forcé d'introduire dans le pays.

Jusque-là c'est la méthode d'observation seule qu'applique avec beaucoup de sagacité le savant agronome. Il va désormais prendre son essor, et recourant à l'expérience, faire apparaître une plus vive lumière sur les questions qu'il agite. C'est dans son Mémoire *Sur la culture de la Garance*, Mémoire couronné par la Société d'agriculture de la Haute-Garonne, que M. de Gasparin fait pour la première fois intervenir dans ses recherches l'analyse chimique et les expériences physiques. Il les invoquera désormais avec persévérance, reconnaissant que sans la balance et sans les mesures on ne peut rien constater qui reste comparable, on ne peut pas obtenir des données d'un intérêt durable pour la science et toujours susceptibles de concourir à affirmer les progrès.

Mais en 1824, les applications de la chimie à l'agriculture n'avaient pas encore trouvé de règles et elles essayaient leurs premiers pas. Il est curieux de voir dans le Mémoire de M. de Gasparin que l'analyse des terres se borne à la détermination de l'humus, du calcaire, de l'argile et du sable. Quant aux propriétés physiques que le savant auteur détermine, elles consistent dans la couleur, la densité, la ténacité, la force d'adhérence aux outils, l'hygroscopicité, la rapidité d'imbibition et de dessiccation. On conçoit combien il était

difficile de pouvoir déduire de la connaissance de pareils faits les raisons de la plus ou moins grande richesse de la garance en matière colorante. Cette question du reste n'est pas encore résolue aujourd'hui, et on en est encore à la conclusion de M. de Gasparin qu'une terre est d'autant meilleure pour la garance qu'elle a plus d'affinité pour l'eau, qu'elle se dessèche plus lentement, qu'elle a moins d'adhérence pour les outils, qu'elle fait moins corps étant sèche, mais à la condition que l'eau ne séjourne pas dans la couche inférieure du sol qui doit toujours être bien égoutté. Ce sont les avantages des sols drainés naturellement ou artificiellement qui sont mis ainsi en évidence avant que le nom de drainage soit inventé.

La question de la quantité d'engrais nécessaire à la garance est aussi abordée par le savant auteur avec une pleine hardiesse, mais les moyens de recherche sont trop imparfaits pour que la solution en soit possible.

Quoi qu'il en soit, le Mémoire sur la garance est resté la base de tous les articles et de tous les traités qui ont été écrits jusqu'à ce jour sur la culture de cette plante; il n'y a été ajouté que par M. Decaisne, dont les travaux sur l'anatomie et la physiologie de la garance sont si justement estimés.

Le Mémoire de M. de Gasparin n'est pas parvenu du reste tout d'un coup au point où l'illustre agronome l'a laissé définitivement. En 1815, il avait publié un premier essai dans la *Bibliothèque britannique* de Genève. En 1819, de nouveaux documents ayant été recueillis, un second Mémoire fut inséré dans la *Bibliothèque universelle* de la même ville. En 1824, M. de Gasparin, en possession de notions plus étendues et plus positives, rédigea un travail d'ensemble qui

fut envoyé au concours ouvert par la Société d'agriculture de la Haute-Garonne. Enfin une dernière édition encore retouchée parut en 1844.

Cette manière de soumettre pendant de longues années un travail technique à de nombreuses refontes est la seule qui permette, pour le plus grand nombre des problèmes de l'agriculture, d'obtenir une œuvre durable; elle est celle que suivent tous les maîtres. Les improvisations, les travaux exécutés à la hâte ne peuvent rien fonder de solide, lorsqu'il s'agit de discuter des faits complexes pour lesquels les expériences demandent le lent retour de saisons propices.

VIII

Les Mémoires sur la culture du safran aux environs d'Orange et sur la culture de l'olivier dans le midi de la France suivirent de près celui sur la garance. Ils sont composés sur le même plan et constituent des monographies où ont puisé à pleines mains tous ceux qui ont eu à écrire sur ces cultures intéressantes, généralement peu connues des agronomes les plus renommés, appartenant presque tous aux régions du nord.

La méthode inaugurée dans le Mémoire sur la garance est ici suivie avec un égal succès, malgré les imperfections des procédés qui vont commencer seulement à être améliorés par l'intervention de plus en plus grande des chi-

mistes dans le domaine des questions agricoles. Les recherches de MM. Boussingault, Liebig, Payen, vont enfin apporter des bases certaines aux calculs agronomiques ; MM. Boussingault et Dumas pourront donner leur célèbre essai de statique chimique.

L'heure sera venue alors pour M. de Gasparin d'écrire avec succès un traité complet d'agriculture où, pour la première fois, des données scientifiques certaines et vérifiables serviront de guide, où il y aura enfin un corps de doctrines fondé sur l'expérience. C'est là un événement considérable dans l'histoire du progrès de l'agriculture. L'accomplissement de l'œuvre entreprise et exécutée par M. de Gasparin est un titre impérissable à la reconnaissance de la postérité.

IX

Mais avant de commencer la publication de ce grand travail, auquel il avait été préparé par des méditations suivies tranquillement au milieu des travaux des champs, M. de Gasparin devait traverser les affaires publiques et tout d'un coup s'élever aux plus hautes fonctions dans l'État.

La révolution de Juillet était arrivée. M. de Gasparin fut appelé d'abord à la préfecture de la Loire et élu député par le département de Vaucluse. Bientôt après il passa à la préfecture de l'Isère où il se signala, en empêchant par ses

simples exhortations, un corps expéditionnaire de réfugiés italiens de marcher sur la Savoie.

Après la première insurrection de Lyon, en 1831, M. de Gasparin, cédant aux instances du duc d'Orléans, accepta la redoutable mission d'administrer le département du Rhône. Il pensait, par sa bienveillante fermeté, par sa bonté, pouvoir détourner de Lyon de nouveaux conflits. Lorsque, en avril 1834, éclata dans cette malheureuse cité la nouvelle insurrection qui fit couler tant de sang, M. de Gasparin remplit son devoir avec tristesse, tout en développant l'énergie qui lui était imposée par son devoir et les événements. Il fut élevé à la pairie par ordonnance du 19 avril 1834. Néanmoins il continua à diriger la préfecture du Rhône jusqu'au 4 avril 1835, époque à laquelle il fut nommé sous-secrétaire d'État au ministère de l'intérieur. Ses grandes capacités comme administrateur le désignèrent comme ministre du même département lors de la formation du cabinet Molé, en septembre 1836, et il garda ce portefeuille jusqu'au 15 avril 1837. Il fut alors promu à la dignité de grand officier de la Légion d'honneur.

Pendant ce premier passage aux affaires, il s'occupa de réformer les abus de l'administration, et on lui doit la création de routes en Corse, des améliorations importantes dans le régime des prisons et la suppression de cette barbare coutume d'envoyer au bagne les forçats attachés deux à deux par une chaîne et promenant sur les grandes routes leur cynique révolte contre la société.

Les agriculteurs se réjouirent en 1839 lorsqu'ils virent M. de Gasparin accepter le 31 mars le portefeuille du ministère de l'agriculture. Malheureusement l'émeute du 12 mai fit tomber le cabinet dont il faisait partie, et il ne put en quel-

ques semaines que préparer diverses mesures utiles qui, plus tard, furent peu à peu réalisées. Depuis lors, M. de Gasparin ne s'occupa plus que de travaux agricoles.

X

En 1829, les nombreux Mémoires dont nous avons montré plus haut l'importance, avaient désigné M. de Gasparin à l'Académie des sciences, pour la place de membre correspondant, alors vacante, dans la section d'économie rurale. Mais évidemment cette nomination n'était faite qu'en attendant qu'une place de membre titulaire devînt inoccupée.

Cependant, en 1839, lorsque mourut Huzard père, M. de Gasparin se retira devant la candidature de M. Boussingault, dont les découvertes agricoles, d'une si grande originalité, lui paraissaient mériter immédiatement le fauteuil académique. Mais bientôt après, le 29 juin 1840, il fut élu en remplacement de M. Turpin. Quelque temps auparavant, le 17 janvier 1838, la Société centrale d'agriculture l'avait nommé membre en remplacement de M. Tessier.

XI

Il est advenu à bien des académiciens de se reposer lorsqu'une fois ils étaient arrivés au fauteuil. On ne pourra pas

faire ce reproche à M. de Gasparin, car à peine élu à l'Académie, il lui communiqua ses nombreux travaux sur la culture du mûrier et l'éducation des vers à soie, travaux qui ne forment pas moins d'un volume de 350 pages in-octavo. Dans ses importants travaux sériciccoles, l'illustre agronome appliqua la rigoureuse méthode scientifique dont il s'était servi pour la composition de ses précédents Mémoires.

Dès 1819, M. de Gasparin avait commencé à s'occuper avec succès de travaux météorologiques; il s'y adonna constamment avec une rare persévérance. Lorsqu'il occupa un fauteuil académique, il fit accepter la météorologie agricole comme une science, dont les fondements avaient déjà été posés par de grands agronomes du siècle précédent et particulièrement par Duhamel du Monceau.

Grâce à une merveilleuse sagacité, M. de Gasparin sut conclure de l'examen rigoureux des observations faites sur la pluie, sur la température, sur les vents, plusieurs lois importantes relatives à l'influence des météores sur la végétation. Il a institué notamment des expériences pleines d'intérêt sur l'évaporation et sur la radiation solaire. On retrouve l'ensemble de tous ses travaux sur ce sujet, jusqu'alors beaucoup trop négligé, dans le second volume de son *Cours d'agriculture*.

Les travaux d'agriculture proprement dite, qu'il publia à partir de cette époque, sont : un Mémoire sur la valeur des engrais; des expériences faites en commun avec M. Payen sur la qualité nutritive des tourteaux de graine de sésame; une Note sur la maladie des pommes de terre; une autre Note sur le régime alimentaire au moyen du café, et quelques Notes nouvelles sur la culture de la garance, sujet dont il s'était déjà depuis si longtemps occupé.

Nous ne citerons onze Rapports faits à l'Académie des sciences par M. de Gasparin que pour montrer combien il mettait de rigueur à accomplir tous ses devoirs.

Dans chacun de ses Rapports, il voulait encourager de jeunes savants à se livrer aux applications des sciences à l'agriculture. Il faut ajouter encore que plusieurs fois il joignit à l'exposé des travaux des autres les résultats de ses propres expériences, afin de mieux faire valoir les recherches dont il avait à rendre compte.

Les Mémoires de la Société centrale d'agriculture et le *Journal d'agriculture pratique* sont remplis d'un grand nombre d'articles que l'illustre agronome a publiés de 1839 à 1856.

Il venait de couronner sa carrière par la publication de son *Cours d'Agriculture*, dont nous avons déjà montré toute l'importance. Après avoir établi les faits connus, il s'attacha à découvrir tout ce qui échappe encore à nos explications dans les phénomènes si complexes de la végétation. A côté des principes connus il posa les principes à rechercher. Cette dernière vue sur l'état actuel de la science agronomique n'est pas son œuvre la moins curieuse ni la moins importante. On la trouve exposée avec une rare précision dans le VI^e^ volume du *Cours d'Agriculture*, que notre vénéré maître et ami nous chargea de publier à sa place, lorsque le mal qui vient de l'enlever le frappa tout à coup en 1856.

XII

La grande renommée de M. le comte de Gasparin, qui avait la bonne fortune d'être connu et honoré à la fois par les savants et par les praticiens, le fit appeler plusieurs fois à la présidence du Congrès central d'agriculture, dont il fit constamment partie. C'est aussi à l'estime, je ne dis pas assez, à la vénération générale qu'il inspirait, qu'il dût d'être nommé, en 1851, commissaire général près l'Institut agronomique de Versailles, fondé sur la proposition de M. Tourret, mais dont l'organisation compliquée demandait une main ferme et pleine d'autorité.

L'illustre vieillard s'était mis énergiquement à l'œuvre, et avec les nombreux et dévoués collaborateurs qui l'entouraient, il fût certainement arrivé à faire traverser à la grande institution agricole la première phase toujours difficile de l'enfantement.

Malheureusement, les événements se pressaient à cette époque. Tout à coup, en 1852, l'Institut agronomique fut détruit par un décret.

Un des derniers vœux de M. de Gasparin, d'accord en cela avec tous les agriculteurs, a été pour la reconstitution d'une grande école agronomique. L'histoire de son passage à l'Institut de Versailles se trouve consignée dans un volume qui contient en outre les travaux accomplis par ses collaborateurs.

Cependant l'illustre agronome travaillait toujours. En 1855, lors de l'exposition universelle, il présidait les opérations du jury d'agriculture, et nous le vîmes tous sur le terrain suivre du matin au soir les nombreuses expériences qui furent organisées pour la première fois dans le but d'essayer les instruments aratoires et les machines agricoles. C'est après la double fatigue d'une séance du jury du concours international de 1856 et d'une séance de l'Académie des sciences qu'il fut frappé d'une attaque d'apoplexie. Les soins pieux de ses deux fils et de ses deux belles-filles le rappelèrent alors à la vie et purent le conserver à l'affection de tous jusqu'aux derniers jours de cet été.

Il ne pouvait plus travailler, mais il continuait de suivre avec sollicitude les travaux de ses disciples. Le matin même du jour où il a été enlevé, il se promenait dans son jardin en s'occupant de questions d'agriculture.

Il est donc mort comme il avait vécu.

Voué aux occupations rurales, ne cherchant que le progrès de l'agriculture, convaincu que nulle profession n'est plus noble ni plus utile que celle de cultivateur, il laisse un nom qui vivra éternellement.

COURS
D'AGRICULTURE

PRINCIPES DE L'AGRONOMIE

INTRODUCTION

La composition de mon *Cours d'agriculture* a été commencée en 1840. Depuis ce temps de nombreuses recherches, des expériences importantes, des procédés nouveaux, ont modifié en quelques parties la théorie et la pratique de la science. Le lecteur doit sentir comme moi le besoin d'une révision méthodique des principes que j'ai successivement exposés. Le volume que je publie aujourd'hui est le résultat de cette révision. En renvoyant aux cinq premiers volumes de l'ouvrage pour les détails qui y sont contenus, j'ai pu me dispenser d'entrer dans des développements qui auraient rendu moins évident l'enchaînement des principes entre eux. Ainsi les hommes studieux pourront ici passer en revue cette

série de déductions qui composent maintenant la science agronomique, et les rattacher aux détails pratiques plus étendus donnés précédemment.

Il se trouve aussi dans le monde des hommes instruits qui entendent parler d'agriculture et qui, ne se faisant pas une juste idée de ce que cette branche de connaissances est aujourd'hui devenue, demandent à y être initiés, par simple curiosité scientifique, et sans avoir le projet de s'adonner à la pratique. Il fallait à ceux-ci un livre substantiel, où, sans se perdre dans des détails trop spéciaux, ils pussent se faire une idée exacte et sommaire de l'état actuel de l'agronomie; enfin, les professeurs devaient désirer un texte propre à être développé dans leurs leçons. Telles ont été les vues qui m'ont guidé dans la rédaction de ce sixième volume, consacré au résumé des *principes de l'agronomie.*

En écrivant le *Cours d'agriculture*, je m'étais proposé un double but : je voulais d'abord prouver aux agriculteurs de profession que leurs pratiques n'étaient pas un simple empirisme, mais qu'elles pouvaient se déduire de principes scientifiques, comme ceux de la physique et de la physiologie, enfin que leur art pouvait devenir une science, en lui appliquant les méthodes que les sciences emploient dans leurs recherches : le nombre, le poids, la mesure. D'un autre côté, je voulais prouver aux savants que l'agronomie, qu'ils traitaient avec mépris, avait toutes les propriétés, les qualités, les proportions des sciences que l'on appelle *techniques*, et qui sont des divisions, des branches détaillées de plusieurs sciences pures.

Ces deux buts ont été atteints, non par mes seuls efforts, mais grâce aussi au concours de plusieurs savants illustres. Qu'on se rappelle le petit nombre d'agriculteurs qui, en 1840, étaient initiés aux principes de la science, le vague du langage de ceux qui passaient pour doctes; que l'on ouvre leurs livres, on les verra bien recommander la nécessité des engrais, mais sans dire dans quelles proportions avec le sol et les plantes cultivées; conseiller d'avoir de nombreux bestiaux, mais sans indiquer le rapport du nombre de têtes d'animaux domestiques à entretenir, et de la quantité d'engrais nécessaire à l'exploitation; recommander l'emploi de bons assolements, mais sans avoir rien su ajouter au précepte de Virgile

Sic quoque mutatis requiescent fœtibus arva,

sans même avoir su interpréter ce précepte, en présence des nombreux démentis donnés par la pratique. Aujourd'hui beaucoup de praticiens savent rendre compte numériquement de leurs opérations, et je crois que le *Cours d'agriculture* a contribué en quelque chose à substituer le savant au discoureur. Les effets de ce changement se sont fait sentir dans la pratique, les progrès ont été constants et continueront à l'être sous l'impulsion de méthodes rationnelles.

Le second but n'a pas été moins bien rempli. Quand les savants ont vu que les agriculteurs revenaient de leurs préjugés; que, cessant d'admettre comme des faits primordiaux les phénomènes dépendants des lois géné-

rales de la matière et de la vie, ils cherchaient à les expliquer avec le secours des sciences physiques, alors ils ont consenti de leur côté à s'occuper des faits agricoles, car ils ont compris que la coordination de ces faits constituait une véritable science naturelle. Leur dédain a cessé en même temps que le dédain de l'ignorance.

Ce traité de paix entre la théorie et la pratique, proposé il y a trois siècles par Bernard de Palissy, a été signé de nos jours et a rapproché définitivement l'agriculture de la science. Que l'agriculture se garde de dire à l'avenir qu'elle se suffit à elle-même. Non, aucune branche des connaissances humaines n'est indépendante des autres, et moins encore que toute autre l'agriculture, qui se meut au milieu de phénomènes physiques, chimiques, mécaniques, étudiés et coordonnés par des sciences dont elle ne peut refuser le secours, sans renoncer à diriger, à expliquer, à prévoir les accidents qui déterminent ses succès et ses revers. Privés du secours des sciences accessoires, les faits agricoles ne parlent qu'un langage équivoque, et ne constituent plus qu'un empirisme trompeur que l'on décore faussement du nom de pratique.

L'histoire de l'agriculture en fournit des preuves nombreuses. Quand, dans le siècle dernier, enchantés des effets produits par le marnage renouvelé de l'antiquité, nos auteurs modernes le prônèrent, le recommandèrent avec chaleur, leur propagande rencontra souvent des échecs dont ils ne savaient pas rendre compte. C'est la minéralogie et la chimie qui constatèrent que les terres où la marne échouait étaient des

terres suffisamment pourvues de calcaire, et que par conséquent elle agissait en donnant cet élément au sol. Puis est arrivé un agriculteur qui, sans la chimie, aurait créé une nouvelle confusion parmi les praticiens, il chaulait avec succès des terres assez abondantes en calcaire. Mais les unes, provenant du défrichement de bois, surabondaient en acide carbonique qu'il fallait neutraliser par la chaux caustique, d'autres contenaient du carbonate de chaux insoluble et manquaient de terreau, qui aurait pu leur fournir un excès d'acide carbonique nécessaire pour rendre soluble le calcaire. Comment s'en seraient tirés les agriculteurs obstinés à répudier le secours des autres sciences? L'un aurait dit : La marne et la chaux doublent les récoltes sur les terres rougeâtres et meubles; un autre aurait ajouté, que leur effet se fait sentir principalement sur celles qui sont grises et compactes; mais un troisième aurait trouvé leur effet nul sur les unes et sur les autres; la vérité devenait incertaine et l'emploi de la marne et de la chaux ne pouvait plus être tenté qu'en faisant précéder d'une expérience préalable chaque application de ces substances. Ne voyons-nous pas des incertitudes semblables régner sur les questions que l'observation scientifique n'a pas encore éclaircies? Par exemple, sur les effets du gypse en rapport avec un terrain donné, sur ceux des engrais phosphatés, etc. Sans l'aide de la science, les arts agricoles, comme les arts industriels, n'ont que des recettes limitées à des cas que l'on ne sait pas définir, des secrets qui réussissent entre certaines mains et échouent avec d'autres, des procédés bornés

par chaque horizon ; sans l'aide de la science, l'agriculture présente des cultivateurs habiles dans leur village et qui sont des ignorants et des maladroits hors de la vue de leur clocher natal.

C'est en France et depuis peu d'années que les arts, gênés d'abord dans leur développement par les circonstances politiques, excités ensuite par une concurrence puissante, ont demandé aux sciences un utile concours, et leur ont dû les progrès éclatants qui leur ont permis de lutter avec leurs rivaux. Ils en ont reçu la fabrication de la soude et celle des acides à bas prix, puis l'iode, le brôme, le chloroforme, le lapis-lazuli ; mais plus que ces dons matériels, le don inestimable de leurs méthodes. Qu'était la métallurgie avant 1820 ? Il a fallu alors tout réformer en fait de mines et de fonderies, et si l'École des mines n'eût pas existé, si elle n'eût pas préparé à l'avance une foule de théorèmes nouveaux en même temps que des hommes capables, la France eût été fort embarrassée. L'ancien art des mines était épuisé, tout était arrêté, stagnant ; on peut en dire autant des teintures, des machines à vapeur, des constructions, de la mécanique. La science a même créé des arts tout entiers, tels que la télégraphie électrique et la photographie. L'agriculture languissait dans des pratiques routinières ; la science agricole a été fondée quand des savants distingués y ont introduit l'expérimentation. Ces savants lui ont donné en quelques années la théorie de la nutrition des plantes, celle des engrais, celle de la connaissance des terrains ; la détermination intrinsèque de ses produits ; ils l'ont mise sur la voie

des relations des climats et des faits agricoles. L'application des mathématiques, de la mécanique, de l'art des constructions, est devenue une profession nécessaire sous le nom de *génie* rural; et on lui doit les procédés rationnels du drainage, et l'application de la machine à vapeur à un grand nombre d'usages agricoles, entre autres au transport des engrais; la possibilité d'appliquer le calcul aux effets des machines de toute sorte; le moyen de préserver le cultivateur de la nécessité d'essais infructueux. Prenez un de ces hommes qui repoussent obstinément la science, et qui ont absorbé consciencieusement tous les livres à phrases rurales et à prétentions pratiques, antérieurs à la nouvelle ère dans laquelle nous entrons; adressez-lui une des questions suivantes, et priez-le de les résoudre par des procédés complétement agricoles, absolument purs de tout mélange *adultère*.

1° On vient de découvrir une nouvelle minière de marne; connaissant la quantité d'une autre marne qui convient à vos terres, quelle quantité devez-vous employer de la marne découverte?

2° Quelle est la puissance réelle de vos fumiers, comparée à celles d'un autre engrais, à la poudrette, par exemple?

3° Vous cultivez une ferme à moutons, employez-vous sur vos terres les mêmes masses d'engrais que votre voisin qui a des vaches? S'il y a une différence, comment l'apprécierez-vous?

4° Voulez-vous obtenir avec probabilité une récolte de 40 hectolitres d'avoine d'une terre où vous venez de

récolter 18 hectolitres de blé? Quelle dose de fumier emploierez-vous?

5° Si vous transportez votre culture d'un domaine à terres fortes dans un autre domaine à terres légères, comment estimerez-vous la différence des forces que vous devez employer; et d'après cette estimation quelles modifications introduirez-vous dans vos animaux de travail et vos instruments aratoires?

Je m'arrête. On ferait une longue liste de pareils problèmes, auxquels le plus habile fermier ne saurait répondre sans de longs essais, s'il ne réunit pas les connaissances théoriques aux connaissances pratiques. C'est en reconnaissant la facilité et la sûreté des solutions scientifiques que les fermiers instruits des environs de Paris et les grands propriétaires des provinces ont accepté les nouveaux enseignements de la science; puis, les plus simples cultivateurs de nos départements de l'Ouest, trompés outrageusement chaque jour par des marchands de certains engrais, qu'ils payaient dix fois, vingt fois, cent fois leur valeur réelle, ont dû recourir aux laboratoires de chimie et n'ont plus voulu les acheter que sur leur titre fixé par des analyses. En effet, l'administration a dû établir des laboratoires dans les pays où se fait ce grand commerce d'engrais, pour ne pas renoncer à son rôle de protection. Jusqu'à ces derniers temps, sans faire, pour l'instruction agricole, tout ce qu'elle accordait à d'autres branches de l'agriculture, elle avait créé quelques écoles, distribué quelques encouragements; mais la nécessité d'un enseignement supérieur et complet devenait de plus en plus évidente, et

il se préparait dans le silence quand éclata la révolution de 1848.

Au milieu du pêle-mêle d'hommes et de choses qui s'ensuivit, l'agriculture eut le bonheur qui lui avait été refusé pendant la longue durée d'un ordre régulier, elle obtint un ministre, M. Tourret, qui était à la fois un organisateur et un agriculteur, et qui avait assisté aux délibérations du conseil général de l'agriculture, où avait été arrêté le système de l'enseignement agricole. Il présenta et fit adopter une loi qui établissait cet enseignement sur une large échelle, et mettait à sa tête une école supérieure d'application. Je n'entrerai pas dans les détails de l'exécution de ce plan. On l'aurait voulu plus mesurée et plus prudente; mais le ministre connaissait notre pays, il savait qu'il fallait emporter d'assaut, dans le premier moment d'enthousiasme, les moyens d'exécution que l'on dispute et que l'on refuse plus tard quand cette chaleur est passée; il savait qu'en France le succès dépend surtout de la grandeur et de l'éclat de l'œuvre que l'on cherche à édifier; il pensait enfin que cette grandeur, cet éclat, les sacrifices qui auraient été faits, seraient dans l'avenir la plus sûre garantie de la conservation de l'œuvre nouvelle.

En effet, l'institut agronomique de Versailles commençait à montrer une culture chaque jour perfectionnée; une collection d'animaux du premier choix, précieux moyen de faire avancer une science encore nouvelle (la zooteclinie); une réunion d'excellents professeurs, produits d'un concours sévère; et, enfin, les succès des élèves qui avaient déjà suivi deux années d'études

théoriques et allaient les compléter dans la pratique des fermes.

C'est cependant dans cette heureuse situation que l'institut de Versailles a été détruit; sans doute pour des motifs graves qui n'ont pas été déduits et qui restent dans la pensée du gouvernement. Nous respectons son silence tout en regrettant de voir tarir une telle source de bonne instruction agricole. Nous ne pouvons admettre d'ailleurs les objections superficielles des hommes du monde que cette institution blessait dans leurs préjugés.

Nous n'avons pas besoin, nous disait-on, de toute cette théorie, il nous faut des écoles pratiques qui forment des hommes propres à mettre la main à la charrue.

Alors, pourquoi vos écoles d'artillerie, de génie, de constructions? Ne suffit-il pas aussi d'être canonnier ou maçon? La pratique manuelle s'apprend par le travail manuel, *fit fabricando faber*; et les élèves de vos écoles pratiques, en retournant chez eux, trouveront un grand nombre de cultivateurs qui, restés dans leurs champs paternels, manieront mieux qu'eux la bêche, la houe, la charrue.

Est-ce une classe ayant un degré d'instruction intermédiaire que vous voulez seulement former? Mais nous venons de voir que l'instruction agricole dépend de connaissances scientifiques et toutes spéciales à une situation, à un terrain, à un climat donnés. Consentez-vous à généraliser davantage cette instruction? Alors vous tombez inévitablement dans les explications tirées de la science, explications incomplètes, obscures, pour celui

qui ne remonte pas aux principes; que l'on impose à la foi de l'élève, mais qui ne pénètrent pas dans sa raison. Vous lui ferez adopter la charrue Dombasle, mais je vous défie, sans une étude assez avancée de la mécanique, de lui expliquer pourquoi elle est préférable à toute autre; et ensuite pourquoi, dans d'autres espèces de terrains que celui pour lequel elle a été combinée, elle devra être modifiée.

Non, il n'y a que deux ordres d'enseignements: l'enseignement technique et l'enseignement scientifique. Le premier enseigne à tirer parti d'une situation, et à savoir se rendre compte des résultats économiques de ses travaux. Cet enseignement doit consister dans une ferme bien tenue, dont les élèves soient les ouvriers, dont le chef, exigeant pour le travail, soit complaisant pour expliquer dans de simples conversations la raison de ses procédés et des phénomènes qui se produisent journellement sous les yeux des élèves. Les seules leçons théoriques qui devront accompagner ces exercices sont l'arithmétique, la géométrie la plus élémentaire et la tenue des livres. Il se formera là les ouvriers et les contre-maîtres que vous désirez.

L'autre enseignement doit être scientifique, et ne peut l'être à demi. Pas de pareil fléau, pour eux-mêmes et pour les autres, que ces hommes légèrement saupoudrés de science, ayant appris des mots et non des choses, et exposés sans cesse dans la pratique à faire de fausses applications de principes scientifiques mal compris, et à décrier une science dont on juge l'utilité d'après leurs erreurs et leur présomption. C'est une

instruction plus complète qu'il faut à ceux qui sont appelés à diriger le mouvement agricole du pays, bien plus encore qu'à montrer leur habileté dans l'exploitation limitée d'une ferme.

Il y a, en effet, une classe tout entière d'hommes qui, ne devant pas devenir ouvriers, mais ayant, comme propriétaires ou tenanciers, une grande influence sur la marche de l'agriculture, doivent posséder cette instruction avancée et sérieuse. Ceux-ci n'entreprendront rien que sur un plan bien médité, inspiré par des principes certains, mais ils sauront aussi s'aider du savoir pratique du pays où ils opèrent, et en démêler les avantages comme les défauts; quand ils tenteront une opération, c'est que son succès aura de grandes probabilités, et ils sauront ainsi pousser et avancer les indécis par leur hardiesse calculée, et inspirer la confiance par leur prudente retenue. Qu'on se persuade bien que c'est par la tête que l'on instruit la société; il faut que le fanal soit placé haut pour être vu de loin. Une école comme était l'institut agronomique, en disséminant sur la surface du pays des hommes complétement instruits, aurait plus fait en vingt ans pour les progrès de l'agriculture que ne font dix générations de petites écoles où l'on instruit incomplétement un ouvrier sur cinq mille, lequel, s'il a réussi, va confiner son influence dans le recoin obscur de quelque ferme isolée.

Mais cette école supérieure aurait eu encore un effet que l'on ne peut trop regretter. En parcourant les annales de l'agriculture, on est étonné du petit nombre de savants qui ont appliqué leurs connaissances à cette

science. Qu'un propriétaire s'adonne dès son jeune âge aux études scientifiques, entraîné vers quelque objet spécial de recherches, il perdra de vue ses champs, sera géomètre, physicien, chimiste, selon le penchant de son époque. C'est un pur hasard qui fera naître un Duhamel ou un Thaër.

Voulez-vous qu'une branche de connaissance soit cultivée? Créez un intérêt et un devoir pour ceux qui s'y consacreront; ouvrez-leur une carrière, ils s'y engageront et voudront s'y distinguer. C'est ainsi que les professeurs de l'institut agronomique travaillaient, chacun de son côté, à créer, à perfectionner les méthodes de leur enseignement. Chaque année ils lui apportaient un nouveau tribut, et chaque année nous aurions vu diminuer la liste trop nombreuse des problèmes non résolus de la science agronomique. Ainsi, une semblable institution était à la fois un stimulant énergique du progrès scientifique, par ses professeurs et ceux qui auraient aspiré à le devenir, par ses élèves qui l'auraient répandu dans l'opinion et dans la pratique.

On pardonnera cette oraison funèbre de l'institut agronomique à celui qui, ayant accepté la mission pénible de présider à son organisation définitive, ne s'y était décidé que sur des instances pressantes et réitérées qui semblaient lui en garantir la durée.

Ai-je besoin d'avertir que, pour aborder avec fruit l'étude de l'agronomie, il faut posséder les connaissances qui lui servent de point de départ? Une explication deviendrait obscure et interminable s'il fallait commen-

cer par en définir tous les termes, il faut savoir la langue qu'elle emploie pour en profiter. Je ne suis pas très-touché des plaintes de ceux qui trouvent les abords de la science pénibles et difficiles. Il n'y aura toujours que trop de ces ouvrages où l'on cache la difficulté pour n'avoir pas à la résoudre, et où des lieux communs sont présentés à ceux qui croient y trouver de la science, parce qu'ils y trouvent des mots scientifiques, et se croient savants parce qu'ils ont appris à prononcer ces mots sans en comprendre le sens vrai. Je conçois que des livres de pratique locale, des manuels spéciaux, où l'on trace une ligne de conduite pour une situation et des circonstances données, puissent être mis à la portée du grand nombre; ces livres sont utiles et nécessaires et ne doivent pas être considérés comme la science agronomique, de même que l'instruction sur l'exercice de l'infanterie n'est pas un traité de tactique; mais quand il s'agit d'aborder les phénomènes dans leurs généralités, de les observer, de les décrire, de les expliquer quand cela se peut, il est impossible de se passer de tous les instruments de recherches qu'offrent les sciences naturelles et physiques, et c'est se faire une étrange illusion que d'attribuer la moindre valeur pour les progrès de l'agronomie à cette science mise *à la portée de tout le monde*, qui paraît être la seule que l'on veuille encourager aujourd'hui.

L'agriculture dont je présente ici le tableau n'est pas un simple calque de celle qui est pratiquée dans telle ou telle localité. Après avoir analysé toutes les méthodes connues, j'ai cherché à reconnaître, au moyen de

la synthèse, les principes qu'elles avaient en commun, et puis j'ai demandé à la science la raison de ces principes. Mais quand, en suivant cette marche, on arrive à la racine des faits, on ne tarde pas à voir que les pratiques agricoles prises isolément sont le fruit de tâtonnements péchant par leur base et par leurs détails, des édifices bâtis sans plan, de pièces rapportées, incohérentes, en un mot; que s'il y a quelque chose à en conserver et à perfectionner, il vaut mieux plus souvent bâtir de nouveau après avoir fait place nette. C'est ce qui arrive pour les préparations du sol qui, avant toute culture, doivent le mettre autant que possible à l'abri des intempéries, et dans les conditions les plus propres à l'habitation des plantes; pour les défrichements, les drainages, les irrigations et les autres amendements; pour le choix, la fabrication et la distribution des engrais; pour le choix des forces à employer et celui des instruments qu'elles doivent faire mouvoir; pour l'adoption du système de culture et d'assolement le plus approprié au sol et au climat; pour l'adoption des végétaux à cultiver, de leurs variétés et de leur perfectionnement; pour la simplification des rouages de l'administration et l'intelligence de l'emploi des capitaux; enfin, pour le développement des industries diverses qui se rattachent à la culture, pour la zootechnie, pour la préparation et la fabrication de produits divers.

Et cette révolution qui doit s'opérer dans l'agriculture n'est pas une chimère; elle marche à grands pas de l'autre côté de la Manche. Qui peut voir et entendre sans admiration le courage avec lequel les Anglais ont affronté

la situation périlleuse où les nouvelles lois sur les grains mettaient leur industrie agricole, et comme ils ont cherché immédiatement le remède dans l'application des moyens scientifiques? Ouvrez les recueils de leurs Sociétés d'agriculture, et vous y verrez les ingénieurs, les chimistes, les physiciens, les agriculteurs, combiner leur savoir et leurs efforts, pour mettre, par ses produits, leur belle industrie au niveau de toutes les autres industries. Aussi, de toutes parts, le crédit leur vient en aide et ajoute de nouveaux moyens de succès à ceux qui dépendent de la science.

Et lorsque, détournant nos regards de ce tableau, nous les reportons sur nos champs, quel contraste! quel découragement pour les faibles! mais aussi quelle émulation pour les forts et les courageux, en nous voyant si loin du but dont approchent nos rivaux! Or, quand on a des rivaux et que l'on a du cœur, on ne cherche pas à les entraver et à les combattre, on cherche à les imiter d'abord, et à les surpasser ensuite.

Voilà avec quels sentiments j'ai entrepris d'écrire ce volume et avec quels sentiments je voudrais qu'il fût lu et mis en pratique par mes concitoyens.

PREMIÈRE PARTIE.

NUTRITION DES PLANTES.

CHAPITRE PREMIER.

Définition et limite du sujet de l'ouvrage.

1. L'agronomie est la science qui enseigne les moyens d'obtenir les produits des végétaux de la manière la plus parfaite et la plus économique.

2. C'est une science technologique, puisqu'elle n'a pas seulement pour but de connaître, comme les sciences pures, mais qu'elle a aussi pour but de produire des résultats utiles. C'est la branche technique de la phytologie ou science des végétaux. Mais la phytologie se borne à recueillir ou à faire croître le végétal pour l'observer, l'agronomie fait croître une valeur végétale.

3. La théorie d'une science technologique réunit les

notions et les principes qui complètent la connaissance du sujet sous le rapport de l'application ; notions et principes que la science mère peut avoir négligés, parce qu'elle cherchait seulement à connaître le sujet et que la science technologique veut, de plus, l'utiliser ; ainsi l'agronomie étudie les lois de la végétation applicables aux besoins de l'homme.

4. Au-dessous de chaque science technologique se trouve son application matérielle. Celui qui se dirige d'après les lois de l'agronomie, est l'agriculteur ; celui qui exécute matériellement les principes de l'agriculture, est le cultivateur. Le cultivateur est l'artisan, l'agriculteur est l'artiste, l'agronome est le savant qui ouvre la voie dans laquelle les deux autres doivent marcher. (*Cours d'agric.*, t. V, p. 421.)

5. L'agronome aura rempli sa tâche quand, pénétré des principes de la phytologie, avec le secours des sciences qui ont pour objet les forces, la matière, les capitaux, il aura indiqué les lois de leur réaction mutuelle, pour parvenir à la production la plus utile aux intérêts de ceux qui les mettent en pratique.

6. Pour mettre de l'ordre dans cette étude, nous rechercherons d'abord les faits qui sont communs à toutes les plantes, ce qui nous dispensera de répétitions inutiles dans leur étude particulière ; nous examinerons ensuite ce qui se passe dans la croissance simultanée ou successive de plusieurs générations de la même plante ou de plantes différentes sur le même terrain ; nous montrerons enfin comment doivent être organisées, dirigées, mises en œuvre les forces de diverses natures

que l'on fait concourir à la production, de manière que le maximum de valeur des produits soit le résultat du minimum de valeur des forces employées.

7. Nos devanciers avaient confondu, sous le titre général d'agriculture, la culture des végétaux et l'élève des animaux, parce que, souvent, les deux industries se trouvent réunies dans les exploitations, s'entr'aidant et se complétant l'une l'autre. Mais elles se trouvent aussi fréquemment séparées, chez les peuples pasteurs qui élèvent sans cultiver, et chez les nations qui cultivent sans élever (la Chine, les nombreuses situations où l'on peut se procurer abondamment des engrais, les cultures maraîchères, les forêts, etc.). Les deux sciences qui s'occupent de ces deux classes de corps organisés, la zoologie et la phytologie, sont encore trop séparées dans leurs procédés pour qu'il soit possible de les confondre dans une même étude. L'étude plus approfondie des principes de la vie tend sans doute à les rapprocher et à réunir un jour dans une synthèse commune la science des corps organisés ; mais cette réunion serait aujourd'hui prématurée, et nous devons conserver la séparation actuelle qui facilite l'étude, jusqu'au temps où l'identité des lois qui régissent la vie animale et la vie végétale sera assez bien constatée et reconnue pour qu'il n'y ait plus qu'une seule physiologie.

8. Cette réserve ne nous empêchera pas de signaler les analogies que nous remarquerons entre les deux règnes. Par exemple, nous trouvons, dès le début, qu'il faut fournir aux végétaux et aux animaux des aliments et une habitation. L'habitation est fixe pour les plantes qui

n'ont pas la faculté de la locomotion, et auxquelles il faut choisir une situation qui convienne à leur nature, tandis que les animaux en liberté savent trouver celle qui donne satisfaction à leurs besoins ; et quant aux animaux domestiques, il est facile aussi de les placer dans une habitation convenable et de les soustraire aux intempéries qui leur sont nuisibles, en les faisant changer de place. Dans les deux cas, choisir et fournir les aliments et l'habitation convenables sont les deux premières tâches de l'agronomie comme de la zootechnie.

CHAPITRE II.

De l'alimentation des végétaux.

9. On donne le nom d'aliment aux substances susceptibles d'être absorbées par des organes spéciaux des corps vivants et d'y éprouver des modifications qui les transforment en éléments similaires à ceux de ces corps propres à en augmenter la masse et à les remplacer.

10. En effet, les corps vivants, plantes ou animaux, ne peuvent s'accroître sans recevoir des aliments du dehors; ils ne pourraient non plus se conserver sans ces aliments, car ils éprouvent sans cesse des pertes par l'action de différentes causes qui modifient leurs molécules et les rendent impropres aux fonctions vitales; privées alors de leur caractère organique, ces molécules sont évacuées par différentes voies sous forme de déjections, ou bien, passant à l'état gazeux, elles sont dispersées dans l'atmosphère.

11. On a défini les végétaux des êtres organisés qui peuvent se nourrir de matières qui n'ont pas vécu, par

opposition aux animaux qui ont pour aliments des matières qui ont eu vie (Aug. Comte). En effet, les végétaux peuvent assimiler des substances purement inorganiques. Avec de l'ammoniaque ou des nitrates, de l'eau, de l'acide carbonique, des phosphates et quelques autres sels, ils peuvent créer de toutes pièces des substances organiques, de la cellulose, de l'amidon, du gluten, de l'albumine, etc., mais seulement au contact de corps organiques vivants et analogues, préexistants dans le végétal. Les animaux ne peuvent vivre que de choses ayant déjà vécu sous forme animale et végétale et qu'ils modifient en se les assimilant. Les herbivores ne vivent que par l'existence du règne végétal, et les carnivores qui se nourrissent des herbivores, sont aussi sous la dépendance médiate de l'existence de ce règne.

12. Mais il faut ajouter que si au lieu de principes inorganiques ou minéraux, on fournit aux plantes des principes organiques, leur vie en reçoit un accroissement d'énergie, et elles les convertissent en leur propre substance au moment où, par les actions chimiques, les éléments de ces principes se désagrégent et se présentent à l'état naissant à leurs organes. On sait que les végétaux prospèrent sous l'influence des engrais composés de matières animales ou végétales, tandis qu'ils n'ont qu'une vie languissante, s'ils n'ont à leur disposition que les matières minérales, l'eau et les gaz de l'atmosphère.

13. Les plantes vivent dans deux milieux, la terre (ou l'eau pour les plantes aquatiques) dans laquelle elles plongent leurs radicules, et l'air dans lequel s'élè-

vent leurs tiges(1). C'est donc généralement dans la terre et dans l'air que doivent se trouver les aliments des plantes cultivées. Elle les absorbent par l'extrémité de leurs racines dans leur milieu inférieur; et par les pores de leurs feuilles dans l'air, leur milieu supérieur.

14. Quelques différences entre la nutrition des végétaux et des animaux ont donné à des naturalistes une extrême répugnance à qualifier du nom d'aliments les substances nourricières des végétaux. Mais ces différences sont plus apparentes que réelles, et ici encore nous trouvons les éléments d'une synthèse qui, plus tard, réunira dans une seule théorie toute la physiologie des corps vivants. Les pores qui absorbent la nourriture sont extérieurs (les radicules) chez les végétaux; ils sont intérieurs et placés sur le tube digestif des animaux. Il devait en être ainsi : les végétaux étant privés de la faculté locomotive pouvaient avoir à l'extérieur le réservoir de leurs aliments; mais les animaux devaient le porter avec eux dans leurs mouvements. Les estomacs, les intestins, représentent pour eux le sol dans lequel aboutissent les vaisseaux absorbants, comme les spongioles des radicules aboutissent au sol ; il se passe seulement dans les organes digestifs des animaux quelques actes préliminaires de transformations qui, chez les végétaux, s'accomplissent dans leurs tissus.

---

(1) Sauf des exceptions pour les plantes aériennes, qui n'ont besoin que d'un support et vivent entièrement dans l'air humide, et les plantes parasites, dont les racines s'implantent dans le tissu des plantes vivantes.

15. Parmi les substances qui se trouvent dans la terre et dans l'air, quelles sont celles qui sont vraiment alimentaires pour les végétaux? Telle est la première question que nous ayons à résoudre. Le jeune animal trouve dans l'œuf ou dans le lait la nourriture de son jeune âge, qui pourrait être aussi celle de toute sa vie ; ne pourrait-on pas en induire que la nourriture préparée dans la semence pour la jeune plante, avant qu'elle puisse atteindre les substances extérieures, est aussi l'aliment normal du végétal adulte?

16. Le lait contient une quantité variable d'eau ; à l'état sec, il renferme, savoir (1) :

	VACHE.		CHÈVRE.		BREBIS.		ANESSE.		JUMENT.		FEMME.	
Beurre. . . .	258	605	346	590	407	641	145	762	64	701	301	856
Sucre de lait..	347		244		234		617		637		555	
Caséine. . . .	242	339	275	381	217	309	58	207	91	255	27	130
Albumine. .	97		106		92		149		162		103	
Sels..	56		29		50		31		46		14	
	1,000		1,000		1,000		1,000		1,000		1,000	

Ainsi deux substances ternaires, le beurre et le sucre de lait, faisant fonctions d'aliments respiratoires : deux substances quartenaires ou azotées, la caséine et l'albumine, aliments plastiques, et des sels; telle est l'alimentation normale des mammifères, qui seule peut suffire à leur développement et à l'entretien de leurs forces.

---

(1) Doyère, *Annales de l'Institut agronomique*, p. 252 et suiv.

17. Le grain de blé, que l'on peut regarder comme l'œuf et le lait de ce végétal, renferme :

Graisse.	20	800
Amidon.	780	
Gluten.	170	190
Albumine.	20	
Sels.		10
		1,000

Ici encore deux substances ternaires et deux quaternaires ou azotées, presque dans la proportion où ils se trouvent dans le lait de la femme et l'œuf des oiseaux. L'analyse d'autres graines nous donne des principes analogues variables dans leur proportion. Ainsi, la matière grasse compose la moitié du poids de la graine de sésame. Mais n'y a-t-il pas aussi des différences considérables dans la composition du lait des différentes espèces d'animaux : 64 de beurre dans le lait de jument sur 1000 parties, 407 dans celui de brebis?

18. Quant aux matières minérales, le lait renferme des phosphates de chaux, de magnésie, de fer, de soude; du chlorure de sodium, du carbonate de soude; et le grain de blé des sulfates, des phosphates de chaux, de magnésie, de potasse, de soude, des chlorures et de la silice. Les seules différences consistent dans la présence du soufre, que l'on ne trouve pas dans le lait, mais qui se rencontre dans les œufs, et dans la prédominance de la potasse sur la soude dans les végétaux, tandis que la soude est le principe alcalin particulièrement propre aux animaux.

19. D'après ces rapprochements, on est bien tenté de penser que les substances qui composent la nourriture

des jeunes plantes dans leurs semences, sont aussi celles qui conviennent à leur âge adulte. La grande ressemblance de composition du lait de femme et de la semence de froment, qui, l'une et l'autre, peuvent servir à la nourriture complète de l'homme, ajoute à la force de cette induction, surtout si l'on considère que les semences sont la meilleure nourriture que l'on puisse fournir aux plantes développées et que, par exemple, la graine de lupin, privée de la faculté germinative par l'action de l'eau bouillante, est reconnue comme un excellent engrais.

20. Mais on voulait quelque chose de plus qu'une probabilité, et l'on s'est dit que le végétal devant en définitive être composé des substances qui avaient servi à le nourrir, son analyse donnerait la formule de son alimentation. Cette analyse nous montre qu'en effet les corps organisés, les plantes aussi bien que les animaux, ne sont que de l'air condensé avec une certaine proportion de matières minérales. En réunissant la composition d'un grand nombre de plantes on trouve, par exemple, que dans leur ensemble les 0.95 de leur substance solide sont composés des quatre corps : carbone, hydrogène, oxygène et azote, et que 0.05 consistent dans des sels ou minéraux. Ainsi la composition moyenne des végétaux est représentée de la manière suivante :

	Plante entière.	Racines.	Tiges.	Graines.
Carbone.	46.4	45.4	46.9	47.4
Hydrogène.	5.6	5.7	5.3	6.0
Oxygène.	41.1	43.4	39.6	41.1
Azote.	1.6	1.6	1.0	2.6
Sels minéraux ou cendres.	5.3	5.9	7.2	2.9
Totaux.	100.0	100.0	100.0	100.0

Ces éléments ne sont pas également répartis dans toutes les parties du végétal, et diffèrent encore plus d'une espèce végétale à l'autre, même d'un individu à l'autre, selon les circonstances extérieures dans lesquelles la plante se trouve placée; on voit cependant d'une manière constante la proportion de carbone augmenter, par rapport à celle de l'oxygène, des racines dans les graines et des graines dans les tiges; l'azote est plus abondant dans les organes les plus jeunes, et semble se retirer de ceux dont la vie est moins énergique. Mais à ces différences près, on retrouve toujours les mêmes éléments dans toutes les plantes.

21. On n'y trouve pas moins constamment, dans les matières fixes ou cendres, des acides carbonique, sulfurique, phosphorique, et du chlore, de la chaux, de la magnésie, de la potasse, de la soude, de la silice et du fer; dans plusieurs espèces de végétaux, du soufre, de l'acide nitrique.

22. Enfin, la première substance que nous avons dû commencer à dégager dans la plante pour effectuer ces analyses, c'est l'eau. On ne peut conserver une plante vivante privée d'humidité.

23. Eh bien! que prouvent les analyses? Que toutes ces substances se trouvent dans les plantes? Cela n'est pas douteux. Mais démontreraient-elles aussi qu'elles leur sont toutes indispensables, que sans elles la végétation ne saurait avoir lieu? Non, sans doute, car toutes ces substances se trouvaient dans le sol où la plante végétait, et l'expérience a prouvé que les suçoirs des racines admettent toute substance dissoute dans l'eau, fût-elle même un poison.

24. Si l'on compare les cendres de deux sujets d'une même espèce qui ont crû dans des terrains de nature diverse, on trouve qu'elles diffèrent considérablement entre elles, de sorte qu'il est évident que la nature du terrain a une influence considérable sur celle des cendres, sans que toutefois la vitalité de la plante en paraisse affectée; et d'un autre côté, si l'on compare les cendres de deux végétaux d'espèces différentes crûs sur le même terrain, on trouve que les cendres ont des rapports remarquables entre elles, pourvu que ces végétaux ne soient pas de genres trop séparés, car s'ils ont peu d'analogie botanique, les cendres se ressemblent moins. M. Berthier remarque, à ce sujet, que des arbres croissant dans des terrains argileux renferment beaucoup de chaux, tandis que les cendres d'un froment cultivé sur un sol calcaire n'en contiennent presque pas (1).

25. Ainsi l'analyse la plus exacte prouve seulement que les substances qu'elle découvre font partie du végétal analysé, mais sans démontrer qu'elles lui sont indispensables : elle manifeste la tendance des plantes à s'emparer de préférence de telle ou telle de ces substances et d'en épuiser plus rapidement le sol. Sous ce rapport elle a un résultat pratique fort avantageux, en ce qu'elle indique la balance à établir dans les cultures pour ménager les différentes ressources du terrain. C'est d'après cette dernière considération que Liebig a divisé les

(1) *Mémoires de la Société d'agriculture*, 1852, Analyse des cendres.

plantes, selon l'absorption prédominante qu'elles font des sucs de la terre, en plantes à potasse, qui renferment, en sels alcalins solubles, plus de la moitié du poids de leurs cendres, telles que le maïs, les navets, les betteraves, les pommes de terre, le topinambour, etc.; les plantes à chaux où les sels calcaires prédominent, telles que le tabac, les pois, le trèfle, etc.; et les plantes à silice dont les cendres contiennent beaucoup de silice, telles que les pailles de graminées (1).

26. Mais le moyen le plus naturel de connaître les véritables aliments de la plante, serait de consulter l'expérience. En mettant au contact de ses organes aériens ou radicellaires les substances dont on voudrait connaître les propriétés alimentaires, ou en les en privant complétement, on pourrait constater les effets de leur présence et de leur absence sur la santé et le développement du végétal. Nous n'avons pas toujours ces expériences directes, mais à défaut cherchons à leur suppléer par les faits d'observation.

27. L'observation la plus vulgaire nous montre d'abord que l'eau est un élément indispensable pour les plantes. Elles périssent rapidement dans un milieu complétement sec, elles ne germent et ne s'accroissent que sous l'influence de l'humidité.

28. Le carbone est un corps fixe, insoluble dans l'eau, qui, par conséquent, ne peut être absorbé par les plantes dans son état de pureté; mais combiné à l'oxygène et for-

---

(1) *Chimie végétale.* § 131.

mant de l'acide carbonique, il peut être absorbé par les racines, dissous dans l'eau, ou bien, à l'état gazeux, il peut être saisi par les stomates des feuilles.

29. Ruckert avait cru remarquer que des plantes arrosées avec de l'eau chargée du tiers de son volume d'acide carbonique, végétaient plus vigoureusement que celles arrosées d'eau pure; cette expérience ne réussit pas à Théodore de Saussure (1). Répétée par nous et par M. Lassaigne, elle a donné raison à l'un et à l'autre de ces auteurs : l'apparence extérieure de la végétation est plus belle dans les plantes arrosées d'eau chargée d'acide carbonique; mais son poids final est exactement le même que celui des plantes arrosées avec de l'eau pure.

30. Il en est autrement de l'acide carbonique mêlé à l'atmosphère. Des expériences de Théodore de Saussure (2) ont constaté que les plantes prospèrent constamment mieux dans un air qui contient jusqu'à $\frac{1}{12}$ de son volume d'acide carbonique, quand la végétation a lieu sous l'influence de la chaleur lumineuse, mais qu'à l'obscurité, la plus petite dose de ce gaz leur est nuisible.

31. Cette différence remarquable dans les effets de la lumière et de l'obscurité sur les effets de l'acide carbonique nous oblige à entrer dans quelques détails sur la respiration des plantes. Chez elles cette fonction ne diffère pas autant de la respiration animale qu'on avait

---

(1) *Recherches sur la végétation*, p. 28.
(2) *Ibid.*, p. 30 et suiv., 225.

paru le croire; les plantes respirent de l'oxygène qui brûle le carbone du végétal, et l'exhalent sous forme d'acide carbonique; c'est ce qui a lieu pour les plantes qui sont dans l'obscurité.

32. Mais à la lumière, le gaz acide carbonique exhalé disparaît, comme celui qui est naturellement mêlé à l'air, et il ne reste que de l'oxygène; on pourrait donc croire que, dans cette circonstance, le végétal inspirerait de l'acide carbonique en exhalant de l'oxygène, à l'inverse de ce qui se passe à l'ombre.

33. C'est ce qui paraît être une illusion. D'abord les parties vertes des végétaux pourvues de chlorophylle sont les seules qui inspirent l'acide carbonique; quant à celles qui en sont dépourvues, les fleurs, les tiges, les racines, les graines en germination, les champignons, les parasites, elles inspirent de l'oxygène et exhalent de l'acide carbonique à la lumière comme à l'obscurité. Il est aisé de s'assurer que tout se passe de la même manière dans les feuilles et les autres parties vertes, en faisant végéter les plantes en vase clos, en présence d'une surface d'eau de baryte. Ce liquide absorbe l'acide carbonique à mesure qu'il est exhalé par la plante, et l'on peut en doser la quantité ainsi que celle de l'oxygène disparu.

34. L'acte respiratoire continue ainsi pendant toute la vie du végétal, mais quand il est frappé par la lumière et d'autant plus que la température est plus élevée, un autre acte, celui d'une absorption alimentaire, se joint à celui de la respiration. Sous l'influence lumineuse les stomates s'emparent de l'acide carbonique qui se

trouve en contact avec la chlorophylle, substance dont la composition est très-semblable à celle du sang (1); on peut croire que l'hématosine qui en fait partie décompose l'eau en produisant de l'hydrogène, réduit l'acide carbonique, s'empare d'une portion de l'oxygène et livre le carbone à des réactions qui produisent la grande quantité de graisse qui se trouve dans la chlorophylle et à la surface des feuilles. C'est ainsi que peut s'expliquer le phénomène. La prédominance de l'action nutritive réductive sur l'action respiratoire quand elle se fait sous l'impression de la lumière, fait disparaître l'acide carbonique, augmente le volume relatif de l'oxygène et semble avoir interverti les fonctions du végétal.

35. La faible dose d'acide carbonique que renferme naturellement l'air est accrue autour de la plante, par celui qui résulte de la combustion du carbone par l'oxygène dans l'acte respiratoire, et par celui qui est puisé dans le sol par les racines, et qui est exhalé par l'acte de l'évaporation.

36. Les parties de végétal pauvres en chlorophylle, ou qui en sont dépourvues, ne peuvent végéter dans une atmosphère privée d'oxygène. Les graines n'y germent pas; les bourgeons des tiges non feuillées, les boutons de fleurs détachés de la tige ne s'ouvrent pas, et entrent en putréfaction; il en est de même des racines qui plongent dans une eau croupissante, où

---

(1) Verdeil, *Compte rendu de l'Académie des Sciences*, t. XXXIII, p. 689.

une espèce de fermentation consomme tout l'oxygène dissous. Cependant tous ces phénomènes ont lieu en présence de l'air atmosphérique (1) ; c'est que la privation d'oxygène asphyxie les plantes comme les animaux.

Les végétaux munis de feuilles vivent dans le gaz azote, l'hydrogène, l'oxyde de carbone ; mais c'est en se formant, par la réduction de leur acide carbonique, une atmosphère d'oxygène qui suffise à leur respiration. Cependant ils n'y ont jamais qu'une végétation languissante et peu prolongée (2).

37. C'est sans doute à l'inhalation de l'oxygène que l'on peut attribuer la formation des acides végétaux. Liebig remarque que les feuilles du *cotyledon calycina*, du *cacalia ficoïdes*, et d'autres plantes encore qui, le matin, sont acides comme l'oseille, ne présentent pas d'acidité à midi, et se trouvent amères le soir. Il s'opère une oxygénation pendant la nuit, tandis que le jour, et surtout vers le soir, il s'établit une désoxygénation ; l'acide se transforme alors en matières qui renferment l'hydrogène et l'oxygène dans la même proportion que dans l'eau, ou bien une proportion encore moindre d'oxygène, ce qui produit les matières insapides et amères de la plante (3).

38. Tels paraissent être les effets directs de l'oxygène dans la nutrition des plantes ; mais si l'on songe que la

---

(1) Saussure, p. 195 et 80.
(2) Saussure, p. 197 et 209.
(3) Liebig, *Chimie végétale*, p. 33.

fermentation ne s'accomplit que par son moyen, et que c'est principalement par elle que les matières organiques peuvent devenir solubles, et par conséquent alimentaires pour les végétaux, on comprendra combien la présence de l'oxygène est essentielle pour la vie des plantes, combien il est important aussi que ce gaz circule autour d'elles ou de leurs racines, pour qu'après avoir commencé à former de l'acide carbonique, il puisse le chasser, le remplacer, et continuer une action que la présence de cet acide arrêterait.

39. L'hydrogène est partie intégrante de tous les organes végétaux; mais les plantes ne l'inspirent pas, et c'est sans doute par la décomposition de l'eau qu'il parvient dans le végétal. Une expérience d'Edwards et Colins indique que cette décomposition est l'effet d'un acte de végétation. Ils faisaient subir un commencement de germination à des fèves placées sous l'eau, et, recueillant les gaz, ils trouvaient que l'acide carbonique s'y rencontrait en un volume huit fois plus fort que la petite quantité de cet acide mêlé à l'eau. L'oxygène qui avait servi à le former avait donc été produit par la décomposition de l'eau, et comme l'hydrogène ne se retrouvait pas dans le gaz recueilli, il fallait donc qu'il eût été absorbé par la graine.

40. Il y a peu d'années encore, on regardait la présence de l'azote comme spéciale à la composition des tissus animaux, et devant les distinguer des matières végétales. Les dégagements de matières ammoniacales, que l'on observait en brûlant les plantes, passaient pour des exceptions propres à certaines espèces. Les cham-

pignons, par exemple, étaient considérés comme étant sur la limite du règne animal ; leur respiration, analogue à celle de ce règne, et ne présentant pas la prétendue anomalie que la chlorophylle produit dans les plantes qui en sont pourvues, ajoutait encore à ce rapprochement. Mais lorsque Gay-Lussac (1) eut montré que toutes les semences contenaient de l'azote, et quand, poursuivant ces recherches dans les autres organes, M. Payen en eut trouvé dans tous, sans exception, e d'autant plus abondamment que les tissus étaient plus jeunes et doués d'une plus grande énergie vitale (2), il fallut bien reconnaître que l'azote était un élément essentiel à la composition des végétaux.

41. Nous croyons à une physiologie générale. En voyant que les animaux n'assimilent pas l'azote à l'état gazeux, nous avons un grand penchant à admettre que les végétaux ne l'assimilent pas non plus.

Priestley, puis Ingenhousz, avaient cru reconnaître que les plantes qui végétaient dans le gaz azote lui faisaient subir une diminution. De Saussure, répétant cette expérience avec les mêmes procédés, et en la prolongeant beaucoup plus, ne reconnut que la soustraction du gaz oxygène de l'air, sans apercevoir aucune diminution dans le gaz azote (3). Les expériences de Senebier et de Woodhouse confirmèrent cette assertion.

---

(1) *Annales de Chimie*, t. LIII, p. 110.
(2) *Mémoires des savants étrangers*, t. VIII, p. 163 et suiv.
(3) *Recherches sur la végétation*, p. 205.

M. Boussingault entreprit une série d'expériences où, comparant la composition des graines avec celle des plantes récoltées dans une terre complétement privée de matières organiques, mais à l'air libre, il trouva une augmentation dans le poids de l'azote des plantes sur celui des semences, excepté pour celles de la famille des graminées. Mais il se garda de se prononcer d'une manière absolue sur l'absorption directe de l'azote gazeux, et il fit remarquer qu'on pourrait aussi attribuer cet azote en excès à l'ammoniaque contenue dans l'air ou à une formation d'ammoniaque provenant de l'action de l'hydrogène à l'état naissant sur l'azote libre (1). Dans ces derniers temps, reprenant ces expériences dans des récipients fermés, il a constaté, par de nombreux résultats, que toujours la quantité d'azote de la plante était inférieure à celle de la graine, et qu'ainsi elle n'absorbe aucune partie de celle de l'atmosphère (2).

En vain dirait-on que, dans un air confiné et saturé d'humidité, la plante ne végète pas d'une manière normale ; sa végétation, pour être affaiblie, ne pourrait pas perdre complétement et dans tous les cas sa faculté d'absorption et d'assimilation pour un des éléments de son atmosphère, et tandis qu'elle continuerait à inspirer de l'oxygène, elle ne pourrait se trouver privée tout à coup et entièrement de la faculté d'absorber

---

(1) *Économie rurale*, t. I, p. 67 et suiv.
(2) *Comptes rendus*, mars 1854, p. 580.

l'azote, si cette absorption était une nécessité de son existence.

42. Il en est tout autrement si l'on met des gaz ammoniacaux à la portée des plantes. L'effet des fumiers est connu depuis longtemps : l'on sait qu'ils sont d'autant plus favorables à la végétation qu'ils contiennent plus d'ammoniaque, et ce fait semblerait suffisant pour établir le rôle important de cette substance dans la nutrition des plantes; mais comme on pourrait attribuer l'heureuse influence des fumiers et des autres engrais au carbone, aux sels, aux substances diverses qu'ils contiennent, il était bon d'en avoir une démonstration plus directe. Davy, ayant constaté que la fermentation du fumier produit une vapeur qui contient de l'acétate et du carbonate d'ammoniaque, la fit passer sous un gazon sur lequel la végétation se développa avec beaucoup plus de vigueur que sur les parties qui n'étaient pas sous cette influence; ensuite M. Ville, mêlant à l'atmosphère des plantes des vapeurs ammoniacales, à la dose de $\frac{1}{10000}$, a plus que doublé la production en paille et en grain, ainsi que la richesse en azote de leur composition; à une dose plus forte d'ammoniaque, on risque de détruire la plante (1). Il est donc impossible de douter que l'ammoniaque ne soit un des aliments les plus utiles aux végétaux.

43. De Saussure avait reconnu le premier que le sulfate d'alumine se convertissait en alun ammoniacal au

---

(1) *Comptes rendus*, t. xxxv, p. 650.

contact de l'air; Vauquelin avait observé que la rouille de fer qui se formait dans les habitations contenait de l'ammoniaque; puis Austin annonça qu'il y avait formation d'ammoniaque lors de l'oxydation du fer au contact de l'eau et de l'air atmosphérique, et Chevalier montra que cette ammoniaque n'était pas empruntée à l'air, mais se formait de toutes pièces lors de cette oxydation (1). Or, dans l'acte d'absorption de l'air effectuée par les stomates des feuilles en présence de la lumière solaire, nous avons dit [34] que peut-être l'hématosine, substance dont le fer est un des composants, décomposait l'eau et produisait de l'hydrogène à l'état naissant : celui-ci devrait, en se combinant avec l'azote de l'air, comme dans tous les cas de l'oxygénation du fer, produire de l'ammoniaque, qui, absorbée à son tour, pourrait contribuer à la nutrition de la plante. Cette nutrition serait d'autant plus active, que la plante serait plus verte et que, par conséquent, la chlorophylle serait plus abondante. De plus, de pareilles oxydations auraient lieu à la surface du sol qui contient de l'oxyde de fer, ou dans le terreau en état de fermentation, circonstances qui toutes doivent aussi produire de l'ammoniaque.

44. Ce n'est pas seulement sous forme d'ammoniaque que l'azote est introduit avec avantage dans les plantes, c'est aussi sous forme d'azotates (nitrates). En comparant les effets de ces sels à ceux des sels ammoniacaux,

(1) *Annales de Chimie*, t. xxxiv, p. 109.

M. Kuhlmann a montré qu'ils agissent, relativement à ces derniers, dans une proportion plus grande que celle de leur azote respectif, et que cette action a lieu par le moyen de la décomposition de l'acide azotique, dont l'azote forme de l'ammoniaque en s'unissant avec l'hydrogène naissant, comme cela arrive, par exemple, dans le cas de la fermentation putride; et si l'on considère ensuite quelle est la volatilité des sels ammoniacaux, si l'on remarque que l'ammoniaque provenant des azotates ne se forme que graduellement et peut être absorbée à mesure par les plantes, on comprendra que l'effet des azotates soit plus grand que celui du carbonate d'ammoniaque relativement à leur azote respectif (1). M. Kuhlmann a montré aussi comment l'ammoniaque de l'air pouvait être convertie en nitrate (2).

45. Le soufre entre comme partie constituante dans la composition des plantes, d'abord sous forme de sulfate, comme on peut s'en assurer en traitant par la baryte leurs sucs, leur séve, et l'eau où on les fait macérer. De plus, il est aussi partie constituante des modifications de la protéine connues sous le nom d'albumine, de caséine, de légumine, de gluten, jusqu'à la dose de 1 équivalent par 25 équivalents d'azote (3). Sa présence se manifeste, lors de la putréfaction des matières organiques, par la production de gaz hydrogène sulfuré. Ces corps protéiques se trouvent dans les divers organes

---

(1) Kuhlmann, *Expériences*, p. 45.
(2) *Ibid.*, p. 5 et suiv.
(3) Liebig, *Chimie agricole*, p. 88.

des végétaux, et d'autant plus abondamment que ces organes ont plus de vigueur, plus de jeunesse, qu'ils sont plus en voie de développement. Le rôle physiologique du soufre paraît tellement marqué, qu'on pourrait presque en conclure déjà que le soufre est un élément nécessaire au végétal.

46. On trouve aussi des sulfates dans les fluides qui circulent dans les plantes, et dans les parties qui constituent leur squelette, et qui lui donnent leur forme et leur solidité sans participer à leur vie active. On ne pourrait pas déduire de ce dernier fait que les sulfates fussent indispensables, car on conçoit qu'ils pourraient être suppléés par tout autre sel susceptible de produire la solidité qu'ils communiquent au végétal.

47. Enfin, certaines plantes contiennent une huile essentielle, abondante en soufre; tels sont un grand nombre de crucifères : la moutarde noire, le cochléaria, le cresson, le raifort ; puis les plantes alliacées et beaucoup d'autres. Comme ces huiles sont en plus ou moins grande quantité selon le climat et le sol où les plantes sont cultivées, on pourrait dire encore que leur présence n'importe pas absolument à la vie végétale, qu'elles peuvent être considérées comme une excrétion, dont les plantes seraient dispensées, si elles n'avaient pas de soufre à absorber.

48. C'est donc seulement par des expériences directes que nous pouvons être conduits à reconnaître l'utilité du soufre dans l'alimentation végétale. Or voici ce que les faits nous apprennent : Si l'on répand une dose assez faible de plâtre pulvérisé (200 à 500 kilog.) sur

un hectare de luzerne, de trèfle, de sainfoin, les plantes prennent dans certains cas un développement double; les feuilles sont plus nombreuses, plus larges, d'un vert plus foncé; les racines participent à cet accroissement des autres organes.

49. Les deux circonstances principales qui assurent l'effet du plâtre ou sulfate de chaux sont d'abord sa spécialité pour certaines plantes. Tandis que la plupart des légumineuses, et d'autres végétaux tels que le chou, le colza, la navette, le chanvre, le lin, le sarrasin, le maïs, en ressentent une sensible amélioration, et que cette liste est sans doute bornée faute d'avoir expérimenté sur d'autres plantes, le plâtre ne produit aucun effet sur les graminées.

50. La seconde circonstance caractéristique, c'est que le plâtre n'agit pas sur tous les terrains. On avait cru d'abord qu'il n'était applicable qu'à ceux qui manquaient de calcaire, et qu'ainsi il pouvait n'agir qu'en fournissant graduellement et avec mesure cette substance aux plantes; mais alors son effet se serait manifesté sur toutes les espèces végétales qui éprouvent une amélioration marquée de l'application de la marne et de la chaux, et l'on sait que les graminées sont de ce nombre; ensuite, il y a longtemps que l'on a montré que le plâtre agissait très-bien sur les terrains calcaires (1) et que nous avons prouvé nous-même qu'il opérait très-bien sur des terres qui contiennent 20 p. 100

---

(1) Arthur Young, t. xvi, p. 387; Rieffel, *Agr. de l'Ouest*, t. iii, p. 18.

et plus de chaux (*Cours d'agr.*, t. I, p. 89). Mais, jusqu'à présent, les terrains sur lesquels le plâtre était utile et dont nous avons examiné un grand nombre, ont toujours manqué de sulfate. Ce n'est donc pas par l'élément calcaire qu'il agit sur la végétation.

51. On cessera d'en douter, quand on saura que M. Isidore Pierre a obtenu les mêmes résultats du sulfate de chaux, du sulfate de soude et de celui d'ammoniaque (1). Nous conclurons donc, avec H. Davy, que le plâtre agit par son soufre, qui, au moins pour certaines plantes, est un aliment utile, sinon nécessaire.

52. En outre, le plâtre a l'avantage de fixer l'ammoniaque sous une forme moins volatile. Il se convertit en partie en sulfate d'ammoniaque et en carbonate de chaux dans les terrains humides, et il devient effervescent avec les acides, peu de temps après avoir été répandu sur le sol, en recueillant l'ammoniaque soit des carbonates qui se dégagent du terreau et des fumiers, soit aussi de ceux qui sont répandus dans l'atmosphère.

53. Ainsi que le soufre, le phosphore combiné avec la protéine concourt à former les substances albuminoïdes [45]. L'acide phosphorique, associé à différentes bases, fait partie de plusieurs organes des plantes et se trouve entre autres dans toutes les graines ; son absence dans le sol se fait sentir sur tous les végétaux. On assure avoir observé que les prairies consacrées depuis

---

(1) *Annales agronomiques*, t. I, p. 604.

longtemps aux vaches laitières, et qui sont dépouillées de cet élément par l'exportation de leur lait, qui en contient beaucoup, s'appauvrissent graduellement, finissent par devenir stériles, et qu'on leur rend la fertilité par l'application de poudre d'os, de cendres et de tout autre engrais contenant des phosphates, tandis que les engrais purement azotés n'y produisent pas d'effet. Ce fait, attesté par des hommes sérieux, n'a pas encore été observé scientifiquement, et ne peut pas être donné comme une preuve suffisante; non plus que l'opinion où était H. Davy, que le sol de la Sicile ne produisait plus les mêmes récoltes de blés citées par les anciens, à cause de l'exportation constante de ces grains que l'analyse chimique a démontrés depuis être très-riches en phosphates.

54. Mais des expériences directes mettent hors de doute l'utilité des composés phosphoriques dans les végétaux. M. Lassaigne a montré que le sous-phosphate de chaux dissous dans de l'eau saturée d'acide carbonique, qui en prend les 0.00075 de son poids, donnait aux plantes de blé qui en étaient arrosées une verdure plus intense, plus vigoureuse; leur hauteur était à celle des plantes arrosées par les eaux saturées du même acide carbonique sans phosphate dans la proportion de 100 à 70, et les poids à l'état sec étaient comme 193 : 153 (1). Il a montré aussi qu'un litre d'eau tenant en dissolution $\frac{1}{12}$ de sel marin peut dissoudre 0.333 de sous-phosphate de chaux; l'action dissolvante du chlorhydrate d'ammo-

(1) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. xxvii, p. 73

niaque est encore plus grande que celle du chlorure de sodium (1). De nombreuses expériences faites en grand avec les substances qui contenaient du phosphate de chaux, telles que les os, les cendres, le noir animal, etc., ont mis hors de doute l'importance de cette substance, et la nécessité de son application aux terrains qui n'en contiennent pas naturellement. En général, les phosphates calcaires accompagnent le carbonate de chaux dans les terres.

55. Les cendres des végétaux contiennent presque toujours des chlorures, mais constamment en quantité inférieure à celle des autres sels, même dans les plantes dont la nature est de croître sur les terrains salés. Quand les plantes salifères sont cultivées sur des terrains qui ne contiennent pas de sel marin, elles n'en ont pas une dose plus considérable que les autres plantes et ne paraissent pas en souffrir, pourvu que les autres sels à base alcaline ne leur manquent pas. Cette espèce d'indifférence des végétaux sur la nature de certains sels, ce niveau des chlorures montant ou baissant aussi considérablement dans la même espèce végétale, sans que sa végétation paraisse en être affectée, semble nous refuser tout moyen de savoir si le chlore, en si petite quantité qu'on le veuille, est essentiel à la nourriture des plantes. Une expérience, qui malheureusement n'a pas été assez suivie et répétée, nous ferait pencher pour la négative. On a soumis des plantes semées dans un ter-

---

(1) *Journal de Chimie médicale*, t. IV, 3ᵉ livr., p. 399.

rain calcaire à des arrosements d'eau pure d'un côté, d'eau additionnée de chlorure de calcium d'un autre côté, et enfin, d'un autre côté encore, d'eau avec du chlorure de sodium (sel marin). On n'a remarqué aucune différence entre les deux premiers lots, le troisième a manifesté une couleur verte plus foncée, les plantes sont restées plus trapues, effet bien connu du sel marin. Ce serait donc la soude qui agirait en pareil cas et non le chlore.

56. On ne pouvait pas signaler la présence de l'iode dans l'air ou dans les eaux, sans le trouver aussi dans les plantes, c'est bien ce qu'a fait M. Chatin. Mais il y a tant de variations entre les quantités trouvées dans la même espèce, que l'on ne peut y voir jusqu'à présent qu'une substance soluble absorbée, en cette qualité, par les plantes et n'ayant aucun effet sensible sur elles.

57. La silice, le plus souvent combinée avec un alcali, est déposée à la surface des feuilles et des tiges, à mesure de l'évaporation qu'y éprouve la séve. Si on lave la plante, surtout après quelques jours de sécheresse, on précipite, au moyen d'un acide, de la silice gélatineuse de la solution. Les pluies en dissolvant cette incrustation des feuilles, en débarrassent leurs pores et produisent un effet bien plus sûr que l'irrigation seule, qui n'atteint que le bas des tiges. Les horticulteurs y suppléent en faisant tomber l'eau en gouttelettes sur les feuilles (le *bassinage*). Il semblerait donc que la silice, transportée par la séve et si promptement excrétée, comme si le végétal cherchait à se débarrasser d'un

corps nuisible, ne devrait pas être considérée comme un véritable aliment pour les plantes.

58. Cette conclusion serait hasardée. Outre les silicates excédants, qui sont ainsi entraînés au dehors par l'évaporation, une autre partie d'entre eux remplit une fonction physiologique réellement importante, en entrant dans la composition de l'épiderme des plantes; celui de plusieurs espèces paraît même en être constitué presque en entier; tel est ce tissu solide et brillant qui assure la solidité des tiges des graminées. La silice entre pour les $\frac{90}{100}$ dans les cendres de la tige du bambou, pour les $\frac{75}{100}$ dans celle du froment, les $\frac{63}{100}$ de celle du seigle, les $\frac{69}{100}$ de celle de l'orge (*Cours d'agriculture*, t. I, p. 62), et quand la silice manque à ces plantes, leurs tiges restent molles, soutiennent mal l'épi et versent à l'époque de la fructification, surtout dans les espèces et les variétés de céréales dont le ligneux n'est pas abondant et épais. Cette propriété de la silice de former comme la cuirasse des graminées, plantes si utiles et si généralement cultivées, lui assigne un rôle important dans leur alimentation.

59. Cette induction physiologique semble avoir été confirmée par l'expérience. Deux touffes de blé ont été placées sous une vaste cloche, dans un sol entièrement composé de carbonate de chaux, débris de marbre pulvérisé, et ne contenant pas trace de silice, auquel on a ajouté 0.0002 de son poids de nitrate de soude. La première touffe a été arrosée avec de l'eau distillée, la seconde avec l'eau distillée dans laquelle on avait placé du sable, et qui était aiguisée par deux millièmes de son

poids de potasse. Les tiges de la première ont été constamment faibles et inclinées, tandis que celles de la seconde se maintenaient droites et fermes. Les cendres de la première ont donné quelques traces de silice provenant probablement des semences, celles de la seconde ont donné une quantité sensible de silice. Cette expérience devrait être renouvelée plus en grand, de manière à obtenir des quantités de résidus plus susceptibles d'être appréciés par la balance.

60. En terminant la série des corps qui jouent le rôle d'acides, et avant de commencer celle des corps qui agissent comme bases dans leurs combinaisons, nous devons dire quelques mots d'une hypothèse sur laquelle Liebig a voulu fonder toute une théorie de physiologie végétale. On sait que la séve qui, dans une jeune plante dépourvue de feuilles, ne contient aucun acide végétal, quand elle s'oxygène dans l'acte de la respiration, modifie les matières analogues au sucre et aux gommes qu'elle contient, et les transforme en partie en acides végétaux.

61. Ces acides différents, selon les diverses espèces de plantes, se trouvent le plus souvent combinés avec les bases : la potasse, la soude, l'ammoniaque, la chaux, la magnésie, etc.; plus rarement on les trouve à l'état libre dans les fruits avant leur maturité. C'est ainsi que l'on rencontre de l'acide malique libre et combiné dans les fruits à pépins; de l'acide citrique dans ceux des aurantiacées et des groseilles ; de l'acide tartrique dans les raisins ; de l'acide tannique dans les feuilles et les écorces du chêne, de l'ormeau, du su-

reau, de la bruyère, etc.; de l'acide oxalique dans les feuilles des oxalidées, des *rumex*, des lichens, etc. Par la combustion, tous ces acides se changent en acide carbonique, et c'est ainsi modifiés qu'on les trouve dans les cendres.

62. Ces faits posés, Liebig dit que si la vie des plantes est liée à la présence de ces acides, il est probable qu'en se développant librement chaque végétal doit produire une quantité fixe des acides particuliers qui lui sont nécessaires, et qui doivent trouver une quantité de bases adaptée à leur capacité de saturation ; mais toutes les bases peuvent se remplacer l'une l'autre, dans des proportions différentes pour chacune d'elles. Ainsi l'on doit trouver, dans les mêmes plantes, ou dans la même espèce, des bases dont la somme des facultés de saturation, déterminée par la somme de leur oxygène, soit toujours la même, quoiqu'elles varient selon qu'elles sont fournies plus ou moins abondamment par le sol. C'est ainsi qu'il sera indifférent que la plante reçoive 118 de potasse ou 78 de soude, ou 70 de chaux, ou 52 de magnésie, parce que ces doses de chacune de ces bases contiennent également 20 parties d'oxygène.

63. En examinant les cendres de deux espèces de pins crus sur des sols de nature différente, de Saussure trouvait que le premier fournissait 11.87, et le second 11.28 de cendres par 1,000 parties, et leur composition était la suivante :

CENDRES DU PIN DU BREVEN.

		Oxygène des bases
Carbonate de potasse.	5.60	0.41
— de chaux..	46.34	7.33
— de magnésie.	6.77	1.27
	56.71	9.01

CENDRES DU PIN DE LASALLE.

Carbonate de potasse.	7.36	0.85
— de chaux..	51.19	8.10
	58.55	8.95

Ainsi les matières minérales de ces deux pins, avec des bases différentes, possèdent cependant la même faculté de saturation.

A ces deux exemples nous en opposons deux autres d'après les analyses de M. Berthier :

CENDRES DU PIN DE NEMOURS.

Sels acalins..	0.0720	1.20
Chaux.	0.6847	10.84
Magnésie.	0.0643	1.20
	0.8210	13.24

CENDRES DU PIN DE BORDEAUX, CULTIVÉ A NEMOURS.

Carbonate alcalin..	0.0771	0.98
Chaux.	0.6582	10.43
Magnésie..	0.0696	1.30
	0.8049	12.71

Voilà deux pins de variétés différentes, cultivés dans le même sol, et dont les éléments minéraux ont des fa-

cultés de saturation qui diffèrent entre elles et avec ceux des pins cités plus haut, comme exemples de l'égalité du pouvoir de saturation des bases mesuré par leur oxygène.

64. S'il suffisait d'établir la présence constante des alcalis minéraux dans les cendres végétales et de prouver leur utilité physiologique pour les classer parmi les aliments des plantes, la tâche serait facile. Ainsi, d'abord, on trouve toujours la soude et la potasse dans les analyses des cendres, et souvent en quantité notable.

65. Quant aux effets physiologiques de ces alcalis, ils sont de plusieurs genres. Ainsi, les alcalis minéraux maintiennent la fluidité de la séve ; ils agissent sur elle comme sur le sang, dont une addition d'alcali empêche la coagulation ; c'est par leur moyen que le fer peut devenir soluble et entrer dans la composition de la séve ; ils favorisent l'oxygénation des tissus et des fluides des plantes au contact de l'air atmosphérique. L'endosmose étant une des causes les plus actives de la circulation de la séve; on conçoit la nécessité de bases solubles qui donnent au liquide différents degrés de fluidité. Après l'évaporation, il se fait des dépôts des matériaux de la séve à la surface des feuilles, et il importe qu'ils soient composés de bases qui conservent leur solubilité après la dessiccation, et que, par exemple, il se dépose du silicate de potasse, au lieu d'acide silicique, et que les dépôts de carbonate de chaux soient mêlés de dépôts de carbonate de potasse et de soude, qui les empêchent de faire corps et d'adhérer. Enfin les alcalis provoquent le dégagement de l'ammoniaque contenue dans les ma-

tières organiques du sol et des engrais, et qui resterait latente sans cette réaction des alcalis.

66. Liebig cherche à prouver l'utilité des alcalis dans la végétation, par une observation qui, si elle avait plus de généralité, pourrait passer pour une démonstration. Quand on fait végéter la pomme de terre dans une cave, elle produit un alcaloïde (la solanine) qui semble avoir pour fonction de suppléer les alcalis que la plante ne peut trouver dans le sol. Les alcaloïdes du quinquina sont en raison inverse des bases minérales de ces plantes, comme cela devrait être, en effet, si les diverses bases se suppléaient selon leur équivalent.

67. Mais, comme toutes ces inductions ne sont pas des faits qui manifestent d'une manière claire et décisive l'action des alcalis, voyons si les phénomènes de la végétation ne nous approcheront pas davantage du but. On observe que les feldspaths, les granits et les basaltes décomposés et lavés par les eaux, forment des terrains privés d'alcalis où le silicate de potasse est changé en silicate d'alumine (Berthier) ; or ces terrains sont stériles, tandis que décomposés sur place et sans avoir subi de lavage, ils conservent leurs alcalis et donnent naissance à des gazons très-verts. Dans les cendres volcaniques du Vésuve (*rapilli*) qui ne contiennent pas de matières organiques, mais qui renferment jusqu'à 12 pour 100 de potasse, et 6 à 5 pour 100 de soude, viennent des végétaux dont les produits sont réputés par leur qualité. M. Persoz a reconnu l'utilité des sels potassiques appliqués à la vigne. Liebig rapporte que des engrais cependant très-riches ne réussissant plus sur les vignes des bords du

Rhin, celles-ci avaient repris leur fertilité par l'emploi du fumier de vache, pauvre en ammoniaque et en phosphate, mais qui conserve tout l'alcali de la nourriture de ces animaux (1). Dans les pays où se trouvent des grès pauvres en alcalis, on recherche avec empressement les cendres non lessivées qui rendent la fertilité aux champs épuisés (les Vosges). Enfin l'écobuage semble avoir pour principal effet de disposer les argiles à la décomposition, et de rendre solubles leurs sels alcalins.

68. Ces faits tendent sans doute à montrer l'utilité des alcalis dans la végétation, mais, nous en convenons, ils ne peuvent tenir lieu d'une expérience directe, faite dans des conditions où il serait possible d'isoler les effets des alcalis de ceux de toute autre substance.

69. Quoique la potasse semble remplacer la soude dans certains cas, comme, par exemple, celui du *salsola tragus* cultivé loin de la mer, cependant on remarque que même dans les terrains très-imprégnés de sel, la potasse se trouve encore dans les plantes en quantité supérieure à celle de la soude, pourvu que l'on ait soin de les laver avant l'incinération pour les dépouiller du sel excrété. Dans une analyse de luzerne recueillie dans des terres très-salées, M. Berthier a trouvé en abondance des sels de potasse et des quantités minimes de sels de soude. Les plantes à feuilles succulentes font exception; mais dans toutes les espèces végétales la supériorité de la potasse existe dans les

---

(1) *Chimie agricole*, p. 108.

graines. On peut donc conclure que les deux alcalis n'ont pas les mêmes usages physiologiques, et ne peuvent pas toujours se remplacer l'un l'autre.

70. M. Chatin, ayant essayé les effets des sels alcalins sur différents végétaux, a trouvé que le phosphate et le carbonate de potasse ont été favorables ; mais que le carbonate de soude a été très-nuisible aux haricots ; que le carbonate et le nitrate de potasse ont été favorables aux épinards, mais que les sels à base de soude leur ont nui ; en un mot, que, dans le plus grand nombre de cas, les sels de potasse ont été favorables et ceux de soude nuisibles (1).

71. On a souvent tenté de déterminer les effets du sel marin (chlorure de sodium) sur la végétation ; les expériences n'ont donné que des résultats douteux ou négatifs ; on a cru cependant s'apercevoir que les plantes qui croissaient sur un terrain salifère, sont plus trapues, plus fermes, plus vertes. Mais nous avons une expérience en grand qui doit suffire pour nous éclairer. Il existe sur les bords de la Méditerranée de vastes terrains fortement imprégnés de sel marin, et ces terrains sont cultivés. Si nous mettons de côté les obstacles qu'ils opposent à la culture par leur desséchement précoce, leur durcissement, nous trouvons que ces terres produisent des récoltes tout à fait comparables à celles des terres non salées de même nature, et qu'en supposant les frais égaux de part et d'autre, les unes valent les au-

---

(1) *Comptes rendus de l'Académie,* février 1854, p. 271.

tres, et même que les engrais font un effet plus grand sur les récoltes des terres salifères.

72. Les sels alcalins ne manquent presque jamais complétement aux terrains. Il n'en est pas de même de la chaux; et quand on ne l'y trouve pas, on obtient des effets si considérables de l'application de la marne et de la chaux hydratée, qu'il est impossible de douter de la nécessité de l'élément calcaire dans la nutrition végétale. En même temps que les plantes acides disparaissent, le champ double ses récoltes en céréales, devient capable de porter du froment au lieu de seigle, et de donner des fourrages légumineux.

73. Outre l'effet direct que produit la chaux hydratée en fournissant aux plantes l'élément calcaire qui leur manque, elle agit aussi sur les défrichements et les déboisements qui produisent beaucoup d'acide carbonique dont l'excès est nuisible aux plantes, en absorbant cet acide au moment de sa production. Quand on l'applique à des terrains feldspathiques, argileux, marneux, riches en silicate alcalin, elle les dispose à abandonner leurs alcalis à la végétation; enfin, M. Payen a montré que cette substance avait la propriété de modérer la déperdition du gaz ammoniacal que produisent les engrais en fermentant.

74. De Saussure a fait voir (1) que la magnésie remplaçait la chaux dans les cendres des plantes, quand cette dernière substance manquait aux terrains; mais il paraît

---

(1) *Journal de Physique*, 1800, t. II.

que la chaux ne peut pas remplacer toujours la magnésie, car on trouve celle-ci, sans exception, dans toutes les semences des plantes. Il est vrai que c'est alors en quantité si petite qu'elle peut leur être fournie par les eaux pluviales, et même par des traces de cette substance existant dans le sol, mais si minimes qu'elles échappent à l'analyse quand on ne les cherche pas spécialement. On n'a point fait d'expérience directe sur les effets d'une addition de magnésie dans un terrain qui en était dépourvu, car l'expérience par laquelle M. Boussingault a constaté les bons résultats du phosphate ammoniaco-magnésien, ne permet pas de discerner ce qui revient dans les effets de ce composé à chacune des substances, acide phosphorique, ammoniaque, magnésie, qui, toutes les trois, se retrouvent dans les semences.

75. Le rôle du fer dans la végétation paraît être plus important que ne semblerait l'annoncer la faible dose qu'en contiennent les plantes. On sait que leur degré de santé peut, pour ainsi dire, être mesuré par le degré de coloration de leurs feuilles : or, la chlorophylle qui donne cette coloration verte est une substance composée de matières grasses et de fer, tout comme les globules du sang (1), et quand la chlorophylle manque dans la plante, les expériences de Gris nous apprennent qu'il suffit d'appliquer une faible solution de sulfate de fer sur les feuilles, pour que la chlorophylle s'organise et prenne une couleur verte remarquable (2). Le sulfate

---

(1) Verdeil, *Comptes rendus*, t. XXXIII, p. 689.
(2) Brongniart, *Rapport. Revue agricole*, décembre 1847, p. 696.

de fer est pourtant un véritable poison pour les plantes quand il est absorbé par les racines, aussi sa présence est nuisible dans les sols siliceux. Dans ceux qui sont calcaires, il se forme du carbonate de fer qui devient propre à être absorbé sans danger (1).

76. Les terrains qui contiennent une dose modérée d'oxyde de fer ont une teinte rougeâtre qui les fait regarder comme préférables aux terres blanches. Cependant on ne peut considérer cette préférence comme un argument en faveur des qualités nutritives du fer. Les qualités de ces terres peuvent tenir à leur coloration qui absorbe les rayons calorifiques lumineux, et élève leur température; et aussi à la propriété des oxydes de fer de fixer l'ammoniaque de l'atmosphère.

77. Quand le sol contient du manganèse, on en rencontre dans les cendres des plantes; mais la rareté du fait semble montrer que ce minéral n'est pas essentiel à la végétation.

78. L'alumine ne se trouve que rarement, et, par exception, dans certaines plantes, quoique la terre arable en contienne beaucoup sous forme de silicate. Ceci s'explique aisément en considérant que les sels d'alumine solubles sont décomposés en présence des carbonates terreux et alcalins, et laissent un résidu insoluble.

79. Ainsi l'expérience nous a prouvé jusqu'ici l'utilité des substances suivantes dans l'alimentation des plantes : 1° l'eau, 2° le carbone, 3° l'oxygène, 4° l'a-

---

(1) Lassaigne, *Comptes rendus*, t. xxxiv, p. 587.

zote. Nous avons trouvé ensuite que la végétation était favorisée habituellement dans certains cas par ces autres substances : 5° le soufre, 6° le phosphore, 7° la chaux, 8° le fer. Enfin des raisons physiologiques, non encore suffisamment confirmées par des expériences directes, nous portent à considérer comme nécessaires : 9° le chlore, 10° les alcalis minéraux (potasse et soude), 11° la magnésie, 12° la silice. Dans ces corps ou leurs composés, nous devons reconnaître les éléments des matériaux nécessaires à la végétation qui languit quand ils lui manquent. De nouvelles expériences bien dirigées pourraient seules nous porter à admettre définitivement tous les termes de cette série, et peut-être à en admettre de nouveaux.

80. Ces expériences pourront être faites en privant le sol où végètent les plantes d'une ou plusieurs de ces substances, ou en lui fournissant celles qui lui manquent, et observant les effets que produisent leur présence ou leur absence sur la végétation. Nous préférons cette manière d'opérer à celle qui consiste à composer un terrain de toutes pièces avec des substances que l'on mélange entre elles, mélange toujours imparfait, et qui ne possède pas les qualités physiques des sols préparés de langue main par des actions naturelles; on devra se défier d'autant plus de ces sols composés qui ont été préparés dans le laboratoire avec des éléments obtenus par des opérations chimiques, que celles-ci les donnent rarement purs et dépouillés de tous les acides qui ont concouru à leur préparation. On devra agir sur un nombre de plantes suffisant pour que le résultat général

ne soit pas affecté par les vices organiques de quelques individus. Faute d'avoir rempli ces conditions, des séries d'expériences faites avec dévouement ne peuvent être admises à l'appui des propositions qu'elles devaient tendre à démontrer.

CHAPITRE III.

Deux sources des aliments des végétaux.

81. Les plantes vivent dans deux milieux : l'air et la terre (l'air et l'eau pour les plantes aquatiques); leurs parties aériennes sont pourvues d'organes propres à inhaler les gaz, les vapeurs et l'eau (les stomates); leurs parties souterraines sont pourvues d'organes propres à inhaler les liquides (les fibrilles, le chevelu, les radicules, les terminaisons des racines). C'est dans l'air et dans la terre que nous devons chercher l'origine des substances indispensables à l'entretien et à l'accroissement des végétaux.

82. Aucun végétal privé d'air atmosphérique ne peut vivre uniquement de sucs puisés par ses racines dans la terre (1). On verra bien quelques plantes aquatiques vivre pendant quelque temps dans le vide ou dans un air privé d'oxygène, mais aucune plante n'y prendra de développement (2).

83. Aucun végétal soumis à la culture ne peut vivre

---

(1) Saussure, p. 213.
(2) *Ibid.*, p. 194 et suiv.

d'une vie normale et utile en prenant uniquement sa subsistance dans l'atmosphère. De nombreuses expériences ont montré qu'on obtenait bien alors un certain développement en étendue, quelquefois même une floraison et une chétive fructification, mais sans que la masse de la plante gagne, à beaucoup près, ce qu'acquiert celle qui plonge dans les deux milieux ; et celle-ci prospère d'autant plus, que le sol qui entoure ses racines contient une plus grande quantité de matériaux alimentaires, de ceux qui ne se trouvent qu'en proportion insuffisante dans l'air. C'est par une illusion, par exemple, que dans le saule de Vanhelmont, on crut voir un rameau pesant $2^k.4$ parvenir en cinq ans au poids de $82^k.67$ en plongeant uniquement dans l'eau. Cet effet n'a plus lieu quand au lieu d'eau de source ou de rivière qui tiennent des matières en suspension et en dissolution, on se sert d'eau distillée qui en est dépouillée.

84. Et cependant, c'est bien de l'atmosphère que les végétaux tirent la plus grande partie de leur substance. Après avoir constaté que l'eau pluviale qui avait séjourné plusieurs jours dans le sol d'un jardin bien fumé contenait un millième de son poids d'extrait sec; après avoir constaté aussi que les plantes qui plongeaient dans cette solution n'y prenaient que le quart de ces extraits, de Saussure fit végéter dans cette eau un soleil (helianthus) qui, en quatre mois, y acquit le poids de 4 kil. réduit à 1/2 kil. par la dessiccation (1). Or Hales avait

(1) Saussure, p. 267.

trouvé que cette plante aspirait une quantité d'eau égale à son poids en vingt-quatre heures ; au bout de quatre mois le soleil avait donc absorbé 240 kil. d'eau contenant 240 grammes d'extrait, dont la plante aurait pris le quart ou 60 grammes, moins du huitième de son poids ; les sept-huitièmes avaient donc été puisés dans l'atmosphère. Des expériences très-exactes de M. Lawes de Rothemstadt, lui ont montré qu'en moyenne les plantes assimilent une partie de matières sèches pour 200 parties d'eau évaporées. Ici, nous n'aurions que 240 grammes de matière et l'helianthus a acquis 500 grammes de poids. Mais il faut observer que cette conclusion de M. Lawes est trop générale; que nous voyons, par exemple, dans son Mémoire, que les céréales n'assimilent que 0.4 pour 100 du poids de l'eau, mais que le trèfle assimile 0.7 pour 100, et qu'il ne serait pas étonnant que l'helianthus assimilât encore davantage (1). On voit bien d'ailleurs que cette acquisition de la plante ne provient pas seulement des matières dissoutes dans l'eau, mais aussi de ce qu'elle a puisé dans l'atmosphère.

---

(1) *Investigation of water given of by plantes*, p. 24 et 19, 20, 21.

CHAPITRE IV.

Aliments végétaux puisés dans l'atmosphère.

85. L'air atmosphérique est un mélange d'oxygène et d'azote en proportion presque constante: 20.9 d'oxygène et 79.1 d'azote en volume; 23.1 d'oxygène et 76.9 d'azote en poids. Mais en outre, il entre dans ce mélange une proportion variable de vapeur d'eau, d'acide carbonique, et un assez grand nombre de substances diverses dissoutes ou tenues en suspension.

86. La masse d'oxygène que contient l'atmosphère est inépuisable; les plantes lui restituant chaque jour tout celui qu'elles ont absorbé. Il en serait de même de l'azote en supposant que les plantes l'absorbassent à l'état gazeux, ou que cet azote pût être converti en ammoniaque dans l'acte de l'absorption des stomates.

87. Mais il n'en est pas de même de l'acide carbonique. L'air n'en contient que 4 à 6 dix millièmes de son volume. Si l'on considère que cette quantité ne donne que 16,900 kil. de ce gaz pour le prisme d'air qui repose sur un hectare de terrain, et que le bois qui peut y croître

fixe annuellement 1,750 kil. de carbone (1), c'est-à-dire la neuvième partie de tout ce que contient l'air superposé, on pourrait craindre de voir un jour l'air épuisé de son carbone et la végétation des plantes de plus en plus languissante devenir enfin impossible. Ce qui fortifierait ces craintes, c'est la taille gigantesque des végétaux qui ont vécu dans un temps où l'air était plus riche en acide carbonique; végétaux dont on trouve les traces dans les houillères qu'ils ont contribué à former (2). Mais la formation des houilles, des lignites, des terreaux; la saturation des métaux et des substances alcalines mises à jour par les soulèvements; les éruptions volcaniques; la végétation qui se fait aux dépens du carbone de l'air; enfin, les travaux journaliers de l'homme ont graduellement absorbé et fixé une grande masse de ce carbone primitif. Il est restitué en partie par la quantité d'acide carbonique qu'émettent les bouches des volcans; par la fermentation des matières organisées qui rend à l'atmosphère une partie de celui qui est absorbé par la végétation; par la culture qui met en contact le terreau avec l'oxygène de l'air, le dispose aussi à fermenter et à restituer son carbone. Cette conversion du terreau en acide carbonique qui, enrichissant l'air confiné dans la terre, finit par le répandre dans les couches aériennes les plus basses et, par une émission continue, tend à réparer leurs pertes à mesure que la

---

(1) Chevandier, *Comptes rendus*, t. XVIII, p. 143.

(2) Brongniart, *Annales des Sciences naturelles*, 1828, t. XV. p. 225 et suiv.

végétation s'en empare de nouveau. Sommes-nous arrivés à un état d'équilibre stable où la consommation et la production du gaz acide carbonique se balancent? C'est ce que l'avenir seul pourra apprendre à nos neveux.

88. Dès aujourd'hui il est évident que les plantes ne trouvent pas dans l'air de quoi satisfaire à tous leurs besoins en carbone. Elles prospèrent visiblement mieux sur un terrain abondant en terreau et en fumier, et qui émet une grande quantité d'acide carbonique. De Saussure a prouvé qu'elles se développaient avec plus d'avantages dans un air auquel on ajoute jusqu'au douzième de son volume de cet acide. C'est 200 à 300 fois la dose qui y existe naturellement. Quand cette quantité est dépassée, les plantes paraissent souffrir (1). C'est qu'alors l'oxygène devient insuffisant pour fournir à leur respiration ; or l'acte nutritif doit rester en équilibre avec l'acte respiratoire, l'un ne peut s'accomplir sans l'autre [§§ 31-34].

89. L'acide carbonique étant dissous dans la vapeur aqueuse de l'air, celui-ci en est d'autant plus riche qu'il est plus humide ; d'un autre côté, si l'air est stagnant autour de la plante, celle-ci l'a bientôt dépouillé du carbone qu'il contient. Enfin, l'absorption de l'acide carbonique est d'autant plus active que la lumière est plus abondante ; ainsi un air humide, légèrement agité, sous l'influence d'un ciel lumineux, telles sont les circonstances les plus favorables à l'accrois-

(1) *Recherches sur la végétation*, p. 51.

sement des plantes. On peut avoir un air humide, riche en acide carbonique, mais sans mouvement et avec un ciel couvert; ou bien un air sec, moins riche en acide carbonique, avec du vent et un ciel clair; dans ces deux cas, il manquera quelque chose aux progrès de la végétation. C'est dans les terrains frais d'alluvion des vallées du Midi que l'on rencontre le plus souvent les trois circonstances nécessaires pour obtenir le maximum d'accroissement: abondante production d'acide carbonique s'élevant du sol, retenu par l'humidité de la couche inférieure de l'air, promené par les vents à travers les masses de plantes, et vivement absorbé par leurs stomates excitées par la radiation solaire. La richesse de la végétation est l'intégrale des effets produits par ces trois causes.

89. *bis*. L'eau est mêlée à l'air sous forme de vapeur aqueuse transparente ou de vapeur vésiculaire qui forme les brouillards et les nuages. L'air peut en admettre une quantité qui varie selon sa pression et sa température et que la météorologie nous apprend à connaître. Indiquons ici seulement, par exemple, l'eau que l'air de nos climats, au niveau de la mer, peut contenir en moyenne. Dans l'ensemble de l'année, à la température de 10°.8 qui est la température moyenne annuelle de Paris, l'air saturé contiendrait, par mètre cube, 9ᵍ.75 de vapeur aqueuse;

A celle de 1°.8, qui est la température moyenne du mois le plus froid. 6ᵍ.33;

A celle de 18°.9, celle du mois le plus chaud. . . . . 16ᵍ.66.

Mais l'air n'est que rarement saturé, et, d'après des observations faites à Versailles en 1849, le jour moyen n'aurait que 0.69 d'humidité relative; l'air ne contiendrait donc par mètre cube, en moyenne,

que. . . . . 6^{g}.72 d'eau;

Dans le mois de janvier par 0.88 d'humidité relative, il y aurait.. . . . . 5^{g}.57;

Dans le mois de juillet par 0.57 d'humidité relative. . . . . 9^{g}.16.

90. Il n'est pas douteux que les plantes ne puissent s'emparer d'une certaine quantité de vapeur aqueuse par leurs organes foliaires; mais est-ce par une action vitale, une succion, ou seulement par une imbibition pour se mettre en équilibre d'humidité avec l'air, voilà ce qui n'est pas constaté. Quoi qu'il en soit, cette absorption est insuffisante, car une plante dont les racines plongent dans une terre sèche, et dont la tête est entourée d'air saturé d'eau, ou même est plongée entièrement dans l'eau, vit quelque temps sans prendre d'accroissement et finit par se putréfier. Cela ne peut être autrement, parce que, si cette eau est suffisante pour entretenir la flexibilité des tissus, la circulation déterminée par l'évaporation des feuilles est arrêtée et la séve devient stagnante. Au contraire, placée dans un sol suffisamment humecté et ayant sa tête dans un air complétement sec, la plante végète vigoureusement et se maintient fraîche ; elle reçoit l'eau nécessaire par les racines, et celle-ci s'évapore par les feuilles après qu'elle a déposé dans les tissus du végétal une partie des matières qu'elle tenait en solution.

91. Il y a cependant une limite à cette rapidité d'évaporation pour rester dans la mesure la plus favorable aux plantes. Ayant recueilli l'eau d'évaporation des plantes placées dans un air très-sec, nous avons constaté qu'elle était très-chargée d'acide carbonique et d'ammoniaque, tandis qu'elle se trouvait d'autant plus pure que l'air était plus humide et l'évaporation moins accélérée. Un certain degré d'humidité de l'air est donc favorable à la végétation, en supposant même que le sol fournisse l'humidité nécessaire.

92. Quelle est cette quantité d'eau suffisante pour fournir à l'évaporation des plantes? Avant et pendant sa floraison, la luzerne évapore en vingt-quatre heures 112^{g}.94 d'eau par kilogramme de son poids à l'état vert, ce qui revient à 451^{g}.76 par kilogramme de son poids à l'état sec. On obtient d'un hectare de luzerne, du 1er au 30 juin, une repousse donnant une coupe de 2,000 kilog. de fourrage sec. Pendant la durée de sa croissance, elle avait donc un poids moyen de 1,000 kilogr. de fourrage équivalant à 4,000 kilogr. à l'état vert ou 0^{k}.4 par mètre carré de surface du sol. Il y aura donc, pour chaque jour, une évaporation moyenne de 45^{g}.18 d'eau par mètre carré, et pour le mois de juin entier 1355^{g}.4. Pendant ce même mois de juin (1852), une surface aqueuse a évaporé 130^{k}.8 par mètre carré, l'évaporation de la luzerne, par mètre carré du sol, est donc environ $\frac{1.05}{100}$ de l'évaporation de l'eau (1).

---

(1) Dans ce mois, l'humidité relative de l'air avait été de 0.70 à 8 heures du matin et de 0.56 à 2 heures du soir, c'est-à-dire que ce mois avait été sec; les vents avaient peu soufflé. Quelle serait l'évaporation de cette

D'après Hales, un mètre carré de surface des plantes suivantes évapore en vingt-quatre heures :

	grammes d'eau.
L'hélianthus.	89
Le chou..	368
Le pommier.	508
Le citronnier..	140
La vigne.	139

D'après nos propres expériences :

La vigne..	249
Le mûrier..	153
La luzerne..	256 (1).

93. Si l'azote gazeux pouvait être absorbé par les plantes, l'air leur en fournirait une source inépuisable. Mais, en admettant même que son assimilation fût possible, on sait quelle végétation chétive a lieu sur les terrains stériles, quoique la plante soit en contact immédiat avec ce gaz que l'on croit nourricier. Mais, lorsqu'il est amené à être combiné avec l'hydrogène, lorsqu'il forme de l'ammoniaque, les végétaux l'absorbent alors avec avidité, et il contribue puissamment à leur développement, comme nous l'avons dit plus haut [§§ 55, 42], si le carbonate d'ammoniaque est mêlé à l'air jusqu'à la dose de 4 dix millièmes. La végétation elle-même contribue, comme nous l'avons dit, à former une partie de l'ammoniaque qu'elle absorbe [§ 45], mais c'est à condi-

---

plante et des autres plantes cultivées relativement à celle de l'eau dans d'autres circonstances atmosphériques, et quel serait son effet sur la végétation? Voilà ce qui reste à chercher.

(1) 395 grammes de luzerne donnent 1,890 centimètres carrés de feuilles; 1 kilog. donne donc 4,785 centimètres carrés, et 1 kilogramme évapore 112ᵍ.94.

tion qu'elle ait déjà trouvé dans le sol des principes nutritifs qui lui aient procuré un développement abondant et riche en chlorophylle.

94. Par lui même, l'air serait loin de contenir naturellement une quantité d'ammoniaque propre à donner une végétation opulente; Fresenius n'en a guère trouvé que 136 grammes sur un million de kilogrammes d'air, ce qui donne seulement $13^k.7$ d'ammoniaque pour toute la colonne d'air qui repose sur un hectare. Cette quantité serait faible et ne pourrait être atteinte par les plantes, dispersée comme elle l'est sur toute l'étendue de l'atmosphère, si les rosées et la pluie ne la ramenaient souvent en totalité sur la terre, et si, après avoir été absorbée par les plantes ou par le sol, elle ne se renouvelait sans cesse par leurs évaporations, par la putréfaction de matières animales et végétales, par les gaz produits par les volcans. Nous verrons plus loin la quantité d'ammoniaque que les différents météores aqueux ramènent ainsi sur le sol.

95. Ce n'est pas seulement de l'ammoniaque que les eaux de pluie et la rosée enlèvent à l'air, mais aussi des azotates, formés peut-être par des actions électriques dans l'air, et des substances organiques que les vésicules de vapeur ont enlevées en s'élevant dans l'air et qui étaient dissoutes ou tenues en suspension dans le liquide qui les a produites. Comme il est peu probable que les plantes saisissent toutes ces substances dans l'air, comme elles les prennent sans doute quand elles ont été déposées sur le sol, nous en traiterons plus au long dans le chapitre suivant.

CHAPITRE V.

La terre comme source d'aliment pour les plantes.

96. Le sol dans lequel se passe une partie considérable de la vie des plantes (au moins de celles qui font l'objet de nos cultures) est un mélange confus de débris altérés et pulvérisés des roches qui composent la partie solide du globe terrestre. Cette dislocation de leur masse a été produite par des causes mécaniques et chimiques.

97. Les roches sont attaquées mécaniquement par leur gravité, qui, quand l'appui leur manque, laisse tomber les parties qui n'adhèrent pas fortement à leurs voisines; par le frottement qu'exercent sur elles les eaux courantes et les matières diverses qu'elles entraînent; par les propriétés hygrométriques de leurs diverses particules qui les déplacent en changeant leur volume relatif; par les gelées qui accroissent le volume de l'eau qui a pénétré dans leurs interstices.

98. Les roches sont attaquées chimiquement par l'eau

qui dissout leurs parties solubles; par l'acide carbonique réuni à l'eau, qui dissout leurs silicates, leurs phosphates, leurs carbonates; par l'oxygène de l'air, qui s'unit aux parties oxydables en modifiant toutes leurs propriétés.

99. Si la décomposition de la roche se fait sur une surface plane et peu inclinée, la couche de terre meuble est peu épaisse, parce qu'elle ne tarde pas à recouvrir cette surface et à entraver les causes de destruction qui l'atteignaient à nu. Mais, quand elle estinclinée, ses débris descendent sur le plan incliné et sont facilement transportés dans des lieux plus bas et jusqu'au fond des vallées par les eaux qui descendent des hauteurs. Les grands cours d'eau qui ont sillonné le globe aux époques géologiques ont formé des dépôts dont la composition est semblable sur de vastes espaces de terrains, quoiqu'elle soit variable dans les proportions des substances qui y sont mêlées, suivant que les courants qui les entraînaient conservaient, gagnaient ou perdaient de leur impétuosité; arrêtés enfin par des obstacles, ils ont pu produire ces amas, ces couches épaisses que l'on désigne sous le nom de *diluvium*.

100. Les cours d'eau modernes, qui ont moins d'étendue et moins d'impétuosité, ont formé et forment encore des dépôts limités par les niveaux où ils s'élèvent, déposant dans leurs cours, d'abord les matières les plus pesantes, puis successivement celles qui le sont moins, à mesure que leur rapidité diminue. Ces dépôts prennent le nom d'*alluvion*. Ceux que les courants de la mer, ou les flots poussés par la marée, ou encore les vents laissent

sur les côtes, sont désignés par le nom d'*atterrissement*.

101. Les vents enlèvent aussi des particules de terre, et les entraînent jusqu'à ce que leur violence soit diminuée par les obstacles que leur présentent l'air en repos et les saillies du terrain. Dans le premier cas, leur vitesse diminue graduellement, et le dépôt a lieu uniformément sur leur passage, par ordre de pesanteur des parties entraînées ; dans le second cas, il y a refoulement et abandon subit des matériaux transportés, qui s'entassent, accroissent l'obstacle, et forment des monticules qu'on appelle *dunes*.

102. A mesure que les roches sont fracturées, broyées, pulvérisées, elles présentent à l'action des agents chimiques des surfaces de plus en plus grandes, proportionnellement à leur masse ; aussi leur décomposition s'avance-t-elle rapidement ; leurs éléments sont tantôt séparés, tantôt réunis, pour former de nouveaux mélanges. Les roches feldspathiques, les basaltes, peuvent se transformer en *argile;* celle-ci, mêlée en de certaines proportions avec la silice quartzeuse, forme des *glaises*, ou bien, unie très-intimement au carbonate de chaux, elle prend le nom de *marne*. A ces grands matériaux de nos terrains viennent se joindre, mais le plus souvent en moindre proportion, la magnésie, les oxydes de fer, le sulfate de chaux, les alcalis minéraux et divers phosphates.

103. Enfin, ces matières minérales sont mêlées aux débris organiques de toutes sortes qui proviennent des animaux et des plantes qui ont vécu sur le sol, ou qui y ont été transportés par les eaux courantes, par la pluie ou la vapeur. L'ensemble hétérogène et très-varié de

ces substances qui ont eu vie est ce qui constitue le *terreau*.

104. Telle est la nature des terrains agricoles dans lesquels les plantes doivent croître, voyons maintenant les aliments qu'elles peuvent y puiser. Nous commencerons par l'eau, le plus indispensable de tous. Le sol reçoit l'eau de trois sources : les météores aqueux (la pluie, la neige, les brouillards, la rosée); la filtration des terres situées à des niveaux supérieurs et qui laissent écouler les eaux dès qu'elles dépassent leur faculté hygroscopique ; l'ascension de l'eau des couches inférieures par l'effet de la capillarité.

105. Si l'on considère l'ensemble de l'Europe, la moyenne des pluies observées dans 153 lieux, pris dans différentes régions, présente annuellement une couche de 750 millimètres ou un poids de 750 kilogrammes d'eau par mètre carré ; dans ces quantités, l'hiver figure pour 162 millimètres, le printemps pour 164 millimètres, l'été pour 199 millimètres et l'automne pour 225 millimètres (*Cours d'Agriculture*, t. II, p. 274 et suiv.); mais ces quantités varient beaucoup, soit dans leur total, soit dans la distribution des saisons, pour les différentes localités (*Cours d'Agriculture*, t. II, p. 264).

106. L'eau reçue par filtration des terrains supérieurs alimente les terrains naturellement secs, mais elle rend humides ceux qui manquent d'un écoulement assez rapide ou qui sont d'une nature très-hygroscopique. Alors cette eau est nuisible ; privée de mouvement, entourée de principes désoxydants, elle s'altère, les racines n'y

pénètrent pas ou y pourrissent, les sucs nutritifs trop délayés sont portés en trop petite quantité dans les plantes, avec une masse de liquide qui affaiblit les tissus et engorge les cellules.

107. Quand les couches supérieures du sol sont plus sèches que les couches profondes, l'eau remonte par capillarité pour rétablir l'équilibre entre elles. Dans une terre contenant 0.50 d'argile, l'air qui repose sur la surface étant à 0.80 d'humidité relative, l'eau qui venait du fond a monté de 12 centimètres en 24 heures, et de 59 centimètres en 42 jours. Dans une autre terre qui contenait 0.12 d'argile et 0.60 de calcaire, l'eau a monté le premier jour de 27 centimètres et de 48 centimètres en 5 jours (1). De Candolle trouvait que le sable de mica donnait l'ascension la plus rapide; cependant dans son expérience l'eau n'avait monté que de 78 centimètres en 7 mois (2).

108. Le sol perd de plusieurs manières l'eau qu'il a reçue, et d'abord en abandonnant aux lois de la gravité la partie d'humidité que ses propriétés hygroscopiques ne lui permettent pas de retenir et qui s'infiltrent dans les couches inférieures.

109. L'hygroscopicité du sol est cette propriété qu'il a de retenir une certaine quantité d'eau sans la laisser filtrer. Elle varie selon la nature des substances qui le composent, et aussi selon leur degré d'atténuation. Ainsi la magnésie retient 4.56 fois son poids d'eau, le terreau, 1.99,

---

(1) *Comptes rendus*, t. XXXII, p. 700.
(2) *Physiologie*, p. 98,

la terre calcaire fine, 0.85, l'argile, 0.70, tandis que le sable quartzeux n'en retient que 0.25 ; mais ce même sable finement pulvérisé retient 0.50 de son poids d'eau. Le mélange de tous ces éléments de nature et d'atténuation différentes fait beaucoup varier l'hygroscopicité des terrains. Schubler, qui le premier institua des expériences directes à ce sujet (1), a trouvé qu'une terre de jardin retient 0.89 d'eau, une terre arable d'Hoffwyl, 0.52, une terre du Jura, 0.48 : nous avons trouvé dans notre pratique des terres retenant 0.95 et d'autres 0.25 seulement (*Cours d'Agr.*, t. I, p. 178).

110. Une fois qu'elle a pénétré dans l'intérieur de la terre, l'humidité est en mouvement incessant, descendant des couches supérieures ou montant des couches inférieures, selon que les unes ou les autres sont plus voisines ou plus éloignées du terme de saturation. A la surface, il en est de même entre la terre et la couche d'air superposée. Cependant l'équilibre d'humidité tend à s'établir, tantôt l'air enlevant celle de la terre quand il est plus sec, tantôt lui en rendant quand il est plus humide. De tous ces échanges entre le sol et l'air et entre les différentes couches de terre, résulte un état variable du sol pour chaque instant, état hygroscopique qui ne peut être constaté que par l'expérience directe.

111. L'évaporation du sol consiste donc dans cet échange entre sa surface et l'air, habituellement plus sec que lui. Des expériences assez nombreuses ont été

---

(1) *Mémoire de la Société centrale d'agriculture*, 1827, t. I.

faites pour constater les rapports de l'eau absorbée par la filtration et perdue par l'évaporation. Elles ont eu lieu sur des terres sans communication avec les couches inférieures, c'est-à-dire, qui perdaient par la filtration tout ce que l'hygroscopicité du sol ne retenait pas, c'est l'effet que l'on attend du drainage dont nous parlerons ailleurs [§ 458]. Nous citerons seulement quatre de ces expériences, faites par Dalton (1), par Maurice de Genève (2), par nous à Orange (3), et par Dickinson dans le Hersfordshire (4). Elles nous donnent les résultats suivants :

	DALTON.			MAURICE.		
	Pluie mensuelle. mill.	Évaporation de la terre. mill.	Filtration mensuelle. mill.	Pluie mensuelle. mill.	Évaporation de la terre. mill.	Filtration mensuelle mill.
Janvier. . .	62.4	25.6	36.8	53.5	5.6	+ 47.9
Février. . .	45.7	12.7	33.0	111.7	27.3	+ 84.4
Mars. . . .	22.9	15.8	7.1	10.4	35.6	— 25.2
Avril. . . .	43 6	37.7	5.9	9.2	23.2	— 14.0
Mai.. . .	106.1	68.3	37.8	23.7	31.8	— 8.1
Juin. . . .	63.2	55.8	7.6	97.2	66.1	+ 31.1
Juillet. . .	105.5	104.9	1.5	79.2	58.2	+ 21.0
Août. . . .	99.3	86.0	4.3	42.9	47.4	— 4.5
Septembre.	83.3	74.9	8.4	40.8	33.4	+ 7.4
Octobre. . .	73.6	67.8	5.8	95.4	35.4	+ 60.0
Novembre. .	74.2	51.9	22.3	42.9	20.3	+ 22.6
Décembre. .	81.3	37.7	43.6	46.7	17.9	+ 28.8
	852.1	638.0	214.1	653.6	402.2	+251.4

(1) *Mémoires de Manchester*, t. v, part. 2.
(2) *Bibl. britan.*, 1796, 1796.
(3) *Cours d'agriculture*, t. II, p. 122.
(4) *Journal de la Société d'agriculture d'Angleterre*, t. v.

	DE GASPARIN.			DICKINSON.		
	Pluie mensuelle.	Évaporation de la terre.	Filtration mensuelle.	Pluie mensuelle.	Évaporation de la terre.	Filtration mensuelle.
	mill.	mill.	mill.	mill.	mill.	mill.
Janvier. .	46.1	12.3	+ 33.8	46.9	13.7	33.2
Février. . .	52.7	56.0	— 5.3	50.1	10.8	39.3
Mars. . . .	41.4	77.0	— 35.6	41.0	13.6	27.4
Avril. . . .	57.6	66.2	— 8.6	36.9	29.1	7.8
Mai.. . . .	61.5	68.0	— 6.5	47.1	44.4	2.7
Juin. . . .	47.1	85.2	— 38.1	56.1	55.1	1.0
Juillet.. . .	28.1	21.7	+ 6.4	58.1	57.0	1.1
Août. . .	49.2	17.7	+ 31.5	61.5	60.6	0.9
Septembre..	105.0	35.4	+ 69.6	66.9	31.4	9.3
Octobre.. .	101.5	76.0	+ 25.5	71.6	36.1	35.5
Novembre..	82.6	45.2	+ 37.4	87.5	7.3	80.2
Décembre. .	49.3	36.0	+ 13.3	41.6	4.2	45.8
	722.1	596.7	125.4	665.3	381.1	284.2

	Pluie.	Évaporation.	Filtration.	Filtration pour 100 de pluie.	Évaporation pour 100 de pluie.
	mill.	mill.	mill.	mill.	mill.
Dalton.	852.1	638.0	214.1	25.1	74.9
Maurice..	653.6	402.2	251.4	38.5	61.5
De Gasparin.. . .	722.1	596.7	125.4	17.5	82.5
Dickinson.	665.3	381.1	284.2	42.7	57.3

Les différences obtenues proviennent de la nature des sols expérimentés, des vents qui accélèrent l'évaporation, ou bien de l'isolement des jours de pluie, comme à Orange; dans ce dernier cas, l'eau tombe sur un terrain sec, et est immédiatement reprise par l'évaporation avant de se dérober dans l'intérieur de la terre.

112. La dernière cause de la perte d'humidité pour le sol, c'est l'évaporation des plantes qui y végètent, évaporation qui est aussi en rapport avec l'humidité de

l'air, tant que la terre fournit aux racines l'eau qui leur est nécessaire. Nous avons dit [§ 92], quelle était la quantité d'eau évaporée par certaines plantes, entre autres nous avons vu qu'un kilogramme de luzerne verte évaporait environ 115 grammes d'eau en 24 heures. Cette expérience avait été faite à la température moyenne de 21° et par une humidité relative en moyenne de 0.78. Soit maintenant une coupe d'un hectare de luzerne, qui a crû pendant tout le mois de juin et qui pèse en vert 8,000 kilogrammes (2,000 kilogrammes de fourrage sec). Son poids moyen pendant le mois a été de 4,000 kilogrammes qui ont évaporé par jour 452 kilogrammes d'eau, et dans le mois 13,560 kilogrammes. A Orange, le mois de juin nous fournit 470,000 kilogrammes d'eau par hectare (une couche de 47 millimètres d'eau) ; mais l'évaporation du sol enlèverait 850,000 kilogrammes. Il y aurait donc un déficit de 380,000 kilogrammes, si le sol n'avait pas une réserve provenant des pluies de l'hiver et du printemps. Cette réserve ne peut exister sans une certaine profondeur de terrain qui dérobe une partie de l'humidité à l'action dissolvante de l'air extérieur. Les sols peu profonds sont desséchés de bonne heure, ainsi que ceux qui sont trop filtrants et peu hygroscopiques. Pour que l'approvisionnement en eau d'un terrain soit suffisant, il faut qu'il conserve constamment, à 30 centimètres de profondeur, au delà de 0.13 de son poids d'eau, et cette humidité est en excès s'il en a plus de 0.20.

115. A moins qu'il n'existe sous le sol, et à une petite profondeur, un réservoir d'eau aérée à niveau presque

constant, on voit que c'est la distribution régulière des pluies, en quantité et à des intervalles tels, qu'une partie de l'eau tombée échappe à l'évaporation, qui permet de compter sur l'alimentation régulière des plantes. Ainsi, à Paris, au mois de juin, la quantité moyenne des pluies par jour pluvieux est de $4^{mm}.1$; il tombe de la pluie pendant 3.6 jours consécutifs, ainsi $18^{mm}.86$ d'eau pour chaque période ; l'évaporation de l'eau est de $2^{mm}.5$ et, pendant 4.2 jours d'intervalle entre la période de pluie, $10^{mm}5$. Si nous supposons que l'évaporation de la terre soit le tiers de celle de l'eau, ainsi que sembleraient l'indiquer les observations, cette évaporation serait donc de $0^{mm}.8$ par jour, de $3.^{mm}4$ par chaque intervalle. Il reste donc en terre $18^{mm}.9 - 3.4 = 15^{mm}.5$. Ainsi l'on peut présumer que dans ce pays la terre se trouvera suffisamment humectée et saine. La sécheresse sera complète, s'il arrive que le produit des jours de pluie consécutif multipliés par 4.2 ne surpasse pas celui des jours d'intervalle multiplié par 0.8. Ainsi un seul jour de pluie donnant 4.1, suivi d'un intervalle de cinq jours sans pluie $5 \times 0.8 = 4$, amène la sécheresse du sol. De telles circonstances ont eu lieu à Paris onze fois sur 32 années (*Cours d'Agriculture*, t. II, p. 303). Ce chiffre indique le degré de probabilité de cet événement sans rien indiquer de certain pour telle ou telle année, puisque les éléments de ce calcul sont très-variables.

114. Les générations successives de plantes qui croissent sur le sol y laissent de nombreux débris auxquels viennent s'ajouter encore ceux des animaux qui y vivent et y meurent, surtout ceux des insectes et des

vers qui, par leur nombre, semblent quelquefois animer la poussière; et cependant cette accumulation, si abondante qu'on puisse la concevoir, ne pourrait expliquer la présence de $\frac{5}{100}$ de terreau dans le sol (250,000 kilogr. par hectare à $\frac{1}{3}$ de mètre de profondeur), qu'en supposant que la production complète de quatre-vingts ans de végétation s'y est accumulée sans éprouver d'altération. Or, si l'on pense qu'une faible partie de la masse végétale produite annuellement est restituée à la terre; que celle qui y reste est abandonnée à la surface à l'action des éléments; si l'on pense à la rapidité avec laquelle disparaissent les effets des engrais végétaux les plus riches, on sera disposé à croire que le terreau existant dans la plupart de nos terres, de celles qui sont à l'abri des inondations, date de la formation même des sols, et est une production des âges géologiques comme les houilles et les lignites, de la nature desquels il participe par sa composition, comme par la fixité et la lenteur de sa putréfaction; de ces âges où l'abondance de l'acide carbonique de l'air rendait la végétation luxuriante en fixant ces masses de carbone que tous les travaux de l'industrie tendent aujourd'hui à restituer à l'air.

115. Le terreau étant composé de débris de corps organisés, appartenant principalement au règne végétal, on comprendra qu'il est composé de ligneux, de cellulose, auxquels se joignent dans une moindre proportion des substances albuminoïdes et des produits élaborés par les végétaux; des sucres, des gommes, des résines, des graisses, des acides végétaux, tels que l'acide oxa-

lique et l'acide tannique et les sels qu'ils forment avec les bases; peut-être quelques alcaloïdes, et enfin des matières fixes inorganiques.

116. Les terreaux ne seraient donc identiques au moment de leur formation que s'ils provenaient des mêmes espèces de plantes dont les éléments fussent dans les mêmes proportions. Mais la nature de la végétation diffère selon les espèces de plantes, la nature du sol et les climats. Ainsi un terreau formé par les débris d'une forêt sera abondant en ligneux; celui formé par une succession de plantes annuelles abondera en tissus cellulaires et en matières albuminoïdes. Ainsi encore les plantes à sécrétions acides laisseront du tannin sur le sol; les plantes aquatiques, si abondantes en ligneux (les *sphagnes*, les *carex*, les *eriophorum*, contiennent plus de 40 pour 100 de ligneux) (1), laisseront peu de matières azotées, mais fourniront un terreau très-ligneux; les plantes des terrains salifères, ayant concentré le sel dans leurs tissus, donneront un terreau qui en sera imprégné. Enfin, les mêmes espèces de plantes ne donneront pas un terreau semblable; il sera analogue à la richesse du sol qui les a nourries, et qui, selon sa nature, aura favorisé la production des organes foliaires, ligneux, ou ceux de la fructification. Ainsi, dès leur origine, il y a de grandes différences entre les terreaux, et on ne peut les considérer comme une substance unique, définie, dont il suffit de constater la présence sans s'informer de sa composition, et, s'il est vrai de dire qu'un sol sans ter-

(1) Lesquereux, *Recherches sur les marais tourbeux*, 1846.

reau est stérile, on se tromperait en affirmant qu'il est fertile parce qu'il possède beaucoup de terreau.

117. Le terreau ne reste pas longtemps dans son état d'intégrité après avoir cessé d'appartenir à la nature vivante, pour peu qu'il soit soumis sous une température suffisante à l'action d'un air humide. Il se passe alors des phénomènes que nous nous garderons d'expliquer, mais que nous nous bornerons à décrire. Les matières albumineuses qu'il contient se modifient et prennent le nom de ferment. Si l'affluence de l'oxygène est gênée, peu abondante, il ne se développe pas une chaleur sensible ; sans changer leur composition élémentaire et par une simple modification de leur arrangement moléculaire, les substances ternaires, le ligneux, la cellulose, la fécule, se transforment en dextrine, en glucose, en matières sucrées de plusieurs espèces. Cette action, que l'on pourrait appeler fermentation obscure, ou du premier degré, a été aussi nommée action *catalytique* ou *catalyse*.

118. Quand l'oxygénation du ferment est plus avancée, il ne se borne pas à produire une simple catalyse, mais la masse fermentescible s'échauffe, ses substances diverses se dédoublent, échangent certains éléments, en laissent échapper d'autres qui ne trouvent pas immédiatement ceux avec lesquels ils pourraient se combiner ; il y a principalement perte d'acide carbonique et d'ammoniaque sous forme gazeuse. C'est ce que l'on appelle *fermentation*. On observe les phénomènes que nous venons d'indiquer dans la fermentation vineuse et dans la fabrication des fumiers de ferme quand l'action est modérée.

119. Enfin, si le ferment est très-abondant, si la température de l'air est élevée, il y a échauffement considérable, oxygénation rapide, et production abondante d'acide carbonique, d'hydrogène, d'hydrogène sulfuré, d'hydrogène carboné, d'hydrogène phosphoré, d'ammoniaque, etc. Cette émission de gaz est infecte, et la fermentation précipitée qu'elle dénote prend le nom de *fermentation putride* et de *putréfaction*.

120. Il n'arrive pas que les principes azotés soient assez abondants dans le terreau pour que cette dernière espèce de fermentation s'y présente; c'est principalement la catalyse et la fermentation ordinaire qui y ont lieu, et le plus souvent l'une et l'autre à la fois en proportions diverses; selon les circonstances, il se produit en même temps des matières sucrées et alcooliques, et de l'acide carbonique. Mais on ne doit pas oublier que, pour que la fermentation puisse avoir lieu, il faut la présence, 1° de l'air, 2° d'une certaine humidité, 3° d'une température convenable.

121. On sait qu'une seule bulle d'oxygène mise au contact avec du moût de raisin suffit pour transformer en ferment une molécule de sa substance albumineuse, et qu'alors la fermentation continue sans la présence de l'air; mais on ne peut admettre la parité entre ce qui se passe dans un liquide où l'albumine est assez abondante, proportionnellement à la matière fermentescible, pour ne pas s'épuiser avant la fin de la fermentation, et ce qui se produit dans des corps plus ou moins solides, dont les principes sont immobiles, où les corps albuminoïdes ne sont pas continus, mais divisés par petites portions.

séparés par des corps ternaires, en quantité relativement considérable. Aussi l'altération de ces parties d'albumine ne se fait que successivement, à mesure que, dégagées de leur gangue, elles se trouvent en présence de l'air; et, quand on retarde sa circulation, quand c'est l'acide carbonique qui le remplace dans les interstices du terreau, la fermentation s'arrête ou devient très-lente. C'est ce qui arrive dans le fumier d'étable fortement pressé. Ainsi on explique l'état d'intégrité du terreau profondément enterré dans un sol compacte et sa rapide décomposition quand il est amené à la surface par les défoncements, opération qui met un nouveau trésor à la disposition du cultivateur qui a épuisé la richesse de la surface du sol.

122. Les éléphants antédiluviens de Sibérie, trouvés entiers avec leurs chairs, après avoir été enfermés tant de siècles dans les glaces, montrent assez que la fermentation ne peut avoir lieu à une température froide. En Russie, on s'approvisionne de viande pour tout l'hiver en la faisant geler. La fermentation est très-peu sensible jusqu'à ce que l'air environnant ait acquis 12° à 20° de chaleur. Ce n'est donc que pendant les époques de l'année où le sol atteint cette température que peut avoir lieu la décomposition du terreau. Or c'est la fermentation qui prépare les matériaux solubles pour la nutrition des plantes. On pourrait donc dire qu'à égalité de quantité et de qualité du terreau, un sol est d'autant plus fertile qu'il se trouve dans un climat dont la température plus élevée dure le plus longtemps, pourvu que les autres conditions de la fermentation

s'y rencontrent; comme aussi le climat le plus chaud épuisera le plus vite la richesse du sol cultivé, si elle n'est pas renouvelée.

123. La fermentation s'épuise en agissant; aussi trouve-t-on des amas de terreau qui restent dans leur intégrité et qui attendent qu'on leur fournisse un ferment pour produire des matières solubles propres à alimenter les végétaux. Tels sont nombre de terreaux formés sous l'eau de plantes très-abondantes en ligneux et peu riches en principes azotés, les tourbes, par exemple. Quoique les terrains soient infertiles dans cet état, on en obtient des récoltes inattendues en y incorporant une faible dose d'engrais animal.

124. La fermentation ne peut avoir lieu sans un degré assez considérable d'humidité. Nos fourrages, que nous appelons secs, contiennent encore un huitième de leur poids d'eau et se conservent sans fermenter; mais on sait aussi avec quelle rapidité l'action fermentante s'établit dans les amas de végétaux humides : elle se manifeste par une vive chaleur qui va quelquefois jusqu'à l'incendie de la masse. D'un autre côté, quand un tas de fumier fermente avec une trop petite quantité d'eau, sa chaleur augmente beaucoup et favorise la végétation de champignons (le blanc) qui s'emparent de sa substance. On préfère alors le dessécher complétement au soleil, en le conservant dans cet état jusqu'à ce que l'on puisse l'humecter suffisamment pour le maintenir à une température où la fermentation soit modérée.

125. Soumis à ces causes d'altérations et à ces divers degrés de fermentation, le terreau ne présente plus les

éléments des plantes tels qu'ils se trouvaient dans les végétaux qui l'ont formé. Une partie de ce terreau, auparavan insoluble dans l'eau, se transforme en une substance soluble. Le terreau de bruyère de Meudon, traité par de Saussure et conservé pendant deux jours avec le double de son poids d'eau, donnait, sur 100 grammes de liqueurs filtrées, 0.388 d'un extrait brun, non acide, composé de glucose, de dextrine, d'une substance azotée, de quelque trace de nitrate de potasse et d'ammoniaque et de chlorures de calcium et de potassium; il fournissait 14 $\frac{1}{2}$ pour 100 de son poids de cendres, contenant 3 pour 100 de sels solubles à l'eau. Le carbonate de potasse y entrait pour $\frac{4}{10}$, et on y trouvait encore du phosphate de potasse ou de chaux et d'autres sels alcalins. La partie insoluble des cendres était formée de phosphate de chaux, d'oxydes métalliques et de silice (1).

126. Nous rapportons ces détails parce qu'ils donnent une idée assez exacte de la composition de l'*humus*, nom par lequel nous désignons la partie soluble du terreau. Bien convaincu depuis longtemps que la véritable analyse des terres arables, celle qui peut éclairer l'agriculture, est la recherche et l'examen de leurs parties solubles (*Cours d'agriculture*, t. I, p. 51), nous recommandions à M. Verdeil, chimiste distingué qui dirigeait les travaux chimiques de l'Institut agronomique, de commencer toujours par l'humus l'analyse

(1) *Bibl. universelle*, décembre 1841, p. 345, note.

des terres du domaine qu'il était chargé de faire; cette mesure l'a conduit à des résultats remarquables.

Les parties solubles de ces terres (*humus*) contenaient invariablement une certaine quantité de matières organiques, accompagnées de matières inorganiques dissoutes.

La partie organique de l'humus consistait en matières albuminoïdes dont l'azote représentait en moyenne 1.50 pour 100 du poids de l'humus sec, du glucose, de la dextrine, ou plutôt une matière à saveur sucrée d'une nature non encore définie, et qui possède la propriété, commune aux sucres, de dissoudre les substances minérales, au point que, dans une de ces terres (Satory), l'humus présentait en matières fixes deux fois le poids des matières organiques, et la silice composait les $\frac{2}{3}$ du poids de cette partie minérale.

La moyenne générale des terres arables de Versailles contenait, dans 100 parties de son humus, 45 de matières organiques et 55 de matières minérales fixes. Quant à la proportion de l'humus par rapport à la terre elle-même, la terre de la Sablière donnait 24.8 d'humus sec par 100 kilogrammes de terre, ou 0.0248 pour 100 de son poids.

TABLEAU

DES ANALYSES DE L'HUMUS DES TERRES DE VERSAILLES (1).

DÉSIGNATION des ANALYSES.	MAIL.	FAISANDERIE.	GAZON.	AVENUE DE LA REINE.	POTAGER.	SAVORY.	ARGILE DE GALY.	CALCAIRE DE GALY.	TOURBE.	SABLIÈRE.	MOYENNE des terres analysées.
Matières organiques.	43.00	70.50	35.00	44.00	37.00	33.00	48.00	47.00	46.00	47.04	45.14
Cendres.	57.00	29.50	65.00	56.00	63.00	67.00	52.00	53.00	54.00	52.06	54.86
TOTAUX.	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
COMPOSITION DES CENDRES.											
Sulfate de chaux. . .	48.92	31.49	48.45	43.75	36.60	18.70	18.75	17.21	24.43	22.31	31.06
Carbonate de chaux.	25.60	35.29	6 08	6.08	12.35	24.25	45.61	48.50	30.61	34.59	26.90
Phosphate de chaux.	4.17	2.16	2.75	6.52	11.20	18.50	5.80	9.00	0.92	8.10	6.69
Oxyde de fer. . . .	1.55	0.47	1.21	2.00	Traces.	5.72	0.95	Traces.	5.15	1.02	1.61
Alumine.	0.62	Traces.	»	Traces.	Traces.	0.80	1.55	»	Traces.	»	0.30
Chlorures de sodium et de potassium..	7.65	3.55	6.19	14.45	8.51	»	9.14	6.21	6.06	4.05	7.58
Silice.	5.49	13.67	25.71	15.61	19.60	21.60	5.00	5.50	8.75	15.58	18.65
Potasse et soude des silicates. . . .	5.17	4.23	5.06	4.13	7.23	4.65	7.60	»	7 45	6.57	5.01
Magnésie.	»	»	»	»	Traces.	»	7.60	8.32	»	»	1.59
Autres matières.. .	2.85	9.14	4.55	7.66	4.51	7.78	0.00	5.26	16.65	7.78	0.51
TOTAUX	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

127. Ainsi l'humus est composé de substances albuminoïdes dont l'azote dose 1.5 à 2 pour 100 de son poids d'eau à saveur sucrée et de substances minérales en solution dans l'eau; c'est-à-dire de tout ce que nous

(1) *Comptes rendus*, t. XXXV, 95.

trouvons dans la séve avant qu'elle soit élaborée par les feuilles; il est donc bien la véritable nourriture que les plantes reçoivent par les racines.

128. Ce qui a retardé jusqu'ici la véritable connaissance du terreau, c'est que l'on prenait pour type de cette substance celui qui se forme dans les saules creux ou celui qui s'accumule dans les gazons, et non celui qui se trouve dans l'intérieur de la terre. Le terreau fermentant à l'air libre donne des produits acides, de l'acide ulmique, de l'acide acétique, etc. Mais, de même que la fermentation du sucre est arrêtée par l'addition de la chaux à laquelle il s'unit, de même celle du terreau s'arrête aussi à l'état de matière sucrée en dissolvant les substances minérales qui l'entourent.

129. Les expériences de Saussure (1) ont suffisamment prouvé que les racines des plantes absorbaient les solutions d'humus, pour dissiper tous les doutes que l'on avait voulu élever à ce sujet. Elles montrent en même temps qu'une plante de fève pesant 11 grammes, plongeant dans une solution d'humus pendant 14 jours, a augmenté son poids de 6 grammes, en absorbant 9 milligrammes d'humus (2). L'eau d'évaporation de cette plante contient des sels ammoniacaux et calcaires à la dose de 3 milligrammes par 60 grammes de cette eau (3) et se montant au vingtième de l'humus absorbé. Ainsi la plante avait reçu de la terre 0.0015 de son poids, l'atmosphère avait donc dû lui fournir les 0.9985 de son

(1) *Bibliothèque universelle de Genève*, décembre 1841, p. 340.
(2) *Ibid.*, p. 343.
(3) *Ibid.*, p. 348.

poids. Ce qui se passe ici dans le jeune âge de la plante diffère de ce qui a lieu dans une durée plus longue de végétation, où l'accumulation des matières fixes dans les tissus finit par augmenter l'aliment que la plante puise dans le sol [§ 84]. Au reste, la proportion trouvée dans la végétation de la fève ne peut être qu'un minimum provenant de ce que l'humus ne pouvait pas pourvoir la plante de toutes les substances minérales qu'elle prend à la terre ; elle suffit cependant pour donner une idée du rôle important de l'air dans la nutrition des végétaux. Nous verrons bientôt que la terre contribue aussi largement à doter l'air de ce gaz nutritif.

130. On n'avait pas cherché jusqu'ici à déterminer le volume d'acide carbonique mêlé à l'air confiné dans le sol, mais cette recherche a été entreprise par MM. Bousingault et Levy (1) ; ils ont montré : 1° qu'une partie de l'air qui pénètre dans le sol a été employée à brûler le carbone et l'hydrogène de la matière organique du terreau, et à former du gaz acide carbonique ; de sorte que la somme de ces deux gaz représente à peu près le volume de l'oxygène de l'air ; 2° que cet air confiné renferme jusqu'à vingt-trois fois autant d'acide carbonique que l'air atmosphérique ; 3° que sa quantité est d'autant plus grande qu'on a fumé récemment la terre, et qu'ainsi on l'a pourvue de matières en état de fermentation et de ferment propre à agir sur le terreau. La table suivante présente le résultat final de ces expériences ; elle nous montre que le sol peut contenir de 741 à 80,543 litres

(1) *Comptes rendus*, t. xxxv, p. 774.

d'acide carbonique par hectare, à 30 centimètres de profondeur. La plus faible de ces doses a été trouvée dans un sable sous-sol de forêt, la plus forte dans une terre récemment fumée. Voici au reste les divers résultats obtenus par ces auteurs.

NATURE des TERRES.	ACIDE CARBONIQUE dans 100 parties d'air confiné		VOLUME de l'air confiné dans un hectare	VOLUME de l'acide carbonique contenu dans l'air d'un hectare.
	en volume.	en poids.		
			mètres cubes.	litres.
Terre récemment fumée.. .	2.27	3.42	824	18,695
Autre terre récemment fumée.	9.78	14.18	824	80,543
Champ de carottes.	1.00	1.40	813	8,134
Vigne..	0.96	1.45	988	9,448
Forêt de Goersdorf.	0.86	1.30	412	3,540
Loam sous-sol de la forêt.. . .	0.83	1.28	247	2,051
Sable sous-sol de la forêt.. . .	0.24	0.37	309	741
Asperges anciennem. fumées .	0.80	1.21	817	6,538
Asperges récemment fumées. .	1.54	2.33	817	12,586
Sol très-riche en terreau. . . .	3.65	5.44	1,472	53,437
Champ de betterave..	0.86	1.31	823	7,083
Champ de luzerne..	0.83	1.26	772	6,408
Champ de topinambour. . . .	0.67	1.01	721	4,828
Prairie.	0.79	3.71	566	10.139

131. A mesure de sa formation le gaz acide carbonique doit s'écouler au dehors; il ne reste pas indéfiniment dans le sol. Cet écoulement, favorisé par la filtration des eaux, l'est aussi par la perméabilité du sol et

par les labours, qui, en lui ouvrant une issue et en dégageant le terreau de son contact, facilitent l'accès de l'oxygène, qui hâte sa fermentation et sa destruction au profit des récoltes, si ces labours sont bien entendus, mais à leur détriment s'ils sont intempestifs. Cet acide carbonique dégagé du sol se répand lentement dans l'atmosphère, et est absorbé en grande partie par les stomates des feuilles sous l'influence de la lumière. Il serait intéressant de doser l'air près du sol, entre les tiges des plantes, sous l'abri des feuilles, pour le comparer à l'air ambiant; il est probable qu'on le trouverait d'autant plus riche en acide carbonique qu'une végétation plus active annoncerait plus de fertilité dans le sol.

132. L'acide carbonique du sol, dissous par l'humidité, est absorbé par les radicules et mêlé à la séve. On pourrait penser que la plante y trouve une grande partie de carbone qu'elle assimile; nous avons dit ailleurs [§ 29] qu'il n'ajoute rien à la masse de la plante, se dégageant entièrement dans l'atmosphère par l'évaporation de l'eau à laquelle il est mêlé. Dans une expérience qui a duré un mois et où deux lots de 10 grains de blé ont été cultivés dans du sable quartzeux pur, l'un a été arrosé avec de l'eau distillée, l'autre avec de l'eau saturée d'acide carbonique; ce dernier lot a constamment présenté une meilleure apparence, des organes foliacés plus étendus, il a crû avec plus de rapidité; mais, après avoir desséché les plantes de l'un et de l'autre lot, on a trouvé qu'elles pesaient presque exactement le même poids. Ainsi le gaz acide carbonique du sol est un véhicule plutôt qu'un aliment, il facilite la circulation, étend

les cellules des feuilles comme pour augmenter leur surface d'évaporation, mais il n'est pas assimilé.

133. Pour se faire une idée de la quantité d'acide carbonique qui passe dans les plantes, quand, dissous dans l'eau, il est absorbé par les racines, il faut partir de cette base qu'un litre d'eau dissout à saturation 1ᵍ.9798 de ce gaz, et, si nous nous rappelons qu'un hectare de luzerne évapore en un mois 13,560 kilogrammes d'eau, on voit que le gaz écoulé par cette voie pèse 26ᵏ.816 en supposant que la séve en soit saturée. On voit quelle faible influence il aurait sur la production de 2,000 kilogrammes de foin sec, contenant 950 kilogrammes de carbone; on voit aussi combien serait insignifiante cette voie d'écoulement pour dégager le sol de l'acide qui s'y forme incessamment par la fermentation du terreau, et que ce doit être par filtration lente à travers les pores du terrain qu'il doit nécessairement s'écouler.

134. Le sol contient plusieurs espèces de substances azotées, des débris organiques, de l'ammoniaque et des sels ammoniacaux, des sels nitreux. L'analyse de quelques terres, faite par M. Payen au moyen de l'oxyde de cuivre, nous donne le total de l'azote qu'elles renferment, comme l'indique le tableau suivant :

	Azote pour 1 de terre en poids.
Terre de la Limagne d'Auvergne.	0.00320
— de Marville, près Saint-Denis.	0 00220
— maraîchère de Paris..	0.00497
— noire de Russie (tchernoyzen). . . .	0.00170
— bolbène de Toulouse..	0.00070

Nous ne pouvons faire usage ici des résultats de M. Crocker obtenus par le mélange de la chaux à la terre, méthode qui ne sépare que l'ammoniaque (1).

155. Ici revient encore la question que nous nous sommes faite plus haut [114]. Quelle est l'origine de cette quantité considérable de matières organiques que renferme le sol? A-t-elle une source constante de renouvellement qui puisse faire croire à sa perpétuité? Si ce n'est dans les terrains habituellement couverts par des alluvions, il semble difficile d'admettre que les moyens extérieurs connus puissent accumuler de telles masses de substances azotées sur certaines terres, tandis que d'autres en sont complétement privées. Dans les exemples que nous venons de citer, la terre de la Limagne d'Auvergne contient 12,800 kilogrammes d'azote par hectare; or la dépouille annuelle d'une forêt ne donne que 31 kilogrammes d'azote, et 15 hectolitres de blé n'en fournissent que 30 kilogrammes; il faudrait donc que 353 récoltes de bois ou 426 de blé se fussent accumulées sans altération dans le terrain pour fournir cette quantité, supposition tout à fait improbable. Il faut donc en revenir, comme nous l'avons fait plus haut [§ 114], à conjecturer que le terreau normal du sol est une formation d'un âge fort ancien; et ce qui rend ce fait plus probable, c'est que les grands dépôts de terreau affectent les mêmes allures que les dépôts carbonifères. Ils occupent des espaces circonscrits et couvrent de vastes territoi-

---

(1) *Annalen der Chimie*, t. LVIII.

res : c'est ce que l'on voit en Auvergne et en Russie, où le tchernoyzen, dans lequel M. Murchisson a cru reconnaître une accumulation sous-marine, s'étend sur des espaces immenses, qui peuvent avoir été occupés par des lacs ou des marécages qui unissaient la mer Noire aux mers du Nord, et dans lesquels a eu lieu une longue succession de végétations de plantes marécageuses ; on peut en outre citer, dans chaque contrée, des bassins où sont accumulés des gisements tourbeux indépendants des dépôts actuels des eaux, et qui présentent cette matière organique dans des circonstances analogues entre elles.

136. Mais dans quel état se trouvent toutes ces matières azotées, pour qu'il soit encore nécessaire d'ajouter au sol d'autres matières azotées si l'on veut obtenir des récoltes abondantes? Ainsi, dans la terre de Marville, il se trouve des substances azotées qui dosent 8,800 kilogrammes d'azote par hectare pris sur une épaisseur de $\frac{1}{5}$ de mètre : comment une fumure de 130 kilogrammes d'azote peut-elle y avoir les effets si considérables qu'on lui voit produire? Il faut pour cela que ces substances existent dans le sol sous des combinaisons ou des confinements tels, qu'elles ne puissent être dissoutes ; ainsi, dans les terres de Versailles [§ 126], l'eau ne dissout que 1,158 kilogrammes d'humus, contenant $17^{k}.37$ d'azote, c'est-à-dire, ce qui suffit pour alimenter une récolte de $8^{h}.68$ de froment, et, quand on obtient 40 hectolitres, on conçoit qu'un engrais contenant 125 kilogrammes d'azote dont une partie au moins est soluble puisse être nécessaire pour fournir 80 kilogrammes d'azote à cette végétation vigoureuse.

157. Cependant ces substances azotées existent dans le sol, l'analyse le démontre.. Quelle est la cause qui les rend latentes? Les agriculteurs savent que les premières fumures appliquées aux terres argileuses pauvres sont sans effet sur les récoltes, et que ce n'est qu'après plusieurs fumures consécutives qu'on éprouve toute l'efficacité de l'engrais : cela devra mettre déjà sur la voie de la faculté attractive de l'argile pour les substances fertilisantes. Bérard avait montré avec quelle avidité l'argile brûlée absorbait l'ammoniaque ; Liebig pensait même qu'il se formait des sels alumineux, dans lesquels l'ammoniaque jouait le rôle de base (1) ; les expériences de Way ont mis cette propriété hors de doute. Les eaux les plus corrompues, l'urine putréfiée, l'eau fétide du rouissage du lin, donnent des eaux potables après avoir coulé à travers une couche d'argile de 30 centimètres d'épaisseur. L'argile ne retient pas seulement l'ammoniaque, mais encore la chaux contenue dans l'eau de chaux; les solutions de sels de chaux, de magnésie, de potasse, de soude, y peuvent laisser leurs bases, et l'on ne trouve plus que les acides dans l'eau de filtration. L'argile peut absorber 1 pour 100 de son poids de potasse et autant en proportion des autres bases. Cette propriété de l'argile tient-elle à l'affinité de l'alumine pour ces matières, affinité si remarquable quand elle se manifeste dans la teinture sur les matières colorantes, ou opère-t-elle mécaniquement à la manière de la gélatine

(1) *Introduction à la chimie organique*, p. cix.

et du blanc d'œuf, ou, par sa porosité, comme le charbon ; ou enfin se présente-t-il une action chimique qui forme des sels alumineux, comme le pense Liebig? Ce qui ferait pencher pour cette dernière opinion, c'est que, si l'on ne trouve plus d'ammoniaque dans l'eau de filtration des drainages, elle y est remplacée par de l'acide nitrique, ainsi que l'a fait voir M. Barral [§ 140].

138. Nous avons montré plus haut [§ 43] la propriété qu'a le fer oxydé de s'emparer aussi de l'ammoniaque; aux expériences citées, de Vauquelin et de Chevalier, nous devons ajouter que les argiles qui contiennent des oxydes de fer, rougies au feu et exposées à l'air, ne tardent pas à devenir de véritables engrais par l'absorption de l'ammoniaque de l'atmosphère et aussi par la formation de cette substance par les réactions chimiques de l'hydrogène naissant et de l'azote gazeux (*Cours d'agriculture*, t. I, p. 93). En un mot, la plupart des matières terreuses participent par leur porosité de cette propriété de condenser et de former l'ammoniaque.

139. Il ne faut pas oublier d'ailleurs avec quelle lenteur le sol laisse passer les gaz entre ses interstices; la quantité d'acide carbonique qui s'y trouve confinée [§ 130] le démontre suffisamment. Mais, en même temps que la fermentation produit cet acide, il se dégage des sels ammoniacaux : c'est ce que MM. Boussingault et Lévy ont démontré, et ils ont constamment constaté la présence de $0^g.000032$ d'ammoniaque ou $0^g.000026$ d'azote dans 55 litres d'air confiné. Or, 1 mètre cube de terre arable contient 232 litres de cet air, nous aurons donc pour un hectare pris à $\frac{1}{3}$ de mètre de profondeur $3^k.64$

d'azote et $4^k.48$ d'ammoniaque (1), quantité toute disponible, pouvant servir à l'alimentation des végétaux.

140. Mais la plus grande partie des substances azotées du sol se trouve à l'état insoluble, parce que ce sont des principes organiques qui n'ont pas encore éprouvé les effets de la fermentation. On sait que le terreau, après avoir été dépouillé de son humus par le lavage, en fournit incessamment du nouveau jusqu'à ce qu'il soit épuisé. Avant d'avoir subi la fermentation, il renferme 0.024 d'azote; ainsi la terre noire de Russie, qui contient 0.0695 de terreau (*Cours d'agriculture*, t. I, p. 277), présente au moins 0.002224 d'azote; si cette terre pèse 400 kilogrammes le tiers du mètre cube, nous aurions pour un hectare à la profondeur de $\frac{1}{5}$ de mètre 8,896 kilogrammes d'azote; l'analyse en démontrait 6,800 kilogrammes (2). C'est qu'en effet la plus grande partie des substances azotées se trouvent encore à l'état d'insolubilité, car les récoltes ordinaires de 25 hectolitres de blé qui sont fournis par cette nature du sol n'indiquent pas plus de 50 kilogrammes d'azote dans l'humus soluble. Les expériences de M. Barral sur les eaux d'écoulement obtenues par le drainage semblent le mettre hors de doute, en signalant des circonstances où ces substances se manifestent clairement. Il avait trouvé que ces eaux contenaient cinq fois moins d'ammoniaque que les eaux de pluie (3), ce résultat con-

---

(1) *Comptes rendus*, t. xxxv, p. 770, 775.
(2) 1 kilogr. de terre contient $0^k,00170$ d'azote [154].
(3) *Manuel de Drainage*, p. 751.

corde avec celui que M. Way a obtenu en Angleterre (1); mais, ayant cherché ensuite si l'eau de drainage ne contenait pas de l'acide azotique, M. Barral trouva que sa quantité était douze fois plus grande que dans l'eau de pluie (2). Il était donc évident que ces eaux aérées et chargées d'ammoniaque, dont on avait reconnu la disparition, avaient agi sur des matières qui s'étaient décomposées et en présence de l'ammoniaque avaient formé l'acide azotique, selon les vues indiquées par M. Kuhlmann (3). Tous les faits que nous venons de signaler ne laissent pas douter que les substances azotées du sol ne soient en effet des substances organiques, mises à l'abri de la fermentation, qui restent inertes pour la végétation quand elles sont dans cet état, et qui ne deviennent actives que quand, par des réactions de différentes espèces, on est parvenu à provoquer leur décomposition.

141. Quelque considérable que soit la masse de terreau accumulée dans le sol, qui ne serait effrayé de sa rapide consommation, s'il devait seul fournir à l'alimentation des récoltes! Ainsi la terre noire de Russie, contenant 6,800 kilogrammes d'azote par hectare, aurait été épuisée par 136 récoltes de 25 hectolitres par hectare, telles que celles que l'on y fait annuellement, cependant ce terrain ne paraît pas s'appauvrir sensiblement; il faut donc qu'il y ait une autre source d'alimentation

---

(1) *Journal de la Société d'agriculture d'Angleterre*, t. x, p. 121.
(2) *Manuel de Drainage*, p. 736.
(3) *Expériences d'agriculture*, p. 6 et suiv.

qui concoure avec le terreau préexistant pour fournir aux plantes leur nourriture. Un autre fait vient encore fortifier cette induction. Dans les parties méridionales de l'Italie, en Sicile, en Espagne, en Asie, en Afrique, et encore quelquefois en France, on trouve des terrains qui portent des récoltes de 9 hectolitres de blé, avec une année de repos intermédiaire, et cela de temps immémorial, sans recevoir aucune espèce d'engrais : la culture n'a pas cessé dans plusieurs de ces terres depuis la civilisation antique, qui elle-même, si l'on en juge par ses livres agronomiques, faisait peu d'usage du fumier. Si donc, dans ceux de ces terrains, non sujets à être couverts par des alluvions, il reste quelque trace de terreau, il ne provient pas d'engrais proprement dits, mais seulement des chaumes, des racines et des plantes adventices abandonnées sur le sol. Ici, il n'y a pas moyen de nier qu'il n'y ait quelques sources constantes de matières azotées, restituant périodiquement au terrain ce que lui enlèvent les récoltes.

142. Dans le siècle dernier, Bergman avait trouvé des traces d'acide azotique dans l'eau de pluie. Brandes analysa les eaux de pluie et y trouva des sels ammoniacaux, des chlorures, des sulfates, des carbonates et différentes bases alcalines et terreuses. Toutes ces matières formaient un résidu sec de 31 millièmes du poids des eaux. Zimmermann à Giessen, puis Liebig, reprirent ces travaux; celui-ci ne trouva que rarement de l'acide azotique et seulement dans les pluies d'orage, mais il constata la présence de l'ammoniaque dans toutes les eaux de pluies, et il avança que ces eaux amenaient

sur la terre une quantité assez grande de cette substance pour suffire à l'alimentation des récoltes.

143. Depuis cette époque, on a fait plusieurs analyses des eaux de pluie; MM. Chatin et Marchand y ont trouvé du brôme et de l'iode, puis H. B. Jones y reconnut de nouveau la présence de l'acide azotique sans le doser. Ce n'est qu'en 1851 que commencèrent les recherches suivies de M. Barral, qui trouva dans les eaux de pluie les quantités des substances suivantes supposées réparties sur un hectare de terrain :

Ammoniaque. . .	12ᵏ.931	Dose d'azote. . .	10ᵏ.67
Acide azotique. .	45ᵏ.319	—	10ᵏ.10
			20ᵏ.77 (1)

144. A son tour, M. Boussingault, voulant se mettre à l'abri de l'objection que l'on pouvait faire à M. Barral, celle d'opérer sur l'eau de pluie recueillie à Paris, au sein d'une atmosphère remplie des émanations d'une grande ville, en institua de nouvelles à la campagne, en Alsace. Du 26 mai au 16 novembre 1853, il a exécuté 157 analyses sur les eaux de 75 pluies. Il a constaté qu'après une forte sécheresse la pluie est plus riche en ammoniaque que celle qui tombe par intermittence dans une saison pluvieuse; qu'elle l'est plus au commencement qu'à la fin de la pluie, et qu'ainsi la quantité d'ammoniaque est relativement plus faible dans les pluies abondantes, de sorte qu'une chute d'eau de

(1) *Mémoires des savants étrangers*, t. XII, et *Comptes rendus*, t. XXXV, p. 430.

20 à 30 millimètres donnant 0.41 milligrammes par litre, celles de $0^{mm}.5$ donneront 3.11 milligrammes. L'udomètre ayant reçu en totalité 1,750 litres d'eau, il s'y trouva $1^{g}.893$ d'ammoniaque, par conséquent, 1 milligramme par litre. Ainsi la pluie moyenne étant en Alsace de 680 millimètres d'eau, l'hectare de terre recevrait $6^{k}.81$ d'ammoniaque, la moitié environ seulement de ce que M. Barral a trouvé à Paris. La rosée contient 4 à 5 milligrammes d'ammoniaque par litre, et l'eau des brouillards de 2 à 50 milligrammes aussi par litre; mais à Paris, le 23 janvier 1854, M. Boussingault a trouvé 138 milligrammes d'ammoniaque par litre de cette eau. Il reste à regretter qu'il n'ait pas aussi dosé dans ces eaux météoriques les azotates, qui, selon M. Barral, sont en quantité plus considérable que le carbonate d'ammoniaque, et d'un effet d'autant plus important que le nitrate d'ammoniaque est plus stable que le carbonate [§ 44].

145. Une autre source du renouvellement de l'azote du sol pourrait se trouver dans l'action des corps poreux sur l'air humide pour y former de l'ammoniaque. Mulder ayant mis dans un bocal de l'acide humique préparé avec du sucre et de l'acide chlorhydrique, trouva qu'il dégageait de l'ammoniaque au bout de six mois de séjour; nous avons trouvé de l'ammoniaque dans l'argile brûlée laissée en contact avec l'air; enfin, le phénomène encore incomplétement expliqué de la nitrification des roches poreuses en l'absence de matières organiques ouvre un vaste champ de recherches sur ces combinaisons de l'azote de l'air, sur l'union possible de l'azote dissous dans l'eau avec l'hydrogène naissant, et sur la

conversion de l'ammoniaque en nitrate. (*Cours d'Agriculture*, t. I, p. 122) (1).

146. Le sol contient souvent des sulfates terreux ou alcalins : le terreau en renferme toujours, enfin nous avons vu [§ 137] que les eaux pluviales en fournissent toujours au delà des besoins de la plupart des plantes.

147. Comme le soufre, le phosphore n'entre que pour une petite quantité dans l'organisation végétale, à peine pour un cinquantième du poids des plantes, mais l'un et l'autre paraissent d'une indispensable nécessité, si l'on en juge par l'élan que l'application de ces substances produit sur la végétation dans les terrains où ils sont rares et dans ceux où ils manquent. Nous trouvons des phosphates de chaux et de magnésie dans presque tous les terrains calcaires secondaires ; on se l'explique facilement, quand on pense à la quantité des débris de mollusques et d'autres animaux qu'ils renferment. On trouve aussi des phosphates dans les terrains plutoniques. L'apatite (phosphate de chaux cristallisé) accompagne souvent les granites, les basaltes, les schistes argileux, etc. ; beaucoup d'eaux minérales tiennent des phosphates en dissolution ; le terreau étant composé de débris organiques offre aussi des combinaisons phosphorées aux plantes; enfin, si l'on finit par trouver dans l'eau de pluie toutes les substances qui sont dissoutes dans l'eau de mer, on devra aussi y constater des phosphates. Mais comme celle-ci n'en contient qu'une faible quantité (2), on ne peut guère compter que cette

(1) Kuhlmann, *Expériences chimiques*, p. 5 et suiv.
(2) Liebig, p. 172.

source soit assez abondante pour compenser les pertes occasionnées à un terrain par la récolte.

148. Les argiles sont des silicates à base d'alumine et d'alcalis, mêlés ensemble à différentes proportions. De sorte qu'il y a des argiles riches en alcalis, et d'autres qui en sont presque complétement dépouillées. Les roches qui contiennent beaucoup d'alcalis comme les feldspaths, qui en ont 18 à 19 pour 100, les basaltes, 1 à 5 pour 100, les schistes argileux, 2 à 4 pour 100, transmettent ces alcalis aux argiles qui proviennent de leur décomposition, quand elle n'a pas été accompagnée de transports et de lavages, surtout avec des eaux acidulées. M. Kuhlmann a trouvé des alcalis dans toutes les terres calcaires qu'il a examinées et dans un grand nombre de substances siliceuses; les cendres volcaniques et tous les terrains qui avoisinent les volcans sont très-riches en alcalis; les sols d'atterrissement des côtes en présentent aussi des proportions considérables. Ordinairement les deux alcalis se trouvent mélangés quoiqu'en proportions différentes. La potasse, qui est l'alcali prédominant de la plupart des végétaux, est beaucoup moins abondante que la soude dans le règne minéral.

149. Les silicates sont décomposés par une forte chaleur; c'est ainsi que les volcans les mettent dans un état qui rend facile la séparation de la silice et des alcalis. L'écobuage ou le brûlement des terres argileuses produit le même effet sur les parties de ces terres qui sont atteintes par le feu le plus vif. Les silicates sont aussi attaqués par les eaux chargées d'acide carbonique, ce qui arrive à toutes celles qui ont séjourné dans la terre

pour peu qu'elles contiennent du terreau [§ 125]. Ces différentes menstrues agissent sur la surface des particules de l'argile; ainsi la terre fournit des alcalis solubles en proportion des degrés d'atténuation de ces particules. On ne peut donc compter sur une analyse où l'on pulvérise la terre dans un mortier et où on la soumet à de violentes réactions, pour juger de la quantité d'alcalis actuellement disponibles pour une récolte: ce n'est que par la lixiviation de la terre que l'on parvient à la connaître. Mais aussi nous savons que l'on augmentera la solubilité de l'alcali qui se trouve dans un sol à l'état insoluble par tout ce qui désagrégera ce sol : ainsi les labours, la gelée, l'écobuage, atténuent la grosseur des particules et accroissent les surfaces attaquables des silicates alcalins.

150. Les eaux pluviales renferment de grandes quantités de sels alcalins. M. Isidore Pierre a trouvé dans les eaux de pluie recueillies à Caen, pendant dix-sept jours du mois de mars 1851, un résidu salin pesant les 0.026 de l'eau; pouvant donner dans l'année, par hectare, 60 kilogrammes de chlorures dont les $\frac{3}{4}$ à l'état de sel marin, plus 33 kilogrammes de sulfates divers contenant plus de la moitié de leur poids d'acide sulfurique; sels suffisants pour fournir à trois récoltes de betteraves, dix d'avoine et vingt-cinq de froment (1).

151. La chaux est la base d'un grand nombre de roches, les terrains anciens et les alluvions qui en proviennent en sont souvent dépourvus. Il arrive aussi que

(1) *Annales agronomiques*, 1851, p. 471.

des sols assez fortement calcaires situés sur des pentes surmontées par des cimes boisées ou herbeuses, d'où découlent des eaux fortement imprégnées d'acide carbonique, sont dépouillées progressivement de leur carbonate de chaux par ces lavages qui rendent cette substance soluble. On a des exemples remarquables de ce phénomène autour de la grande Chartreuse de Grenoble, où des terrains, formés de débris de roches calcaires siliceuses, ont fini par ne plus contenir que de la silice et de l'argile.

152. Cependant nous ne sachions pas que l'on eût jamais trouvé une plante complétement dépourvue de chaux, même quand elle avait crû sur le terrain qui n'en présentait pas trace. Alors on attribuait sa présence aux poussières répandues dans l'air avant qu'on ne l'eût reconnue dans les eaux de pluie; mais M. Isidore Pierre, ayant trouvé 26 kilogrammes de chaux dans les eaux qu'il a recueillies à Caen (1), cette quantité se trouve suffisante pour que les plantes ne soient pas privées de cette substance, si elle est insuffisante pour procurer de bonnes récoltes qui en absorbent des doses considérables.

153. Il en est de même de la magnésie. Beaucoup de terrains proviennent des débris de roches qui en contiennent, mais elle manque à peu près absolument dans d'autres, et cependant toutes les graines renferment des phosphates de magnésie. Comme la dose en est petite, et que les eaux de mer et celles de pluie renfer-

(1) *Annales agronomiques*, 1851, p. 471.

ment des sels magnésiens, il est probable que c'est à cette source que les plantes prennent la magnésie qui leur est nécessaire quand le sol ne la leur fournit pas.

154. Il est presque inutile de demander l'origine du fer qui entre dans l'alimentation des plantes, quand on sait que ce sont les composés ferrugineux qui colorent les terres, et que l'on observe l'infinie variété des teintes de nos champs, depuis le rouge foncé jusqu'au clair, et la rareté des terrains qui sont d'une complète blancheur; d'ailleurs ces derniers sols sont classés parmi les moins fertiles. L'eau acidulée et la matière sucrée de l'humus dissolvent les oxydes de fer.

155. L'absence de la silice dans les terres arables est un fait bien rare. On y trouve cette substance sous plusieurs formes :

1° Dans son état le plus simple, celui d'acide silicique, on le connaît sous le nom de quartz de cristal de roche, de sable siliceux. L'acide silicique est insoluble dans l'eau et dans les acides minéraux les plus forts. C'est seulement sous l'action des alcalis et à une haute température qu'on parvient à le dissoudre;

2° Les silicates alcalins et terreux sont attaqués par l'eau chargée d'acide carbonique, puis l'eau sucrée. Ces différents silicates se trouvent principalement dans ces mélanges de silicates divers que l'on appelle de l'*argile*. L'argile présente presque toujours à la fois des silicates d'alumine, de fer, de potasse et de soude;

3° Enfin, un grand nombre de sources contiennent la silice hydratée en solution et la transportent sur le champ qu'elles arrosent. Cette silice après avoir été des-

séchée se redissout facilement dans les eaux alcalines et acidules.

156. Ainsi, dans la plupart des cas les plantes ne manquent pas de silice. Cependant il est des terrains quartzeux, pauvres en humus, et des terrains calcaires où les céréales qui exigent beaucoup de silice en manquent et versent, faute de pouvoir former cet épiderme siliceux qui leur sert d'étui, qui constitue leur solidité et leur donne la force de se maintenir debout. On s'assure de la cause de cet accident en incinérant les pailles qui, dans le froment, par exemple, doivent contenir de 60 à 72 pour 100 de silice à l'état normal. Une dose notablement inférieure constatée dans le blé versé indiquerait la nécessité de pourvoir artificiellement à ce déficit, ou de ne cultiver, dans le terrain ayant produit une telle récolte, que des plantes peu avides de silice.

CHAPITRE VI.

Consommation alimentaire des végétaux.

157. Nous avons vu [§§ 84, 132] que les plantes puisent dans l'atmosphère la plus grande partie de leur carbone et de leur oxygène; une autre partie de leur oxygène et leur hydrogène provient probablement de la décomposition de l'eau puisée dans le sol ou absorbée par les feuilles [§ 39]; leur azote leur est fourni par le sol, excepté les faibles parties d'ammoniaque qu'elles peuvent aspirer dans l'air atmosphérique; enfin, toutes leurs matières fixes sont aussi puisées dans le sol, si ce n'est quelques poussières répandues dans l'air et dissoutes dans la rosée.

158. Voyons cependant comment les plantes pourront recevoir les matériaux nutritifs qu'elles exigent. Prenons, comme exemple très-favorable quant au rôle que joue le sol dans cet approvisionnement, les terres du domaine de Versailles. Nous trouvons dans ses parties solubles 19.2 kilogrammes d'azote, et 519 kilogrammes de matières fixes [§ 126], et dans 100 kilogrammes de froment nous avons 2.99 d'azote ou 15.51 de matières fixes. Ainsi, ces terres fourniraient l'azote

nécessaire à 642 kilogrammes de froment, tandis que les matières fixes solubles suffiraient à 3,282 kilogrammes de cette denrée. Ce premier coup d'œil nous montre que ce sont les substances azotées qui font défaut les premières. Or, quand plusieurs principes sont nécessaires à l'existence d'un être vivant et qu'ils ne sont pas tous fournis en proportion de ses besoins, c'est du principe le plus rare qu'il faut surtout se préoccuper. Dans un navire approvisionné abondamment de vivres, mais n'ayant qu'une faible provision d'eau, le nombre de jours que l'on pourrait tenir la mer au moyen de vivres sera indifférent, mais on devra compter les jours de traversée par celui des rations d'eau. Dans les cultures de blé, ce n'est pas non plus sur 3,284 kilogrammes que nous devons compter, mais seulement sur 642 kilogrammes, et pour en obtenir une quantité calculée sur les matières fixes dont on dispose, il faudra fournir de l'azote jusqu'à la concurrence de 98 kilogrammes. Dans ce raisonnement nous supposons que les matières fixes elles-mêmes contiennent toutes les substances nécessaires à 3,282 kilogrammes de blé ; nous examinons plus loin la question sous le point de vue de savoir dans quelles proportions sont nécessaires chacun des éléments minéraux.

159. Portons maintenant notre attention sur un autre genre de végétal. Voici un hectare de luzerne qui a produit en cinq ans 64,000 kilogrammes de fourrage, et avec ses racines et ses débris 122,554 kilogrammes de matière sèche (*Cours d'agriculture*, t. IV, p. 630), savoir :

Matières fixes..	9,054ᵏ.20
Matières combustibles.	111,323ᵏ.80
Azote..	1,976ᵏ.00
	122,354ᵏ.00

A quelle source cette plante peut-elle avoir puisé ces matériaux? 1° L'humus n'a pu lui fournir annuellement que 19ᵏ.20 d'azote qui, renouvelés cinq fois par la fermentation du terreau, ne donneraient pourtant que 72ᵏ.5 d'azote; 2° pendant cinq ans la terre a reçu de l'ammoniaque des eaux de pluie, 6ᵏ.81 d'azote par an [§ 144] et, par conséquent, 34ᵏ.05; 3° au moment de semer la luzerne on a appliqué à la terre un engrais contenant 850 kilogrammes d'azote; 4° pendant la végétation, et au moment de la fenaison, les folioles tombées lui ont laissé un engrais facilement décomposable, contenant 420 kilogrammes d'azote. Ainsi la luzerne pouvait disposer de :

Azote de l'humus.	72ᵏ.50
— de l'ammoniaque des pluies.	34ᵏ.05
— des fumiers..	850ᵏ.00
— des débris divers.. .	420ᵏ.00
	1,376ᵏ.55
L'azote des récoltes a été de.. . .	1,976ᵏ.00
Reste à trouver. .	599ᵏ.45

supposant toutefois que le terrain fût épuisé après la récolte de luzerne, ce qui est fort loin d'être exact.

160. Où chercher cette énorme quantité d'azote que nous trouvons en plus dans les plantes? Ce n'est pas,

certes dans l'atmosphère, quand nous savons la faible dose d'ammoniaque qu'elle renferme, mais nous savons aussi qu'avec la matière azotée soluble la terre possède une richesse latente, souvent considérable, qui ne se révèle qu'au moyen d'analyses délicates; qu'ainsi dans la terre de Marville, par exemple, nous avons 8,800 kilogrammes d'azote par hectare [§ 134]. Cette richesse est intimement liée au sol, soit par des combinaisons chimiques, soit par l'état de ses matériaux organiques non décomposés, soit par condensation dans les pores du terrain. Mais quand on pense à la puissance d'un peu d'acide carbonique, à celle des alcalis, à celle d'un peu de matière sucrée pour dissoudre les matières les plus dures, on peut concevoir que les racines des plantes, qui, dans les légumineuses et quelques autres familles qui passent pour améliorantes, sont des réservoirs de matières sucrées, puissent, par des excrétions de cette nature qui auraient lieu à l'extrémité de leurs radicules, ou par toute autre affinité ou action catalytique, attaquer ces matières azotées; on peut admettre que cette action est d'autant plus forte que la végétation est plus vigoureuse.

161. Nous trouvons, en effet, que l'emprunt fait à la terre est d'autant plus faible, que les plantes, moins secondées dans leur jeunesse par des engrais solubles, ont une constitution moins forte, et qu'il s'accroît avec la force que des engrais plus riches communiquent à la végétation. La luzerne de Gilbert (*Cours d'agriculture*, t. IV, p. 432) produisait seulement 6,619 kilogrammes de foin en quatre ans, pesait avec ses racines 11,400 kilogrammes,

et dosait 205 kilogrammes d'azote. Elle avait eu à sa disposition :

3 années d'humus.	21ᵏ.70 d'azote.
Eau pluviale de 4 ans..	27ᵏ.20
Folioles desséchées..	43ᵏ.00
Fumier..	108ᵏ.00
	199ᵏ.90
Ce qui retranché de. .	205ᵏ.90
Donne.. . .	5ᵏ.10

Ainsi, cette luzerne avait pu ne prendre à la terre qu'une quantité insensible de son azote latent.

162. Autre exemple : Pour une luzerne citée par Crud (*Cours d'agriculture*, t. IV, p. 132), on trouve :

4 années d'humus.	35ᵏ.50 d'azote.
5 années de pluie.	27ᵏ.20
Folioles.	285ᵏ.00
Fumier.	224ᵏ.00
Total.	571ᵏ.70

La somme des récoltes a été de 44,020 kilogrammes de foin, dosant, avec les racines, 983 kilogrammes d'azote. Ainsi donc, il y a eu 421 kilogrammes d'azote enlevés aux substances organiques du sol. Nous pouvons donc en conclure qu'avec de pauvres luzernes, il n'y a point d'action sur le terreau insoluble; mais avec des luzernes disposant d'un engrais dosant 199 kilogrammes d'azote, il y a $\frac{121}{440} = 0^{k}.96$ d'azote mis en liberté pour 100 kilogrammes de fourrage; et avec une luzerne disposant de 1,376 kilogrammes d'azote, il y a $\frac{599}{640} = 0^{k}.93$ d'azote

mis en liberté pour 100 kilogrammes de fourrage produit, c'est-à-dire à peu près la même quantité dans les deux derniers cas. On voit donc qu'il y a un degré de vigueur qui détermine les plantes à puiser dans le sol une quantité d'azote supplémentaire considérable.

163. Ainsi il paraît très-probable qu'outre les quantités de substances azotées solubles qu'elles ont à leur portée, les plantes puisent dans les matières azotées insolubles une certaine quantité d'aliments quand leur végétation est assez vigoureuse pour combattre et vaincre, nous ne savons de quelle manière, les affinités qui retiennent l'azote soit dans des composés organiques, soit dans leurs combinaisons avec des matières minérales, soit enfin dans son confinement dans les corps poreux.

164. En considérant que certaines plantes possèdent plus éminemment que d'autres la faculté de s'emparer, d'assimiler, et enfin de présenter dans leurs produits une quantité de substance azotée plus grande que celle qui est contenue dans les matières albuminoïdes ou ammoniacales solubles du sol et des engrais, on peut diviser les végétaux en deux classes : ceux qui possèdent le plus distinctement cette propriété composent la première; ceux qui puisent tous leurs principes alimentaires dans les matières solubles contenues dans le sol et dont l'analyse ne reproduit que l'équivalent de ces matières, composent la seconde. La limite exacte qui sépare ces deux classes ne nous semble pas possible à déterminer, car une plante de la première classe et d'une végétation faible, n'agit que sur les substances

déjà solubles, et, d'un autre côté, il paraît qu'une végétation vigoureuse des plantes de la seconde classe la rend susceptible de s'approprier même l'azote latent du sol. C'est la conclusion que sembleraient entraîner certaines récoltes extraordinaires de froment. En général, les plantes de la première classe sont des plantes vivaces ou bisannuelles, des arbres, des plantes légumineuses, etc., en un mot, celles où une vaste surface évaporante, comparativement à leur volume et à leurs produits en semences, provoque et facilite une abondante ascension de la séve, mais toujours sous la condition que leur végétation initiale soit rendue très-vigoureuse, dès leur naissance, par d'abondants aliments solubles.

165. On a appelé améliorantes les plantes de la première classe; elles le sont en effet, en mettant en circulation des principes azotés qui étaient dans un état inerte. Ces plantes sont d'habiles mineurs qui tirent du sol, séparent de sa gangue, le principe précieux que ce sol renferme. Elles améliorent la position de l'homme qui les cultive, auquel elles fournissent des moyens de productions nouvelles, mais c'est en épuisant la terre de sa richesse latente. La différence que les cultivateurs intelligents mettent entre les sols qui ont porté longtemps des végétaux de la première classe, la luzerne, la garance, la betterave même, et les terres vierges qui, presque sans engrais, donnent abondamment dès l'abord ces produits, qu'il faut leur arracher plus tard à force d'engrais, est une manifestation pratique de cette vérité. Faut-il s'adresser à cette considération dans la

crainte de déshériter la postérité et renoncer à la culture des plantes de la première classe? Il faudrait donc aussi arrêter l'extraction des métaux et des houilles pour laisser aux gnomes cette richesse que nous retirons à notre profit.

166. Mais ce n'est pas seulement la quantité totale des matières solubles qu'il faut considérer dans les rapports du sol avec l'alimentation des plantes, c'est aussi la nature de ces matières. Une plante aura beau rencontrer dans ces terrains la quantité d'ammoniaque qui lui est nécessaire, elle n'aura qu'une végétation maladive dans un sol en apparence fertile, si elle ne trouve en même temps les doses de phosphore, de soufre, d'alcalis, de chaux, de fer, de silice soluble, proportionnelles à cette quantité d'azote. Soit la terre de la Sablière, à Versailles [§ 126], qui contient les matières solubles indiquées par la table suivante :

	POUR 100 DE TERRE.	PAR HECTARE, la terre pesant 500 kil. le tiers de mètre cube.
Azote.	0.000384	19ᵏ.20
Acide sulfurique. . . .	0.001720	86ᵏ.00
— phosphorique. . .	0.000517	25ᵏ.85
— chlore.	0.000242	12ᵏ.10
Chaux.	0.004383	219ᵏ.15
Magnésie.	»	»
Alcalis.	0.001170	58ᵏ.50
Silice.	0.002072	103ᵏ.60
Fer et alumine.	0.000136	6ᵏ.80
	0.010240	512ᵏ.00

100 kilogr. de froment exigent :

Azote.	2ᵏ.99
Acide phosphorique.	1ᵏ.58
Chlore..	0ᵏ.08
Chaux.	1ᵏ.25
Magnésie..	1ᵏ.07
Alcalis..	2ᵏ.08
Silice.	9ᵏ.45
Fer et alumine.	0ᵏ.14
	15ᵏ.65

Ainsi, en comparant ces tableaux, nous trouvons que la quantité de froment que pourrait produire chacune de ces substances isolées avec le concours d'une même proportion des autres substances, serait la suivante :

Par l'azote.. . . .	640ᵏ de blé.
Par la silice.	1,090
Par le phosphate.. . . .	1,590
Par les alcalis.. . . .	2,810
Par le fer.	4,850
Par le chlore.. . . .	15,120
Par l'acide sulfurique.. . . .	55,800

On voit que, dans le terrain très-siliceux que nous avons pris pour exemple, c'est la silice soluble qui manque le plus après l'azote, et pour obtenir une récolte de 2,340 kilogrammes de blé (30 hectolitres) par hectare, l'azote, la silice, le phosphate, manquent à des degrés différents.

167. Les mêmes difficultés se présentent pour la luzerne. Pendant sa durée de cinq ans, elle a produit 64,000 kilogrammes de foin, et un poids total de

122,354 kilogrammes de matières solides. Mais il faut se rappeler que cette plante a des racines pivotantes qu'elle enfonce très-profondément, et que l'on a vues dans certains cas acquérir jusqu'à 16 mètres de longueur (*Cours d'agriculture*, t. IV, p. 428). Or, quoique la quantité de matière assimilable diminue avec la profondeur, cependant il en existe encore à des distances très-grandes de la surface, sans compter celle que doit mettre en liberté l'action des racines sur les matières fixes, en s'emparant de leur ammoniaque latente. La difficulté de s'approprier des matières solubles dans les couches profondes, explique bien d'ailleurs comment la luzerne, aussi bien que les autres végétaux à racines pivotantes, ne peuvent être cultivés de nouveau sur le même terrain, qu'après un intervalle de temps assez long; d'autant plus long, que les racines pénètrent plus avant, au-dessous de la couche de terrain où se déposent les débris des végétaux et les engrais, dont les extraits entraînés par les eaux pluviales doivent renouveler la richesse des couches inférieures.

168. En prenant pour bases certaines analyses comme nous l'avons fait dans le cours de ce chapitre, nous n'avons nullement prétendu qu'elles représentassent la composition invariable de la plante. Il y a des modifications à cette composition selon la vigueur des plantes, leur idiosyncrasie, le sol où elles sont cultivées, les substances solubles que ce sol renferme.

C'est ainsi que dans la semence de la fève, cinq analyses différentes nous donnent les cinq compositions suivantes :

	Acide sulfurique.	Acide phosphorique.	Chlore.	Alcalis.	Chaux.	Silice.
1. De Saussure (1).. .	"	18.90	"	25.00	"	"
2. De Saussure. . . .	1.34	37.94	1.50	39.98	7.26	2 40
3. Bichers.	1.00	25.67	0.75	47.14	5.33	0.51
4. Boussingault (1). .	"	35.10	"	45.46	4.72	0.47
5. Buchner..	2.28	35.47	"	42.78	5.38	1.18

On voit ici que les différences de composition se renferment dans certaines limites, et que les mêmes substances conservent la même prépondérance dans chacune de ces analyses; mais on peut aussi conclure des analyses chimiques qu'une plante ne serait pas absolument condamnée à périr, si elle ne trouvait pas la proportion maximum qui se trouve entre ses principes composants. Mais quand l'équilibre est trop fortement rompu, quand le déficit de quelques-uns de ces principes nécessaires est trop marqué, alors la plante ne mène qu'une vie pénible, imparfaite. La nature a de grandes ressources pour la conservation des espèces; elle amoindrira tous les autres organes, les rendra chétifs, pour arriver à produire quelques semences; on aura encore l'espèce, le végétal, on n'aura plus le produit. Quand un froment végète misérablement sur certains terrains argilo-siliceux dont on quadruple la récolte en lui appliquant de la marne ou de la chaux, il est impossible de se refuser à croire qu'il existe une dose de chaux nécessaire à son complet développement. Il en est sans doute de même des autres principes. La statique agricole ne sera définitivement établie que quand on aura constaté pour

(1) Analyses incomplètes.

chaque végétal cette pondération entre tous les principes constituants, sa ration d'entretien, ses rations d'accroissement comme pour les animaux. Nous sommes encore aujourd'hui bien éloignés de ce point que nous ne pouvons qu'indiquer.

169. Jusque-là, nous sommes réduits à faire une hypothèse qui se vérifie assez souvent pour qu'elle puisse nous servir dans la pratique, sans laisser trop de prise à l'erreur; c'est d'admettre qu'il existe et qu'il se forme dans le sol une quantité de matières fixes solubles, proportionnée à la quantité de matières azotées solubles qu'il contient. Cela veut dire, en d'autres termes, que nous supposons que les matières azotées de la terre et des engrais deviennent des ferments dont l'action est proportionnée à leur teneur en azote, et assez puissants pour convertir en dextrine, en matière sucrée, en acide carbonique, les éléments de ces substances, et à en faire des menstrues propres à dissoudre les matières fixes insolubles; et c'est ainsi que l'azote des matières azotées est devenu l'unité par laquelle on apprécie la fertilité, pourvu qu'on y joigne d'ailleurs les autres principes qui manquent absolument au sol. C'est sur cette base que se fonde le calcul empirique des valeurs relatives des engrais.

CHAPITRE VII.

Des engrais.

170. On donne le nom d'*engrais* à toute substance que l'on administre aux plantes pour suppléer à l'insuffisance des principes alimentaires contenus dans le sol. On avait restreint, d'abord, la signification de ce mot aux seules substances organiques, mais depuis que les idées sur l'alimentation ont pris plus de généralité, depuis que l'on a reconnu que les différents principes qui entrent dans la composition d'un végétal, lui sont essentiels, quoique à des degrés différents; depuis aussi que l'on en a vu plusieurs, comme le phosphore et le soufre, se trouver également dans les substances organiques et dans les matières inorganiques, on a senti la nécessité d'étendre le nom d'engrais à toutes les matières des deux règnes, qui peuvent servir à l'alimentation du végétal, et l'on a réservé le nom d'*amendement* à celles qui sont simplement destinées à modifier la constitution physique du sol. Sans doute quelques-unes de ces dernières substances contiennent aussi quelques principes alimentaires, mais

on leur applique le nom d'engrais ou celui d'amendement, selon l'usage principal auquel on les destine : elles sont des engrais, si elles doivent faire partie de l'alimentation du végétal; elles forment un amendement si leur rôle principal est de modifier la structure du sol.

171. On pourrait donner le nom d'engrais *absolu* à celui qui contiendrait à l'état soluble une quantité de principes différents, suffisants pour alimenter une récolte *maximum* d'une plante quelconque, dans un sol privé de tous ces principes. Pour se faire une idée de la composition de cet engrais, résumons d'abord dans le tableau suivant les principaux éléments d'une récolte complète des plantes les plus exigeantes :

Plantes récoltées.	Récolte.	Azote.	Alcalis.	Acide sulfurique.	Acide phosphorique.	Chaux.	Silice.
	k.	k.	k.	k.	k.	k.	k.
BLÉ.	3000	99.00	61.20	4.80	47.40	34.50	223.50
FÈVES.	2640	145.20	61 10	1.04	36.05	12.22	6.69
POMMES DE TERRE (tubercules).	29000	257 99	177.00	4.45	36.56	66.00	369.64
COLZA.	2856	136.78	117.16	29.59	73.57	45.56	16.24
TABAC (feuilles). . . .	3850	406.56	198.00	4.50	35.40	408.00	105.49
TRÈFLE SEC.	8044	164.80	168.00	12.32	39.00	152.00	32.88
CHANVRE (tiges). . . .	1000	635.78	132.90	17.96	53.88	682.48	107.76

Quel sera l'engrais suffisant pour obtenir à volonté une quelconque de ces récoltes? En cherchant le maximum de consommation de ces différents principes pour les plus exigeantes, nous trouvons :

Pour l'azote, par le chanvre. . .	635k.78
Pour les alcalis, par le tabac.	198k.00
Pour l'acide sulfurique, par le colza.	29k.29

Pour l'acide phosphorique, par le colza. .	73ᵏ.57
Pour la chaux, par le chanvre.	682ᵏ.48
Pour la silice, par la pomme de terre. . . .	369ᵏ.64

Mais un engrais pareil, s'il était possible de le composer, nous laisserait des résidus considérables de diverses substances pour chacune de ces récoltes; ainsi il resterait après les récoltes suivantes :

Plantes récoltées.	Azote.	Alcalis.	Acide sulfurique.	Acide phosphorique.	Chaux.	Silice.
	k.	k.	k.	k.	k.	k.
Blé.	614.00	137.00	24.59	26.17	714.50	146.14
Fèves.	568.00	136.90	24.36	57.52	766.78	362 95
Pommes de terre. .	455.00	21.00	24.91	37.01	713.00	0.00
Colza.	576.62	80.84	0.00	0.00	733.64	353.40
Tabac.	306.84	0.00	24.89	38.17	371.00	264.15
Chanvre.	0.00	65.10	11.45	16.69	0.00	261.88

On voit qu'un pareil engrais ne profiterait jamais complétement à aucune des plantes que l'on cultiverait, laisserait trop de marge aux déperditions de différents genres qu'il éprouverait, en attendant qu'une nouvelle récolte vînt en absorber le superflu. Il est certain, d'ailleurs, que l'on ne cultive pas une terre dépourvue aussi entièrement de tout principe de fertilité, et que, dès lors, il faut tenir compte de la richesse acquise du sol, avant de lui appliquer des engrais.

172. C'est donc surtout un engrais *complémentaire* que l'on doit rechercher, engrais qui varie nécessairement selon le sol et selon l'espèce de plante cultivée. L'art de l'agriculture n'est pas encore arrivé à ce degré de perfection qui mesure l'aliment à la plante, comme on le fait à l'animal. Dans la pratique, on suppléera à l'exactitude scientifique par des tâtonnements qui con-

duiront à des résultats plus ou moins approximatifs; mais dans ce traité c'est de l'exactitude scientifique que nous devons approcher.

173. On se tromperait beaucoup si l'on croyait pouvoir connaître les éléments dont se doit composer un engrais complémentaire, par la seule analyse des plantes. Ce terrain, que la combustion nous signale comme riche en terreau, pourra ne contenir qu'une faible quantité de matières fixes solubles. Sera-t-il nécessaire de faire entrer dans l'engrais toutes les matières dont la plante peut avoir besoin? Nullement. Il suffit qu'elles existent à l'état insoluble dans le sol (*voyez* l'Analyse qualitative des terrains, *Appendice* n° 1, p. 561); ajoutez alors seulement les matières fixes qui lui manquent, et des matières albumineuses servant de ferment. Une partie de terreau entrera en fermentation, et si, après quelque temps vous renouvelez l'analyse de l'humus, vous serez tout surpris d'y trouver une grande partie de matières fixes que vous n'avez pas ajoutées à l'engrais. Il s'est donc formé des substances douées de la faculté dissolvante qui ont suffi pour rendre solubles les matières minérales qui les entouraient (*Analyse de l'humus*, Appendice n° 2, p. 563). Nous avons constaté cet effet dans l'application des tourteaux; leur mélange avec de la silice quartzeuse, du carbonate, du sulfate, du phosphate de chaux insolubles, nous a donné des solutions de ces substances après la fermentation de la masse. On n'expliquerait pas sans cela les récoltes produites par les matières azotées, et qui absorbent bien au delà des matières fixes, actuellement solubles dans le sol.

174. Mais aussi ces engrais azotés agissent en hâtant la destruction du terreau. Nous aurions donc raison de réserver le nom d'engrais *complet* à celui qui, après avoir procuré une récolte *maximum*, laisserait la terre aussi bien pourvue de matières susceptibles de fermenter qu'elle l'était avant son application, et d'engrais *incomplet* à celui qui, procurant une récolte égale, enlèverait au sol une partie de ses substances ternaires (ligneux, cellulose, dextrine, etc.), ou de ses substances minérales sans les remplacer, et qui par la continuité de son emploi verrait diminuer ses effets à chaque récolte, à défaut de matières sur lesquelles il pût agir pour reconstituer l'humus, ou à défaut de substances sur lesquelles l'humus pût agir pour les rendre solubles.

175. Suit-il de là qu'on ne doive jamais employer un engrais incomplet? Non sans doute. Si le sol contient en réserve une quantité considérable de terreau et de substances minérales, alors l'emploi des engrais purement et principalement azotés hâtera la décomposition du terreau au profit des récoltes, et c'est un emploi utile aussi bien à ces récoltes qu'au terrain lui-même. L'art de l'agriculteur est de connaître les justes limites de l'usage qu'il doit faire de ces ressources et l'expérience habituelle peut l'en instruire.

176. Prenons pour exemple ce qui se passe dans la culture du blé; sa composition nous présente les proportions suivantes, pour 100 kilogrammes de blé sec et les 300 kilogrammes de paille qui l'accompagnent :

Substances albuminoïdes.	18ᵏ.75
— ternaires..	264ᵏ.30
Matières fixes.	16ᵏ.95
	300ᵏ.00

Mais les substances ternaires formées de carbone, d'hydrogène et d'oxygène ont été fournies en plus grande partie par l'atmosphère; la terre n'a donné que la partie de l'humus qui a servi de menstrue aux matières fixes et qui en forme les $\frac{8}{100}$ [§ 126]; nous n'avons donc à demander au sol que :

Substances albuminoïdes..	18ᵏ.75
— ternaires.	14ᵏ.07
Matières fixes.	16ᵏ.95
	49ᵏ.77

177. Les terres de Versailles réputées fertiles ne contiennent que 0ᵏ.128 d'humus sec par mètre carré à $\frac{1}{3}$ de mètre de profondeur [§ 126], renfermant 1.50 pour 100 d'azote, ou par hectare 19ᵏ.20 d'azote et 120 kilogrammes de matières albuminoïdes, c'est ce qui peut suffire à une récolte de 640 kilogrammes de blé seulement; il est donc bien évident que, dans une culture énergique, il faudra employer des engrais complémentaires. Dans ces terres, les trois ordres de substances se trouvent dans les proportions suivantes, en prenant pour point de départ la quantité d'engrais azoté nécessaire pour produire 100 kilogrammes de blé, savoir :

Substances albuminoïdes.	18ᵏ.75
— ternaires.	91ᵏ.77
— fixes..	107ᵏ.75
	218ᵏ.25

On voit qu'il y a excédant de matières fixes et ternaires.

178. Le fumier de ferme que nous appliquons à ces terres donnera :

Substances albuminoïdes.	18ᵏ.75
— ternaires..	300ᵏ.38
— fixes.	364ᵏ.60
	683ᵏ.73

Ici encore on trouve un excès des substances ternaires et fixes. Un terrain longtemps et abondamment fumé de la sorte a besoin de l'application d'engrais fortement azotés pour provoquer l'absorption de toutes les autres substances qui l'encombrent.

179. Le tourteau de colza nous donne à son tour les proportions suivantes :

Substances albuminoïdes..		18ᵏ.75
Huile..	7ᵏ.87	25ᵏ.19
Autres substances ternaires..	17ᵏ.32	
Matières fixes (cendres).		5ᵏ.48
		47ᵏ.42

180. Ceci posé, voici ce que nous apprend l'expérience agricole faite en grand. Si dans les terres fortement calcaires du centre du département de Vaucluse, on fume chaque année avec du tourteau, les terres *s'effritent*, c'est-à-dire, qu'elles perdent graduellement leur

terreau et finissent par devenir peu sensibles à l'effet des tourteaux; mais si à deux fumures de tourteau on fait succéder une fumure de fumier de ferme, ou que chaque fumure soit combinée de manière que le tourteau fournisse les deux tiers des matières albuminoïdes et le fumier de ferme le tiers seulement, alors l'équilibre est au moins rétabli entre la consommation et la restitution de ce terreau, et les terres conservent leur fertilité. Or, dans ce cas nous avons :

	SUBSTANCES		
	Albuminoïdes.	ternaires.	fixes.
	k.	k.	k.
2 fumures de tourteau. .	37.50	50.38	6.96
1 fumure de fumier.. . .	18.75	300.38	364.60
	56.25	350.76	371.56
Fumure moyenne. .	18.75	116.92	123.25

Ainsi nous avons encore ici, outre un grand excédant de matières fixes, près de huit fois la quantité de ligneux que requièrent les récoltes. Quelle que soit la partie de cet excédant qui se disperse en acide carbonique, il est bien probable que la plus forte partie reste dans le sol à l'état de terreau épuisé de ferment, et que l'on pourrait sans beaucoup de danger, rendre encore plus rare le retour du fumier d'étable.

181. Si pour déterminer les proportions d'engrais complémentaire, il suffisait seulement de connaître la quantité de substances albuminoïdes, ternaires et fixes de la plante, du sol et de l'engrais, le problème serait plus facile qu'il ne l'est en effet. Mais il faut tenir compte aussi de la nature des matières contenues dans les cendres, car telles de ces matières comme les sulfates, les

phosphates, la chaux, la magnésie, les alcalis, peuvent influer considérablement sur les résultats des cultures, par leur absence ou leur présence. L'analyse de l'humus nous apprendra d'abord les matières fixes que le sol contient (*Appendice*, n° 2); on y supplée le plus souvent par la recherche dans le sol des principes fixes que l'on considère comme utiles à la végétation (*Appendice*, n° 1); l'analyse des cendres de la plante nous indique les substances différentes qu'il faut lui fournir (*Appendice*, n°3).

182. Soit une des terres moyennes de Versailles dont on a déterminé l'humus [126]. Faisons abstraction de ses matières albuminoïdes, trop peu considérables pour exercer une influence notable sur la récolte et qu'il faudra compléter. Cet humus nous offre par hectare les matières fixes rendues solubles dont le détail suit :

Chaux.	194ᵏ.20
Acide sulfurique.	129ᵏ.00
— phosphorique.	2ᵏ.26
Chlore.	2ᵏ.94
Alcalis.	5ᵏ.92
Silice..	13ᵏ.13

Si nous voulons obtenir une récolte de 2,856 kilogrammes de colza qui, avec sa paille, dosera 136ᵏ.78 d'azote, il faudra que cette récolte de colza trouve les substances suivantes :

RÉCOLTE.		Sur quoi l'humus fournit :	L'engrais complémentaire doit fournir :
Azote.	136ᵏ.78	19ᵏ.20	117ᵏ.58
Acide sulfurique. .	29ᵏ.39	129ᵏ.00	"
— phosphorique	73ᵏ.57	2ᵏ.26	71ᵏ.31
Chaux.	45ᵏ.36	194ᵏ.20	"
Alcalis.	117ᵏ.16	5ᵏ.92	111ᵏ.24
Silice.	16ᵏ.24	13ᵏ.13	3ᵏ.11

183. Voyons comment nous obtiendrions ces compléments en employant un de ces trois engrais : un guano dosant 8 pour 100 d'azote, du tourteau de colza dosant 5.55 pour 100, du fumier de ferme dosant 0.40 pour 100 d'azote et ayant 75 pour 100 d'eau (1). Il nous faudra pour compléter l'azote manquant : 1,470 kilogrammes de guano, 2,119 kilogrammes de tourteau de colza, 29,400 de fumier de ferme. Voici ce qui résultera de l'emploi de chacun de ces engrais :

		GUANO		TOURTEAU		FUMIER	
	déficit à combler :	apport :	déficit restant :	apport :	déficit restant :	apport :	déficit restant :
	k.	k.	k.	k.	k.	k.	k.
Acide phospli.	71.31	182.27	"	43.65	27.68	57.02	14.29
Alcalis. . . .	111.24	76.45	34.79	30.02	81.22	143.00	"
Silice.	3.11	19.25	"	1.13	1.98	340.00	"

Pour compléter chacun de ces engrais, il faudra donc ajouter une matière qui apporte des alcalis pour le guano ; de l'acide phosphorique, des alcalis et de la silice pour le tourteau ; de l'acide phosphorique pour le fumier. On résoudra le problème en joignant, par exemple, au guano 126 kilogrammes de cendres de chêne non lessivées, qui donneront les 34^{k}.79 d'alcalis restant à fournir ; au tourteau de colza, d'abord 266 kilogrammes de ces cendres, qui, outre 81^{k}.22 d'alcalis, donneront 16^{k}.62 de phosphates ou 8 kilogrammes d'acide phosphorique, et ensuite 76 kilogrammes de poudre d'os soluble afin de pourvoir aux 19^{k}.68 d'acide restant à combler ; au fumier de ferme, 60 kilogrammes de cette même poudre d'os. Sous le rapport économique,

(1) *Voyez* les analyses, *Cours d'Agric.*, t. I, p. 599.

ces engrais complémentaires coûteront les prix suivants:

1^er^ *cas.*	Guano.	1,470 kil. à 26 fr., ci.	382^f^.20
	Cendres.	126 kil. à 3 fr., ci.	3.78
			385.98
2^e^ *cas.*	Tourteau.	2,119 kil. à 13 fr., ci.	275^f^.47
	Cendres.	266 kil. à 3 fr., ci.	7.98
	Poudre d'os, prép.	76 kil. à 15 fr., ci.	11.40
			294.85
3^e^ *cas.*	Fumier.	29,400 kil. à 86 c. (1), ci.	252^f^.84
	Poudre d'os, prép.	60 kil. à 15 fr., ci.	9.00
			261.84

184. Parvenu à ce point de la solution du problème, on ne peut pas encore être certain d'avoir pourvu suffisamment à l'entretien d'une récolte donnée, en supposant même que l'on ait pris pour base des calculs les analyses des parties solubles des engrais et non pas celles des engrais complets que la chimie fournit seules aujourd'hui à l'agronome: il reste encore des circonstances qui peuvent troubler la marche régulière de l'alimentation des plantes. C'est ce qui arrive, par exemple, quand l'absence des pluies prive la terre de l'eau nécessaire pour dissoudre l'humus et l'engrais; un printemps trop sec laissera dessécher leurs parties solubles au moment où la température développera la végétation; les plantes manqueront d'une nourriture suffisante et ne se développeront pas vigoureusement.

185. D'autres fois le terrain trop humide ou la saison

(1) Nous avons supposé le fumier de ferme à 5 fr. le mètre cube, et nous avons ajouté 1 fr. pour le transport, l'épandage, etc.

trop aqueuse délayera beaucoup trop les engrais solubles, et ce ne sera qu'au moyen de l'absorption d'une quantité superflue d'eau que les plantes pourront s'emparer d'une trop petite quantité de sucs nutritifs, tandis qu'une autre partie de ces engrais pénétrera dans l'intérieur de la terre ou séjournera à sa surface, laissant évaporer son ammoniaque après sa dessiccation.

186. La température agit aussi sur les engrais, en accélérant ou retardant leur fermentation, en mettant un plus ou moins grand nombre de leurs parties en état de solubilité.

187. Mais toutes ces influences sont très-variables et elles ne peuvent entrer dans les calculs de l'agronome qu'à titre de probabilités, quand il connaît bien le climat moyen de son pays. Il en est d'autres plus constantes pour chaque terrain en particulier et dont on ne doit pas faire abstraction sous peine d'être trompé habituellement dans ses prévisions, c'est l'effet produit par le sol sur les engrais. Ainsi les terrains abondants en argile, en ocre, en terreau, s'emparent d'une grande partie de l'ammoniaque qui s'y forme [§ 137], pour ne laisser apparaître l'effet entier des nouveaux engrais que quand ils en sont saturés.

188. Il y a aussi une constitution physique des sols qui hâte ou retarde la consommation entière de l'engrais; nous entendons par là sa réduction en parties solubles, qui a lieu par l'effet de la fermentation ou de la catalyse. Les sols calcaires, sablonneux, tous ceux qui sont filtrants, laissent pénétrer facilement l'air dans leurs interstices, précipitent la décomposition de l'engrais sans

que l'absorption des plantes puisse marcher du même pas; d'autres terrains compactes, argileux, ne laissent pas circuler l'air, et conservent longtemps l'engrais et le terreau dans leur état d'intégrité. Ces deux qualités opposées exigent que l'on se serve, pour les premiers terrains, d'engrais répétés et à petites doses ou d'engrais peu solubles; et, pour les seconds, que l'on applique aux récoltes des engrais solubles, liquides même, dont les principes soient mis immédiatement à la disposition des plantes.

189. Mais ce n'est que par des expériences comparatives faites sur plusieurs lots de terre contigus, et traités avec des doses différentes d'engrais, comparés à des lots ensemencés sans engrais, que l'on peut s'assurer de ces propriétés des sols; les calculs basés sur la chimie ne sauraient donner à cet égard aucune indication. C'est un travail préparatoire que tout agriculteur éclairé doit faire sur le terrain qu'il cultive, et qui jettera une vive lumière sur toutes les opérations qu'il pourra entreprendre.

190. Mais les calculs que nous avons indiqués plus haut [§§ 175 *et suiv.*] ne sont applicables qu'aux plantes annuelles, qui puisent leur nourriture dans les couches supérieures du sol, et qui, par la rapidité de leur végétation, doivent trouver des aliments solubles mis à leur portée. Ils ne le sont pas également pour les plantes vivaces cultivées sur un terrain à sol profond, surtout si ce sol est pourvu de matières organiques. Il suffit que dans leur premier âge les plantes à racines pivotantes trouvent une riche alimentation, qui leur donne une

constitution vigoureuse, et qui puisse pourvoir à la nourriture de leurs racines supérieures; mais il serait inutile de répandre sur la partie supérieure du sol l'engrais total que requiert leur composition; leurs racines pivotantes ne pourraient plus l'absorber, mais elles trouvent moyen d'extraire du fond de la terre une grande partie de leur nourriture. Ainsi la luzerne puise dans les profondeurs du sol les deux tiers de ses aliments, dose énorme, que les faits connus sur la rareté de l'ammoniaque de l'air ne permettent pas d'attribuer à d'autres causes.

CHAPITRE VIII.

Continuation des engrais complémentaires. L'eau.

191. Dans le chapitre précédent, nous avons considéré les engrais à l'état sec, pour qu'ils pussent être comparables entre eux, car la quantité d'eau qu'ils renferment est extrêmement variable. Mais nous n'avons pas oublié que l'eau figure au premier rang parmi les principes indispensables à l'existence des plantes, et nous devons nous efforcer de les en pourvoir quand le sol ou l'atmosphère leur refusent celle qui leur est nécessaire.

192. Le sol se trouve éloigné de l'état que nous avons considéré comme le plus propre à la végétation [§§ 104 *et suiv.*], ou par trop de sécheresse, provenant du défaut de pluies suffisantes, ou par une excessive évaporation dépendant de la température de l'air, du règne habituel des vents secs, du défaut d'hygroscopicité des éléments du sol, de leur défaut de cohésion, qui favorise la filtration, de leur coloration, qui absorbe les rayons calorifiques ; il s'éloigne aussi de l'état normal par excès d'humidité, amené par des causes contraires à celles que nous venons de citer, et aussi par la filtration des eaux

provenant des terrains supérieurs, ou le jaillissement souterrain des sources, ou par son peu de profondeur, qui n'offre pas aux eaux superficielles un réservoir suffisant où elles puissent se répartir, enfin par le défaut de pente, qui s'oppose à leur écoulement. Nous n'avons pas à nous occuper ici des moyens de dessécher le sol, nous en parlerons en traitant des moyens de changer la constitution physique de la terre arable, mais nous devons parler des moyens de se procurer l'eau nécessaire à la végétation.

193. Se procurer de l'eau à volonté, pouvant arriver à la surface ou près de la surface du terrain, c'est se rendre indépendant des défauts et des caprices du climat, d'une situation habituellement trop sèche, comme d'une saison qui l'est accidentellement. On obtient cette eau par la dérivation des rivières qui passent à un niveau supérieur à celui de nos champs ; par l'établissement de réservoirs qui conservent les eaux des petits ruisseaux, celles des sources, ou bien les eaux pluviales qui tombent sur une vaste surface de terrain ; par des forages qui donnent issue aux eaux souterraines comprimées entre deux couches imperméables du terrain. Dans ces différents cas, l'eau arrive par sa pente. Mais si la source où l'on veut puiser est inférieure au niveau du terrain à irriguer, il faut employer une force mécanique (l'homme, les animaux, les chutes d'eau, la vapeur, le vent, etc.) pour l'élever à la hauteur voulue. C'est la mécanique agricole qui dirige toutes ces opérations, et la législation doit favoriser la prise de l'eau et son passage à travers les propriétés interposées.

194. L'irrigation n'a pas tous les effets de la pluie. Celle-ci, en tombant, humecte toute la masse de l'air et l'entretient pendant quelque temps dans un état qui modère et ralentit l'évaporation. L'irrigation dans une saison sèche est accompagnée d'une vive évaporation, qui favorise l'absorption d'une séve abondante, mais qui aussi dessèche rapidement le terrain si elle n'est pas souvent renouvelée. La pluie, en tombant de haut sur la plante, la lave et la débarrasse des encroûtements salins et terreux que l'évaporation de la séve laisse à la surface des feuilles. Les jardiniers ont observé ce fait depuis longtemps; aussi, pour délivrer les plantes du dépôt qui y est adhérent, ont-ils soin de faire jaillir l'eau des irrigations, qui retombe en gouttes sur les feuilles, c'est ce qu'ils appellent le *bassinage*. On commence à imiter cette opération en agriculture : les Anglais font passer l'eau par des machines ou par sa propre pente dans des canaux qui aboutissent aux différentes parties des champs, et, dirigeant le jet d'eau qui en sort au moyen de tubes de gutta-percha, ils obtiennent à la fois les effets de l'irrigation et ceux du bassinage.

195. La quantité d'eau nécessaire pour maintenir le terrain dans un état d'humidité utile [§ 112] varie nécessairement selon le climat, la saison, la nature du sol, son degré habituel d'humidité et l'espèce de plante cultivée. Dans la Lombardie et dans le Midi de la France, les arrosages des prairies commencent au 1^er^ avril pour finir au 30 septembre; on calcule sur un arrosage tous les quinze jours pour les terres qui ne contiennent pas plus de 0.20 de sable, et tous les huit à dix jours pour

celles qui en contiennent 0.49 ; on met 0.12 de jour de plus pour chaque centième de sable ajouté au terrain. (*Cours d'Agriculture*, t. I, p. 380.) Dans les climats nébuleux et humides, où l'évaporation est peu active, les arrosages doivent être moins fréquents ; mais pour chaque situation c'est l'expérience seule qui peut permettre de fixer des règles exactes. Au reste, quand on dispose de l'eau à volonté, on ne se laisse pas enchaîner à des époques fixes. La pluie, le temps couvert, le défaut de vent, peuvent éloigner ces époques, comme des circonstances contraires peuvent les rapprocher. Le véritable signe du besoin d'eau se trouve dans l'état des feuilles des plantes, qui s'inclinent et se flétrissent quand la terre devient sèche à la profondeur d'un fer de bêche.

196. La quantité d'eau nécessaire pour chaque arrosage du terrain supposé presque sec varie aussi selon les procédés suivis pour sa distribution et selon l'inclinaison du sol. Si l'on arrose par nappes d'eau qui doivent couvrir toute la surface (par inondation), on conçoit qu'elle se répandra d'autant plus vite que le terrain aura plus de pente; car si ce terrain était plat, et que l'eau eût peu d'impulsion, elle s'infiltrerait dans le sol en avançant et ne parviendrait que lentement à l'autre extrémité du champ. Sur un terrain sec, presque plat, peu filtrant, divisé en compartiments par des bourrelets placés à 20 mètres de distance l'un de l'autre, un bon arrosage exige que l'on répande sur le sol une lame d'eau de $0^{m}.085$, et par conséquent 850 mètres cubes par hectare; les pertes d'eau portent à 1,000 mètres cubes la quantité qui doit être fournie par l'évacuateur.

197. Si l'eau arrive en quantité trop faible par unité de temps, ou avec trop peu d'impulsion pour couvrir le terrain en avançant d'une manière continue, et sans se perdre par infiltration, ou si la pente ne laisse pas à l'eau le temps d'imbiber suffisamment le terrain trop incliné, on divise le champ par des fossés transversaux peu profonds et plus ou moins rapprochés. En remplissant le premier fossé, on le fait déborder dans le sens de la pente, de manière que l'eau se répande par filets sur la planche comprise entre le premier et le deuxième fossé. Quand la première planche est arrosée, on fait arriver l'eau dans le second fossé qui arrose la deuxième planche, et ainsi de suite.

198. Mais, dans le cas indiqué ci-dessus [§ 197], si le terrain est plat, on se borne à remplir successivement les fossés qui bordent les planches et dont l'eau s'infiltre sous le terrain, remontant à la surface par voie de capillarité. C'est ainsi que se distribue l'eau tirée par les machines en Égypte, dans l'Inde et à la Chine. On estime à 107 millimètres l'épaisseur de la lame d'eau nécessaire pour l'arrosage d'un hectare selon cette méthode, soit à 1,070 mètres cubes par hectare.

199. Il ne suffit pas de disposer d'une eau quelconque pour faire une opération avantageuse; il faut encore que cette eau ait les qualités convenables. Dans l'eau destinée à l'irrigation, on a à considérer : 1° les matières qu'elle tient en suspension ; 2° celles qui y sont dissoutes ; 3° sa température.

200. Les matières suspendues dans l'eau peuvent être assez abondantes pour la rendre bourbeuse, et alors

on ne doit pas s'en servir pour l'irrigation des prairies, dont elle souille les herbes, à moins que ce ne soit par infiltration. Mais on pourra employer de telles eaux à inonder un terrain pour le préparer à un ensemencement, ou à arroser des plantes à tiges élevées, comme le froment, le riz, les arbres, etc., pourvu que les matières en suspension ne soient pas de nature à modifier défavorablement le terrain. Ainsi, les eaux qui charrient beaucoup de parties sablonneuses ne doivent pas être employées sur un terrain déjà trop sablonneux; celles qui déposent de l'argile sur un terrain trop compacte, si ce n'est aux époques où elles sont naturellement clarifiées, ou après les avoir fait reposer et déposer dans des réservoirs.

201. Mais une eau qui est seulement trouble exerce de très-heureux effets sur la végétation, quand elle est chargée de matières qui améliorent les qualités physiques du terrain en lui apportant beaucoup de terreau. C'est ce que l'on verra en comparant les prairies arrosées par les eaux de la Sorgue (département de Vaucluse) et celles qui le sont par les eaux de la Durance. Les premières eaux sont toujours claires, les autres habituellement troubles. Le produit en foin des deux espèces de prairies est comme 2 à 3, et comme les frais sont égaux de part et d'autre, les produits nets sont comme 1 est à 4 (1). Les eaux troubles d'une nature convenable sont donc à rechercher de préférence aux eaux claires dans un grand nombre de cas.

---

(1) Conte, *Annales des Ponts et Chaussées*, 2e semestre de 1850, p. 363.

202. Quant aux matières dissoutes dans l'eau, on comprendra leur importance en sachant que des prairies considérables ont pu être établies sur les rives de la Moselle, sur des graviers infertiles, et par le seul effet de l'arrosage. Il est vrai que l'eau leur est distribuée en quantité presque indéfinie, que l'on porte à 140,000 mètres cubes par an et par hectare, filtrant à travers ces graviers absorbants. Il n'est pas douteux que ces eaux ne contiennent les principes alimentaires nécessaires aux végétaux. Dans les herbages du Charolais, quel n'est pas l'effet merveilleux des eaux découlant des terrains primitifs et de transition, riches en alcalis et en matières azotées! la beauté du bétail qui y pâture le dit assez. Les eaux qui s'écoulent des terrains calcaires n'ont pas la même valeur, à moins qu'elles ne passent sur des pentes gazonnées ; leur effet sur les terrains qui sont eux-mêmes calcaires se bornent à fournir aux plantes l'eau qui leur est nécessaire.

203. Les eaux produisent des effets nuisibles quand elles présentent aux plantes des solutions qui deviennent vénéneuses, comme quand les sels dissous consistent en sulfate de fer, en arséniates, etc.; elles le sont aussi quand, sans pouvoir être considérées comme des poisons, elles surabondent en sels non nutritifs, comme, par exemple, le chlorure de sodium (sel marin). Dans tous les cas, on doit rejeter les eaux qui auront une forte saveur. On doit aussi considérer comme mauvaises celles qui ne dissolvent pas le savon, ou qui précipitent le savon dissous dans l'eau sous forme de savon calcaire insoluble. Ces eaux surabondent en sels de diverses

natures, mais surtout en sulfate de chaux, qui, en se déposant sur les plantes, les racines ou les feuilles par l'évaporation, obstruent leurs canaux et arrêtent leurs fonctions. Les eaux incrustantes, c'est-à-dire celles qui laissent des dépôts cohérents sur les bords des canaux et dans leurs tuyaux de conduite, sont aussi nuisibles à la végétation; elles sont chargées de bicarbonate de chaux, qui devient insoluble en perdant à l'air une partie de son acide carbonique, mais elles peuvent être bues sans inconvénient.

204. Il y a des eaux qui ne conviennent pas pour la boisson, parce qu'elles sont chargées de principes organiques, et qui, cependant, si elles ne contiennent pas de sels nuisibles, sont excellentes pour l'irrigation. Telles sont celles qui proviennent des égouts des villes ou qui traversent des terrains chargés de terreau. On reconnaît cette qualité avantageuse en entretenant à l'état d'humidité le résidu que l'on obtient par leur évaporation. Il ne tarde pas à fermenter et à émettre des vapeurs ammoniacales.

205. Les eaux qui s'écoulent des tourbières et des terrains de bruyères sont colorées, donnent beaucoup de dépôt, mais leurs extraits ne fermentent pas et leurs effets sont nuisibles à la végétation.

206. Mais l'eau fût-elle de la meilleure qualité, elle sera nuisible aux plantes si la température est habituellement plus basse que celle à laquelle commencent la végétation des plantes et la fermentation des matières fermentescibles, c'est-à-dire au-dessous de 12° du thermomètre centigrade. Les eaux qui descendent des Alpes

sont froides et peu estimées pour l'irrigation, jusqu'à ce qu'elles se soient réchauffées en parcourant un long trajet dans des canaux qui ont peu de profondeur.

207. Les eaux qui se maintiennent en hiver à une température au-dessus de 12° sont employées, dans le Milanais, à arroser des prairies qui, étant tenues en toute saison dans un état habituel d'humidité, produisent, même en hiver, une quantité considérable d'herbe. Les prairies ainsi arrosées prennent le nom de *marcites*. Les eaux qui sortent des égouts de la ville de Milan ont aussi une grande richesse, qui dispense d'appliquer des engrais aux prés qu'elles arrosent. On connaît les effets des eaux chaudes autour des établissements thermaux, où l'écoulement des piscines entretient de belles prairies.

208. L'utilité de la possession de l'eau s'estime par le surcroît de produit qui résulte de son usage. Elle varie selon les climats, la valeur et le genre des récoltes auxquelles on l'applique. Ainsi, d'abord, dans les climats où les périodes de sécheresse sont moins fréquentes, l'eau est moins nécessaire que dans ceux où son besoin se reproduit chaque année. La météorologie parvient à apprécier les caractères de climat et fournit les données de cette appréciation. (*Cours d'Agriculture*, t. II, p. 501.) Le prix des produits obtenus au moyen de l'eau fait aussi varier son degré d'utilité. Dans les pays où le fourrage est abondant, le surplus de foin que l'on pourrait obtenir par l'irrigation n'a pas la même importance que dans ceux où il est rare et cher. Enfin, on peut appliquer l'irrigation à un grand nombre de cultures. Dans le Midi, elle rend certain le résultat des troisième et qua-

trième coupes de luzernes, souvent compromises par la sécheresse de l'été. (*Cours d'Agriculture*, t. IV, p. 426.) Le produit en est accru d'une moitié en plus. L'irrigation double le produit des prairies, et rend le foin plus fin et de meilleure qualité. Elle assure la récolte du blé contre la sécheresse du printemps, et en augmente la production. (*Cours d'Agriculture*, t. III, p. 659.) En permettant de faire des récoltes dérobées entre les moissons et le nouvel ensemencement d'automne, elle ajoute de même un quart et plus souvent un tiers à la valeur des terrains. On voit combien peut varier le degré d'utilité que l'on peut attribuer à l'eau dans des circonstances si diverses.

209. Le prix de l'eau amenée d'un niveau supérieur par des canaux ne serait que sa valeur réelle, c'est-à-dire le prix du travail qu'elle coûte pour l'amener, si, d'un côté, toute l'eau que le canal peut conduire pouvait être utilement employée, et si, de l'autre, il pouvait y avoir concurrence entre les fournisseurs d'eau. Mais le plus souvent il a fallu réglementer les prises, pour les distribuer équitablement entre les différentes parties du territoire, et de là des concessions de l'autorité publique, qui constituent souvent en monopole l'exécution de ces ouvrages. Et cependant telle est l'ignorance, l'apathie des cultivateurs qui ne connaissent pas ou qui dédaignent cette source de richesses, qu'il arrive souvent que ce n'est qu'après un assez grand nombre d'années que l'on parvient à placer toute l'eau du canal, et que c'est le monopole qui est en perte. Aussi le produit des arrosages ne représente presque jamais leur utilité,

parce que ce sont les usagers qui font la loi aux concessionnaires; ou bien, parce que l'autorité publique a subventionné leurs travaux; ou enfin, parce que les premiers entrepreneurs ruinés ont vendu à vil prix des travaux déjà avancés. A Milan, le canal de la Martesana fait payer 9 fr. 60 c. pour l'arrosage annuel d'un hectare de prairies; à Salon, le canal de Craponne arrose pour 5 à 6 fr.; à Arles, pour 22 fr.; dans le département de Vaucluse, le canal Crillon pour 24 fr. et sur les canaux divers de la Sorgue l'irrigation coûte beaucoup moins encore.

CHAPITRE IX.

Des matières servant d'engrais.

210. Les récoltes naturelles, celles qui sont alimentées seulement par l'humus du sol et les gaz de l'atmosphère, ne peuvent suffire au cultivateur, qui sait qu'avec la même somme de travail il peut en obtenir de beaucoup plus abondantes en pourvoyant les plantes d'aliments proportionnés aux produits qu'il veut récolter [§§ 161 *et suiv.*]. Il cherche donc à se procurer de l'engrais, tant que son prix est inférieur à l'excédant de produit qui doit résulter de son emploi.

211. On obtient cet engrais, en le fabriquant au moyen des végétaux que l'on enfouit dans le terrain où ils ont été cultivés (engrais verts), ou que l'on fait consommer par le bétail pour les convertir en déjections animales (fumiers); ou bien encore, si ces ressources tirées de l'exploitation elle-même ne suffisent pas, on se procure de l'engrais, par des substances organiques ou minérales achetées au dehors.

212. Les plantes ne peuvent absorber que des substances à l'état liquide ou gazeux : un corps aurait beau renfermer les principes qui pourraient leur être le plus utiles, on ne devra pas lui donner le nom d'engrais s'il

n'est pas susceptible de devenir soluble avec une économie suffisante. La houille renferme des principes ammoniacaux, et l'on ne songe pas à l'utiliser directement pour la fertilisation des terres, parce qu'on en dégagerait trop chèrement son ammoniaque ; mais quand une industrie, profitant des autres qualités de la houille, la soumet à la distillation, par exemple, pour en extraire le gaz d'éclairage et n'en retirer l'eau ammoniacale que comme un produit accessoire qu'elle peut livrer à bas prix aux agriculteurs, cette eau ammoniacale peut être employée utiement comme engrais (1).

213. On tire les engrais des règnes organique et inorganique. On est loin de connaître encore toutes les substances qui pourraient contribuer à la fertilité de la terre. Les progrès de l'industrie en ont produit plusieurs dont on a reconnu l'efficacité, mais qui toutes ne peuvent être adoptées pour la culture, à cause de leur prix élevé ; et si nous pouvons déjà nous servir du noir des raffineries, de l'eau ammoniacale des usines à gaz, de l'oxysulfure de calcium produit des fabriques de soude artificielle, nous ne pouvons encore atteindre le prix du cyanure de potassium, fabriqué par l'absorption de l'azote atmosphérique par la potasse mélangée de charbon dans un tube fortement échauffé.

214. En donnant le tableau des engrais connus, nous devons rappeler ce que nous avons dit plus haut [§ 158] : c'est que dans tous les sols et dans tous les engrais, les principes azotés sont les plus rares et les plus chers ;

---

(1) Kuhlmann, *Expér. agr.*, p. 45 et 77.

nous avons vu ensuite [§§ 53,183] que les phosphates sont aussi souvent en déficit, dans beaucoup d'engrais et dans un grand nombre de sols. Ainsi donc, en faisant connaître les doses d'azote et d'acide phosphorique que renferment les différents engrais, d'après les analyses de MM. Boussingault et Payen et de quelques autres auteurs, nous offrons le moyen le plus sûr de juger de leur valeur relative, surtout si l'on combine ces notions avec ce que nous dirons dans le chapitre suivant sur leurs effets spéciaux, sur leur durée d'action et sur leur prix vénal. Une analyse plus complète serait sans doute désirable, mais nous ne la possédons que pour un petit nombre d'engrais, et d'ailleurs leurs principes secondaires varient beaucoup d'un échantillon à l'autre, et dans de toutes autres proportions que leurs principes essentiels.

215. Mais c'est surtout par la quantité d'eau qu'ils renferment que les engrais diffèrent le plus entre eux et d'un échantillon à l'autre de la même espèce. On les appréciera très-inexactement si on ne commence par les réduire à l'état sec. Ainsi, soit le fumier de ferme normal [§ 263], nous voyons que l'analyse a été faite sur un échantillon qui renfermait 0.79 d'eau, et qu'il dosait 0.42 pour 100 d'azote. Si nous nous en tenions à cette indication sans vérifier l'humidité de celui que nous voudrions employer, il serait possible qu'il fût beaucoup plus riche ou beaucoup plus pauvre. Ainsi, avec 60 pour 100 d'eau, il dosera 0.78 pour 100 d'azote ; avec 85 pour 100 d'eau, il ne dosera que 0.29 pour 100 d'azote; mais si nous parlons du dosage de cet engrais à l'état sec, nous avons une base fixe et qui ne dépend plus que

de son humidité, qu'il est facile d'apprécier en le pesant dans son état normal, le desséchant à l'étuve, ou simplement sur un poêle, et faisant le calcul nécessaire. Ainsi l'engrais à l'état sec dosait 2 pour 100 d'azote, s'il a 0.79 d'eau, et par suite 0.21 de matières utiles, nous disons $100 : 2 :: 21 : x = 0.42$.

216. Pour classer les engrais, nous sommes partis de deux considérations : 1° le règne naturel auquel ils appartiennent; 2° leur provenance, ce qui nous a donné le tableau synoptique suivant :

Règne animal.	Déjections	de l'homme.	1
		des animaux.	2
	Matières organiques autres que les déjections. . . .		3
Règne végétal.	Plantes fraîches.		4
	Matières végétales mortes.		5
Règne minéral.	Produits chimiques.		6
	Produits naturels.		7
Mélanges de matières des divers règnes.			8

217. Les signes suivants ont les significations ci-après :

E. Eau.
H. Engrais à l'état humide.
H. a. Azote de l'engrais à l'état humide.
H. p. Acide phosphorique de l'engrais à l'état humide.
S. Engrais à l'état sec.
S. a. Azote de l'engrais à l'état sec.
S. p. Acide phosphorique de l'engrais à l'état sec.

CHAPITRE X.

Tableau des engrais.

Première classe. — Déjections humaines.

218. Sous le nom de déjections, nous comprenons l'ensemble des matières excrétées par les intestins et la vessie, c'est-à-dire les excréments et les urines.

L'homme moyen, en France (enfants et adultes des deux sexes), pèse 45 kilogrammes. Il consomme un aliment dosant $0^k.627$ de carbone et $0^k.0474$ d'azote pour 100 kilogrammes de son poids. Ses déjections dosent 0.024 d'azote. Ainsi, la transpiration fait disparaître les 0.51 de l'azote de sa nourriture (1). Dans ce pays, 35,783,059 individus, pesant 16,094,376 quintaux métriques, fournissent par jour 386,265 kilogrammes d'azote dans leurs déjections, et par an 129,598,925 kilogrammes d'azote. Mais nous ne prenons pas pour recueillir cet engrais les mêmes soins que les Chinois. Il serait bien important de ne rien négliger pour s'assu-

(1) Barral, *Statique des animaux*.

rer une partie plus grande de cette ressource; on le pourrait à peu de frais, et l'on accroîtrait ainsi considérablement nos ressources en engrais.

Pour 100 des matières suivantes, nous avons les doses ci-après :

	E.	H. a.	S. a.	H. p.	S. p.
Déjections complètes.	91.0	1.51	16.78	1.90	2.85
Excréments.. . . .	73.3	0.45	1.67	1.14	0.82
Urines..	93.3	1.29	19.20	0.25	3.88

Deuxième classe. — Déjections des animaux.

1. *Cheval.*

219. La ration complète du cheval contient, pour 100 kilogrammes de son poids, $0^k.87$ de carbone et $0^k.031$ d'azote. Ses déjections dosent 0.320 de carbone et 0.0258 d'azote. Ainsi, elles ne reproduisent que les 0.806 de l'azote de la nourriture (1).

Les 1,544,677 chevaux que la statistique attribue à la France pèsent en moyenne 400 kilogrammes; ains on a 6,178,897 kilogrammes pour le poids total, ce qui donne dans les déjections 57,319,810 kilogrammes d'azote. Plus de la moitié de cet engrais est perdu sur les routes et dans les champs où travaillent ces animaux.

On a pour 100 les rapports suivants :

	E.	H. a.	S. a.	H. p.	S. p.
Déjections complètes.	75.4	0.74	3.02	0.16	1.12
Excréments.	75.3	0.55	2.21	0.18	1.22
Urines..	79.1	2.61	12.50	0.00	0.00

(1) Boussingault, *Économie rurale*, t. II, p. 381.

2. *Espèce bovine.*

220. La ration complète de 100 kilogrammes de vache laitière dose 0.622 de carbone et 0.0261 d'azote. Les déjections dosent 0.254 de carbone et 0.016 d'azote. Ainsi, elles ne reproduisent que 0.613 de l'azote de la nourriture (1). Les bœufs reproduisent 0.85 de l'azote de leur nourriture.

En France, nous avons d'après la statistique :

	kilogr. d'azote.
2 milliers de bœufs du poids de 413 kilogrammes, qui donnent.	66,327,800
5,500,000 vaches du poids de 240 kilogrammes, qui donnent.	134,490,400
2 milliers de veaux du poids de 48 kilogrammes, qui donnent.	7,708,900
Total.	208,527,100

Mais tout ce bétail n'est pas soumis à la stabulation permanente; les vaches vivent en grande partie de l'année dans les pâturages, et les bœufs soumis au travail restent peu dans les étables.

Pour 100 kilogrammes des matières suivantes provenant des vaches, on a :

	E,	H. a.	S. a.	H. p.	S. p
Déjections complètes.	84.3	0.41	2.59	0.09	0.55
Excréments. . . .	83.9	0.32	2.30	0.10	0.74
Urines.	88.3	0.44	3.80	0.00	0.00

(1) Boussingault, *Économie rurale*, t. II, p. 382.

3. *Espèce ovine.*

221. La ration complète de 100 kilogrammes pesant de mouton vivant dose 0.880 de carbone et 0.056 d'azote. Les déjections contiennent 0.50 de carbone et 0.052 d'azote(1). Ainsi, le mouton reproduirait dans ses déjections les 0.91 de l'azote de sa nourriture. Ce chiffre, qui résulte des expériences de M. Jörguesen, nous paraît très-considérable. D'après lui, le mouton serait de tous les animaux celui qui ferait éprouver le moins de perte à l'azote de ses aliments. Il n'en est pas sans doute ainsi de la brebis, qui, par la production de ses agneaux et de son lait, doit causer une déperdition beaucoup plus forte. En supposant que celle-ci fût, par rapport aux moutons et aux agneaux, dans les mêmes proportions que l'on a constatées relativement aux bœufs et aux veaux, nous aurions les chiffres suivants :

		Pesant :	Poids total exact :	dont azote :
Moutons. . .	9,462,000	28^k	2,649,360	35,926,585^k
Brebis. . . .	14,804,000	20^k	2,861,600	23,840,765^k
Agneaux. . .	7,308,000	10^k	730,800	8,892,340^k
				68,659,690^k

Mais la plus grande partie de cet engrais est perdue sur le pâturage.

On a pour 100 kilogrammes :

	E.	H. a.	S. a.	H. p.	S. p.
Déjections.	6.71	0.91	2.79	0.43	1.32
Excréments.	57.6	0.72	1.70	0 64	1.52
Urines.	86.5	1.31	9.70	?	0.03

(1) Boussingault, t. II, p. 384.

4. *Porcs.*

222. La ration complète de 100 kilogrammes de porc vivant donne en carbone $0^k.124$, et en azote 0.042. Les déjections rendent en carbone $0^k.108$, et en azote 0.0268. Le porc reproduit les 0.638 de l'azote de sa nourriture (1).

Les 4,900,000 porcs qu'accuse la statistique, pesant 91 kilogrammes, et donnant un poids total de 4,459,000 kilogrammes, produisent dans les déjections 42,617,865 kilogrammes d'azote.

On a pour 100 :

	E.	H. a.	S. a.	H. p.	S. p.
Déjections.	93.8	0.37	5.95	0.21	3.44
Excréments.	84.0	0.71	4.40	0.61	3.89
Urines.	97.9	0.23	11 00	0.04	2.09

5. *Poules.*

223. 100 kilogrammes de poule vivante consomment $0^k.063$ azote. Les déjections contiennent 0.040 d'azote ; les poules reproduisent donc les 0.63 de l'azote de leurs aliments. Une poule moyenne pèse $0^k.662$; ainsi, un poulailler de 100 poules donne par ses déjections $9^k.490$ d'azote.

On a pour 100 :

	E.	H. a.	S. a.	H. p.	S. p.
Déjections.	72.9	2.59	7.02	?	?

(1) Boussingault, t. II, p. 384.
(2) Isidore Pierre, *Chimie*, p. 371, et Girardin.

6. *Pigeons.*

224. 100 kilogrammes de pigeons consomment $0^k.100$ d'azote. Les déjections contiennent $0^k.085$; ainsi, les pigeons reproduisent 0.83 de l'azote de leur nourriture.

On a pour 100 :

	E.	H. a.	S. a.	H. p.	S. p.
Déjections de pigeon.	61.8.	3.48	9.12	2.24	5.88
Colombine ou fiente de pigeon sèche. .	9.6	8.30	9.02	5.31	5.88

7. *Litière de vers à soie.*

L'examen de la litière des vers à soie donne les résultats suivants :

E.	H. a.	S. a.
14.29	3.28	3.48

8. *Guano.*

225. Le guano est un engrais formé sur certaines îles ou déposé sur les rochers des côtes de plusieurs pays, principalement le Pérou, le Chili, la Patagonie, le sud de l'Afrique, etc., par la fiente et les débris des oiseaux marins. On en trouve des masses qui ont jusqu'à 20 mètres de hauteur. On en fait un commerce important et une consommation prodigieuse, surtout en Angleterre, où cette consommation s'est élevée, en 1851, à 152 millions de kilogrammes. Le mot de *guano* couvre des marchandises très-différentes en valeur ; quelques-unes, outre leur qualité inférieure provenant de détérioration

naturelle, sont très-suspectes de falsification (*Cours d'Agriculture*, t. I, p. 544). Ainsi, le guano ne peut être acheté avec sécurité qu'après avoir subi l'épreuve de l'analyse. Voici la composition de quelques échantillons :

	E.	H. a.	S. a.	H. p.	S. p.
Guano du Pérou, qualité supérieure.	11.5	15.95	15.75	19.5	22.0
Guano du Pérou, qualité inférieure.	25.1	4.19	5.60	25.1	33.4
Guano d'Afrique.	25.0	6.19	5.25	12.7	17 0
Guano anagamos contemporain, recueilli sur les rochers fréquentés par les oiseaux. . . .	14.2	16.90	20.30	8.07	9.74

9. *Poudrette.*

226. La poudrette est le résultat de la préparation des excréments humains desséchés, qui se fait à Bondy, près Paris, et dans quelques autres localités. La poudrette pèse généralement de 80 à 85 kilogrammes l'hectolitre comble. On a :

E.	H. a.	S. a.
34.06	1.40	2.12

10. *Engrais flamand.*

227. L'engrais flamand est constitué par des déjections humaines avec addition d'eaux grasses et d'eau ordinaire, abandonnées à la fermentation dans des citernes. Il est très-usité dans les Flandres et surtout aux environs de Lille. Voici sa composition :

E.	H. a.	S. a.
80.7	2.85	14.67

11. *Lizier suisse, purin.*

228. Le lizier est formé d'excréments d'animaux domestiques fermentés dans des fosses avec de l'eau; on le prépare surtout en Suisse. Il a la composition suivante :

E.	H. a.	S. a.
78.8	0.55	2.59

229. En nous en tenant à l'homme et aux grandes races d'animaux domestiques, nous trouvons que les déjections produiraient en France, par année :

	kilogr. d'azote.
L'homme.	149,398,925
Le cheval.	57,319,810
L'espèce bovine.	208,527,100
— ovine.	68,569,690
— porcine.	42,617,865
	516,433,390

Soit pour chacun des 20 millions d'hectares ensemencés annuellement, environ 25 kilogrammes d'azote, moins de la moitié de ce qui serait nécessaire à une bonne culture.

230. D'après nos observations, la terre ne reçoit annuellement, sur les deux tiers de la France, que $2^k.75$ d'azote par hectare, ou tous les six ans $16^k.512$; dans l'autre tiers, 33 kilogrammes par an, ou 100 kilogrammes tous les trois ans; et en moyenne, sur l'ensemble, $7^k.75$ par an. Ainsi, on ne dispose en réalité que du tiers du fumier produit. Cela s'explique facilement par la déperdition considérable des engrais humains; par l'absence des étables des animaux qui tra-

vaillent ou pâturent; et par la faible nourriture de beaucoup d'entre eux, quand ils restent dans les étables sans travailler. On ne dispose ainsi que de 155 millions de kilogrammes d'azote, au lieu de 516 millions de kilogrammes. La nourriture des animaux de rente à l'étable diminuerait le mal en grande partie.

Troisième classe. — Matières organiques autres que les déjections.

251. Le sang abandonné à lui-même se sépare bientôt en deux parties : le sérum liquide et la fibrine, qui se coagule. On emploie le sang mélangé à l'eau, surtout avec de l'eau chargée de soude, qui prévient sa séparation; on le fait aussi absorber par de la terre sèche ou de la terre charbonneuse, le chlorure de fer, l'acide sulfurique; et enfin, dans ces derniers temps, par le chlorure acide de manganèse, résidu de la préparation du chlore : on obtient par ce dernier procédé un excellent engrais, qui retient plus fortement son azote que le sang coagulé par la chaleur; il possède encore l'avantage d'être plus recherché, à cause de sa couleur plus noire (1). »

Le sang contient pour 100 :

	E.	H. a.	S. a.	H. p.	S. p.
1. Sang liquide.. . .	81.0	3.28	17.3	0.31	1.63

On dessèche aussi le sang après l'avoir coagulé par un courant de vapeur et pressé. Cette préparation contient pour 100 :

(1) Isidore Pierre, *Chimie*, p. 395.

	E.	H. a.	S. a.
2.	73.5	4.51	17.00

232. Les animaux abattus en France, à l'exception du porc dont le sang se mange, donnent 1,691,094 kilogrammes de sang dosant 292,559 kilogrammes d'azote.

233. La chair musculaire contient :

	E.	H. a.	S. a.	H. p.	S. p.
3.	77.5	3.43	15.25	0.05	0.24

On découpe en morceaux la chair des animaux morts ; on la stratifie avec de la chaux hydratée. La décomposition s'opère au bout d'un mois.

234. La chair cuite contient :

	E.	H. a.	S. a.
4.	9.0	11.83	13.0

On la cuit à la vapeur et on la dessèche dans les grandes voiries.

235. La morue salée a la composition suivante :

	E.	H. a.	S. a.
5.	38.0	6.70	10.36

236. Les poissons peuvent devenir une ressource très-importante pour fournir de l'engrais à notre agriculture. On laisse à Terre-Neuve et dans une autre pêcherie, une immense quantité de débris de poissons qui restent sans emploi, et que l'on peut employer avec avantage. En outre, on néglige de pêcher un grand nombre de poissons volumineux, dont la chair est grossière, mais qui offriraient de grandes masses de matières azotées à convertir.

en engrais. On commence à s'occuper de l'exploitation de ces importantes ressources.

Les diverses matières animales que l'on peut utiliser comme engrais ont la composition suivante :

	E.	H. a.	S. a.
6. Hareng frais.. .	76.6	2.74	11.71
7. Hannetons.. . .	77.0	3.20	15.93
8. Chrysalides de vers à soie.	78.5	1.94	8.99
9. Plumes.. . . .	12.9	15.34	17.61
10. Bourre de poils de bœuf. . .	8.9	15.78	15.12
11. Corne.	9.0	14.56	15.78

237. Les chiffons sont lents à se décomposer. On en forme un engrais pulvérulent en les traitant par une dissolution faible de potasse. Ils présentent, ainsi que quelques autres détritus provenant de diverses usines, les compositions suivantes :

	E.	H. a.	S. a.	H. p.	S. p.
12. Chiffons de laine.	11.3	17.98	20.26		
13. Os gras.. . . .	8.0	6.22	8.89	20.42	22.20
14. Poudre d'os. . .			7.92		4.00
15. Noir fin d'os.. .			1.32		33.50
16. Noir de raffineries.	47.7	1 06	2.04	13.59	26.00
17. *id*..			3.88		21.20
18. Pain de cretons, résidu de la colle d'os.. .	8.2	10.90	11.88		

Quatrième classe. — Plantes fraîches.

238. On cultive souvent des plantes dans le seul but de les enfouir pour les faire servir comme engrais, que l'on désigne sous le nom d'*engrais verts*. Pour que ces plantes

puissent atteindre ce but, il faut : 1° qu'elles soient de celles que l'on nomme *améliorantes*, c'est-à-dire dont l'organisation présente plus de matière organique azotée qu'elles n'en ont puisée dans les parties solubles du sol et des engrais; 2° que la masse de tiges et de feuillages obtenue par leur culture soit assez grande et que l'indice de leurs principes quaternaires soit assez élevé pour qu'au prix des autres engrais, l'emploi de ces plantes compense les frais qu'elles ont occasionnés.

239. Pour remplir la première de ces conditions, on recherche les plantes de la famille des légumineuses; ainsi, dans les terrains argilo-siliceux, surtout s'ils sont ocreux, on emploie le lupin blanc, qui ne réussit pas sur les terrains calcaires (Voyez *Appendice*, n° 4, p. 380). Dans ceux-ci, on lui substitue la gesse, la jarosse, le pois gris. A Bologne, on prépare les récoltes de chanvre par l'enfouissement de la fève. Les crucifères fournissent aussi leur contingent en engrais verts; ainsi on cultive pour cet objet en Alsace la navette, et, dans le pays de Caux, la moutarde blanche ou le sarrasin, que l'on enterre quand la récolte de sa graine ne promet pas une bonne réussite. M. de Voght a vanté la spergule pour les terrains sablonneux et humides; François de Neufchâteau rappelait qu'autrefois on s'était servi avantageusement du tabac. La richesse en azote de la tige de madia a fait penser à cette plante ; on a vanté aussi l'enfouissement des tiges de citrouille. Les graminées et le seigle, que proposait Gilbert, sont exclus de cet emploi par leur peu d'aptitude à s'emparer des principes étrangers à l'humus soluble.

240. L'économie est la seconde condition que l'on doit s'efforcer de remplir. Sous ce rapport, il y a des circonstances où toute plante qui exige des travaux de culture et un achat coûteux de graine est nécessairement exclue; il y en a d'autres où il pourrait être avantageux d'enfouir les fourrages et la luzerne même. Ainsi, supposons que ce fourrage vaille seulement 4 fr. les 100 kilogr., et qu'on ne puisse pas le faire consommer à un prix plus élevé, comme il dose 1.96 pour 100 d'azote, que celui-ci revient ainsi à peu près à 2 fr. le kilog., et qu'on le paye jusqu'à 3 fr. et au delà en achetant du guano et des tourteaux, son enfouissement comme engrais serait un emploi économique de ce fourrage. Quant aux autres plantes que nous avons citées, après s'être assuré que le climat et le terrain leur conviennent et que l'on en obtiendra un herbage abondant, il faut mettre en balance la valeur de leur azote avec les frais qu'occasionne leur culture. Ces frais consistent en labour, hersage, fauchage, enfouissement, prix de la semence. Ce dernier article est surtout fort important quand les graines sont grosses et chères.

241. Les effets des engrais verts sont assez prompts; les plantes imbibées de leur humidité propre fermentent rapidement et profitent à mesure aux récoltes. Après avoir nourri les récoltes immédiates, les engrais verts laissent encore dans le sol un terreau précieux pour les années qui doivent suivre, et l'on ne peut qu'être étonné qu'on n'en fasse pas plus souvent usage dans les pays où le défaut de capital restreint l'élève des bestiaux; dans ceux où les animaux sont exposés à de fréquentes

épizooties, et enfin quand on veut commencer l'exploitation d'un domaine dépourvu de fourrage et où l'on ne trouve pas à acheter une masse d'engrais suffisante pour mettre immédiatement le sol dans un état satisfaisant de fertilité.

242. Les divers engrais qu'on emploie à l'état vert ont la composition suivante en centièmes :

	E.	H. a.	S. a.	H. p.	S. p.
Lupin en fleur. . .	75	0.47	1.87		
Fèves..	75	0.51	2.03	0.06	0.26
Trèfle en fleur. . .	75	0.37	1.50	0.04	0.15
Spergule.	66	0.39	1.17		
Sarrasin.. . . .	70	0.16	0.54		
Madia sativa.. . .	66	0.22	0.66		
Navette..	80	0.74	3.70		
Pin.					
Buis.	60	0.43	1.07		
Roseaux..	60	0.43	1.07		
Goémon, Fucus saccharinus.. . . .	46	1.38	2.20		
Fucus digitatus.. .	40	0.98	1.58		

Cinquième classe. — Matières végétales mortes.

243. Les matières végétales mortes sont employées comme litière sous les animaux, ou enfouies dans le sol. Elles ont pour 100 la composition suivante :

	E.	H. a.	S. a.	H. p.	S. p.
Paille de froment.. .	19.3	0.24	0.30	0.18	0.22
— de seigle. . .	12.2	0.17	0.20	0.13	0.15
— d'avoine.. . .	21.0	0.28	0.36	0.17	0.21
— d'orge. . . .	11.0	0.23	0.26	0.18	0.20

	E.	H. a.	S. a.	H. p.	S. p.
Paille de pois. . . .	8.5	1.79	1.95	0.06	0.07
— de millet. . .	19.0	0.78	0.96		
— de sarrasin. . .	11.6	0.48	0.54		
— de lentilles. . .	9.2	1.01	1.12		
— de fèves. . . .	9.0	2.10	2.31	0.21	0.25
— de vesce. . . .	10.0	1.08	1.20	0.16	0.18
— de riz.	18.0	0.25	0.30		
— de maïs. . . .	21.0	0.19	0.24		
Tiges sèches de topinambour.	12.9	0.37	0.43		
Tiges de colza. . . .	12.8	0.75	0.86	0.26	0 30
— d'œillette. . .	13.5	0.95	1.10		
— de pommes de terre.	76.0	0.55	2.50		
Feuilles de carottes. .	66.0	0.85	2.49		
— de betteraves	89.0	0.04	0.45		
— de chêne. . .	25.0	1.18	1.57		
— de peuplier. .	51.1	0.54	1.17		
— de hêtre. . .	39.3	1.18	1.91		
— d'acacia. . .	55.6	0.72	1 56		
— de mûrier. .	63.0	1.45	3.93		
Sciure de bois de sapin.	24.0	0.28	0.31	0.01	0.03
— de chêne. . .	26.0	0.54	0.72	0.01	0.03
Sarments de vigne secs.	25.0	0.28	0.38		

244. Les marcs, pulpes et tourteaux divers provenant de la distillation, de la pression, de la fermentation des graines et des autres parties des végétaux fournissent beaucoup d'engrais généralement très-riches.

Les matières suivantes contiennent pour 100 :

	E.	H. a.	S. a.	H. p.	S. p.
Graine de lupin. . .	8.5	3.98	4 35		

	E.	H. a.	S. a.	H. p.	S. p.
Touraillons d'orge (radicules de l'orge séparées du grain par la préparation de la bière). . . .	6.0	4.51	4.90		
Tourteau de lin. . .	13.4	5.20	6.00	3.52	3.85
— de colza. .	10.5	4.92	5.50	3.88	4.34
— d'arachide..	6.6	8.38	8.89		
— de madia. .	11.2	5.70	5.06	3.40	3.83
— de cameline	6.5	5.52	5.93		
— de chènevis.	5.0	4.21	4.78	1 03	1.08
— de pavots..	6.0	5.56	5.70		
— de faîne. .	6.2	3.31	3.55	1.09	1.16
— de noix. .	6.0	5.24	5.59	1.39	1.48
— de sésame (1)	9.1	6.79	7.47		
— de coton. .	11.0	4.02	4.52		
— d'olive. . .	12.0	7.58	8.40		
Marc de pommes.. .	6.4	0.59	0.63		
— de houblon.. .	73.0	0.56	2.23		
— de raisin du Midi..	48.2	1.17	3.31		
— de raisin d'Alsace..	68.6	0.63	2.00		
Pulpe de betteraves..	70.0	0.38	1.26		
— de pommes de terre.	75.0	0.55	1.95		
Eau des féculeries. .	99.2	00.7	8.28		
— du rouissage du chanvre.			3.28		
— du rouissage du lin.			2.24		

(1) Le sésame blanc provient de graines de l'Inde; le noir, de graines d'Égypte.

Sixième classe. — Produits chimiques.

245. Les sels et produits chimiques suivants contiennent pour 100 :

	E.	H. a.	S. a.	H. p.	S. p.
Azotate de potasse.			13.78		
— de soude.			16.42		
Chlorhydrate d'ammoniaque. .			26.46		
Sulfate d'ammoniaque.. . . .			21.37		
Phosphate ammoniaco-magnésien..			15.82		41.6
Urine artific. de Sacc.:					
Eau. 97.0					
Phosphate de soude.. 2.5	97.0	0.15	4.03	1.32	44.1
Sulfate d'ammoniaque. 0.4					
Eau ammoniacale des usines à gaz.			3.18	26.98	

Septième classe. — Matières minérales naturelles.

1. *Principe calcaire dominant.*

246. Plusieurs substances minérales naturelles, dans lesquelles le principe calcaire est dominant, contiennent, en outre, un peu de substance ammoniacale ; tels sont : le merl, le trez, la marne ; comme elles sont mêlées avec une plus ou moins grande proportion de sable

et d'argile, on ne peut évaluer que par l'analyse la quantité de chaux qu'elles contiennent.

247. *Merl.* Le merl est formé de débris de coraux, que l'on recueille sur la côte de Cornouailles et de Devonshire, en Angleterre, et en France, à Belle-Isle, dans la rade de Brest, et principalement près de Morlaix, du 15 mai au 15 octobre, au moyen de dragues; il contient 0.052 d'azote pour 100. On emploie de 16,000 à 20,000 kilogrammes de merl par hectare tous les dix ans.

248. *Trez.* Le trez est constitué par des sables marins rassemblés à l'embouchure des rivières, surtout des rivières des côtes de la Manche; il renferme 0.014 d'azote pour 100.

249. *Tangue.* La tangue est une vase formée d'une terre plus fine que le trez; on la recueille sur les côtes de la Normandie et de la Bretagne; elle pèse 1,000 à 1,400 kilogrammes le mètre cube, qui contient de 300 à 600 kilogrammes de chaux et de 0.34 à 1.95 kilogrammes d'azote. On l'emploie à la dose de 6 à 16 mètres cubes par hectare tous les 3, 4 ou 5 ans. On la mêle avec le fumier pour les céréales, ou on l'emploie seule et sans mélange sur les prairies, mais jamais la première année de son extraction. On a constaté qu'alors elle exerçait une action défavorable.

250. *Chaux hydratée.* Il faut se défier des chaux hydrauliques qui s'incorporent à la silice des champs et deviennent insolubles.

251. *Marne.* Avant de faire l'analyse chimique d'une marne, il faut la faire déliter en la mouillant et en sé-

parant les rognons du carbonate de chaux insolubles. On ne doit compter, pour son effet, que sur la partie pulvérulente.

2. *Matières fournissant du soufre.*

252. *Gypse.* On ne peut compter sur la teneur en sulfate de chaux des pierres à plâtre ou gypse, qu'après les avoir analysées, car elles contiennent beaucoup de matières étrangères quand elles ne sont pas cristallisées.

253. *Cendres pyriteuses de Picardie.* Outre les sulfates et diverses matières étrangères, les cendres pyriteuses de Picardie renferment encore 0.70 pour 100 d'azote à l'état sec.

254. *Cendres pyriteuses des forges.* Elles sont riches en matières azotées; elles contiennent souvent 2.72 d'azote pour 100 à l'état sec.

255. *Oxysulfure de calcium.* Cette substance est un produit accessoire des fabriques de soude artificielle.

3. *Matières contenant des phosphates.*

256. Les cendres lessivées et non lessivées sont une source de phosphates; les cendres non lessivées contiennent en outre des alcalis. D'après M. Berthier, les cendres suivantes contiennent, en acide phosphorique, pour 100, à l'état sec :

Charme.	8.8	à 10.0	Cytise.	»	à 18.4
Hêtre.	5.4	5.7	Châtaignier. . . .	»	1.9
Tilleul.	»	2.8	Aune.	7.7	11.0
Chêne.	8.0	7.0	Sapin du Nord. .	1.8	4.4
Coudrier.	4.8	5.5	Pin.	4.0	5.0
Écorce de chêne			Sarments de vigne.	7.8	43.2
(mottes). . . .	0.0	0.0	Mûrier.	1.8	11.6
Chêne vert. . . .	0.0	2.8			

257. Les coprolithes sont du phosphate de chaux plus ou moins impur, qu'on trouve en Angleterre et ailleurs dans les grès verts; ils contiennent de 5 à 35 pour 100 de phosphate de chaux.

4. Matières contenant de la silice soluble.

258. Toutes les cendres non lessivées renferment d'autant plus de silice soluble qu'elles sont plus alcalines.

259. Les feldspaths sont des silicates d'alumine, de potasse, de soude ou de chaux; dans les feldspaths appartenant aux roches plutoniques, la potasse domine; elle est remplacée par la soude ou la chaux dans les terrains volcaniques.

Huitième classe. — Mélanges des matières des différents règnes.

Fumiers.

260. Les fumiers composés de litière et de déjections des animaux diffèrent beaucoup entre eux, selon la nature et l'abondance de la litière relativement aux déjections

auxquelles ils sont mêlés, selon aussi la quantité d'eau dont ils sont arrosés. Les litières qui garnissent le plancher sur lequel sont couchés les animaux domestiques consistent principalement en paille, en feuilles, et aussi en terre siliceuse et quelquefois brûlée. On doit éviter autant que possible que cette terre contienne du carbonate de chaux, qui provoque le développement et la perte de l'ammoniaque des déjections; l'argile plus ou moins siliceuse est préférable; la chaux hydratée, les sulfates de fer et de chaux contribuent à retenir les gaz ammoniacaux.

261. On appelle proprement *fumier* l'engrais tel qu'il sort de l'étable. Quand, en dehors de l'étable, on le mélange avec de la terre avant de s'en servir, il prend le nom de *compost*.

262. On fait aussi des engrais avec les matières végétales que l'on fait fermenter en les mélangeant, autant que possible, de matières animales : urines, excréments, purin, lessives alcalines, etc.

263. On distingue plusieurs sortes de fumiers. Le *fumier de ferme normal* est composé des déjections mélangées des différentes espèces d'animaux de la ferme; c'est celui qui est décrit par M. Boussingault, et qu'on regarde comme type pour lui comparer les divers fumiers. Ces fumiers ont la composition suivante pour 100 :

	E.	H. a.	S. a.	H. p.	S. p.
1. *Fumier de ferme normal*..	79.0	0.42	2.00	0.21	1.00
2. *Fumier d'étable* (fumier de cheval)..	60.6	0 79	2.08		

	E.	H. a.	S. a.	H. p.	S. p.
3. *Fumier des fermes anglaises.*			1.80		2.25
4. *Fumier de Grignon*	70.5	0.72	2.45	0.59	2.00
5. *Engrais Jauffret*, résultant de la fermentation de matières végétales arrosées d'une lessive de fumier et d'alcalis..	80.0	0.15	0.73		

CHAPITRE XI.

Préparation à faire subir aux engrais d'étable.

264. Puisque les végétaux n'absorbent qu'à l'état de solutions les substances qui doivent leur servir d'aliments, notre premier soin doit être de les rendre solubles quand elles ne le sont pas ou qu'elles ne le sont qu'en partie. C'est ce qui s'opère par le moyen des différentes actions que nous avons décrites [§§ 117-119] sous le nom de catalyse, de fermentation et de putréfaction, après lesquelles les éléments de ces substances se trouvent isolés, ou bien se sont échangés et se sont convertis en principes solubles et capables même de servir de dissolvants aux principes purement minéraux. Dans ce premier degré de fermentation, la catalyse, il y a échange lent et paisible des éléments des substances entre elles, sans dédoublement et dégagement de gaz et sans échauffement très-sensible. Le ligneux, la cellulose, la fécule, se convertissent en dextrine, en glucose, en sucre. Dans un autre degré, la fermentation proprement dite, l'échauffement est sensible, l'oxygénation vive, les substances se dédoublent et leurs éléments fournissent du gaz acide

carbonique et de l'ammoniaque, qui s'échappent et se perdent; enfin, au troisième degré, la putréfaction, la chaleur dégagée est considérable, l'évaporation rapide; il se produit des gaz plus variés, infects : de l'acide carbonique, de l'hydrogène, de l'hydrogène sulfuré, carboné, phosphoré, de l'ammoniaque, etc.

265. La meilleure préparation des engrais sera celle qui, en procurant la solubilité, occasionnera le moins de déperdition des principes nutritifs; celle qui se bornera à la simple catalyse ou qui s'en éloignera le moins possible. C'est ainsi qu'agit la nature pour préparer l'alimentation de la jeune plante. Le germe, corps azoté, est placé au sommet de la graine, en face d'une étroite ouverture par laquelle il peut recevoir le contact de l'air extérieur; la masse de chaque graine semée est peu considérable et isolée; dès que la température est suffisante et que la graine est humectée, le germe prend les propriétés du ferment et le nom de diastase, et sous son action la fécule se change en dextrine et en matières sucrées de différentes espèces, qui, par leur solubilité, peuvent être absorbées par les radicules de la plante.

266. Mais cette séparation théorique de différents degrés de fermentation en trois ordres ne se fait pas aussi régulièrement dans la nature. Ainsi, la fermentation du terreau, dans le sein de la terre, tient à la fois de la catalyse et de la fermentation; il s'y forme des matières sucrées, mais il se produit aussi de l'acide carbonique [§§ 117-118]. L'air et l'oxygène affluent dans certaines parties perméables du sol; ils n'arrivent qu'avec diffi-

culté dans d'autres parties plus compactes. C'est ce qui se présente aussi dans la confection des fumiers : maigré tous nos efforts pour renfermer la fermentation dans les limites de la catalyse, il y aura toujours un peu de fermentation plus avancée; nous parviendrons seulement à limiter la perte des principes fertilisants que la fermentation ne manque pas d'occasionner.

267. Pour y réussir, il faut : 1° isoler les substances fermentescibles, pour qu'elles ne forment pas une masse continue; 2° les maintenir à une température peu élevée, de 12 à 15°, par exemple; 3° rendre l'accès de l'air difficile, sans le supprimer entièrement. On obtient ces effets en déposant les substances exemptes, autant que possible, d'un commencement de fermentation, dans des fosses fermées, avec sept à neuf fois leur volume d'eau. Ces fosses sont préservées de l'action de la température extérieure, soit par leur enfoncement en terre, soit par d'autres précautions faciles à prendre; elles ne reçoivent l'air que par des soupapes, qui s'ouvrent, pour laisser échapper la vapeur et les gaz qui s'y forment, quand leur pression est assez forte pour les soulever. Ces conditions sont celles que l'on cherche à réaliser pour la confection des engrais liquides, dans les fermes les plus avancées de l'Angleterre. Nous avons constaté nous-même qu'en mettant dans un ballon du foin sec, en y ajoutant neuf fois son volume d'eau, et le maintenant à une température moyenne de 12°, le bouchon à l'émeri pouvant jouer librement et s'élever sous la pression intérieure du gaz et des vapeurs, il y a eu une catalyse lente, très-peu de fermentation, simple odeur de foin,

presque point d'acide carbonique, et au bout de trois mois, l'infusion chargée des principes solubles du foin a donné, par l'évaporation au bain-marie, un résidu contenant tous les principes azotés du foin, ce qui a été constaté par l'analyse. Il est resté un *caput mortuum* de ligneux qui peut servir comme amendement du sol.

268. Quand on applique cette méthode dans les étables, il faut avoir soin de précipiter à grande eau dans les fosses toutes les déjections des animaux à mesure qu'elles se produisent, et sans attendre que la présence de l'air chaud y développe la fermentation et la putréfaction. L'usage des engrais liquides a été introduit en l'année 1712, dans le canton de Zurich (1). Mais on y permet un trop long séjour des matières derrière les animaux ; en outre, une trop petite quantité d'eau ajoutée, qui, selon Maurice (2) ne serait que de trois fois le poids du fumier, puis des fosses mal couvertes, et recevant l'air en abondance, causent une fermentation déjà trop forte, comme le prouve l'odeur des liziers. Pour prévenir la perte de l'ammoniaque, qui, dans ces conditions, est assez considérable, les Suisses font souvent usage d'acide sulfurique versé dans les fosses.

269. On connaît de réputation l'engrais flamand. C'est un mélange de déjections humaines et d'eaux ménagères que l'on additionne quelquefois de tourteaux pour le rendre plus riche, et que l'on délaye dans six parties d'eau. Mais ces déjections sont tirées des fosses

(1) Tschiffeli, *Mémoires de la Société économique de Berne*, 2e partie, p. 37.

(2) *Traité des Engrais*, 218.

d'aisances, où elles ont déjà subi une forte fermentation et une putréfaction qui continue dans les citernes. Aussi, l'engrais flamand répand-il une odeur infecte.

270. Les avantages que présentent les engrais liquides sont nombreux; ils offrent aux plantes des matières dissoutes dans l'eau qu'elles peuvent immédiatement mettre à profit. Arrosée de ces engrais, la végétation se ranime, son vert devient plus foncé, son accroissement plus rapide; tandis que l'engrais solide, dont une partie est insoluble, ne fermente que d'une manière intermittente et incomplète, en traversant des temps de sécheresse et d'humidité, de froidure et de chaleur. La récolte que produit l'engrais solide ne dépend jamais que d'une partie de ses principes. Le capital des engrais liquides, comme dit Schwerz, peut faire deux ou trois virements dans le même temps, alors que le capital engagé dans les engrais solides ne peut en faire qu'un seul.

271. La supériorité de cette forme était déjà appréciée par Mathieu de Dombasle, quand il attribuait une valeur de 3 fr. à une tonne de 16 à 18 hectolitres de purin étendu de neuf fois son poids d'eau, et celle de 5 fr. à 750 kilogrammes de fumier qui lui servaient de comparaison. L'indice de l'azote des 750 kilogrammes de fumier étant de 3 kilogrammes d'azote, et le purin employé ne contenant que 200 kilogrammes de matière sèche et dosant $2^k.80$ d'azote, l'engrais liquide aurait eu, à dose égale, un effet des $\frac{30}{28}$ de celui de l'engrais solide. L'estimation de Mathieu de Dombasle a été confirmée par l'expérience directe. M. Telfer ayant fumé deux parties de prairie, la pre-

mière avec de l'engrais solide, la seconde avec la même dose d'engrais réduit à l'état liquide, a recueilli de quatre à cinq fois plus de foin sous l'influence de ce dernier (1). M. Moll, professeur au Conservatoire des Arts et Métiers, nous rapporte que, dans le Waesland, on obtient en seigle et pommes de terre des produits égaux avec 44,000 à 66,000 kilogrammes de purin ordinaire et avec 60,000 kilogrammes de fumier. Ces engrais sont au moins, pour leur teneur, en azote comme 1 à 9. Lui-même a obtenu des succès égaux de l'emploi de 5,600 kilogrammes de fumier dosant $22^k.4$ d'azote et de 210 kilogrammes d'excréments humains étendus de dix fois leur poids d'eau, et dosant $0^k.94$ d'azote dans la culture de la betterave. La proportion ne serait ici que de 1 : 2.4 (2).

272. On peut appliquer les engrais liquides à toutes les époques de l'année, à tous les degrés de la vie des plantes, pourvu qu'alors la terre ne soit pas trop sèche, afin qu'elle n'absorbe pas l'engrais à son passage, et ne l'empêche pas de pénétrer jusqu'aux racines. Or, c'est là un avantage immense, car la végétation a ses périodes d'activité et de repos. Par exemple, la végétation du blé, qui commence avec la germination, a besoin alors de trouver un engrais abondant; puis elle s'arrête en hiver; ne recommence que lentement, quand la température moyenne monte à 6°; mais, dès qu'elle

---

(1) *General Board of Health Minutes of Information collected on the practical Application of Sewer-water and Town Manures*, 1852.

(2) *Correspondance.*

arrive à 12°, les facultés vitales de la plante se raniment, sa croissance est rapide, et plus on lui fournit de l'engrais soluble, plus son développement est considérable. A l'époque de la floraison, nouvelle crise; alors le développement se fait dans l'épi, où se forme le grain. Si, à ces différentes époques, nous pouvons fournir un engrais abondant et tout préparé, ses effets seront tout autres que si, pendant tout le cours de la végétation, nous donnions une dose uniforme et bornée de matières solubles. Dans le premier cas, nous suivons le développement de la plante dans son cours, nous l'aidons efficacement dans chacun de ses efforts; dans l'autre, nous semblons croire que la vie a une marche uniforme, et nous ne nous occupons pas de ses inégalités. Donnez habituellement la main à votre enfant pour l'aider à marcher, elle ne lui fera pas acquérir la force de franchir un obstacle, comme le ferait l'appui plus réel que vous lui prêteriez au moment de prendre son élan.

273. Les inconvénients des engrais liquides consistent dans les avances de capitaux nécessaires pour l'entretien des réservoirs et l'appropriation des étables, mais surtout dans la masse de ces engrais, huit ou neuf fois plus considérable que celle des engrais secs, et qui augmente le prix de transport dans une égale proportion. Ajoutez la difficulté de ces transports sur des champs en pleine végétation et dans un état humide, où le véhicule et les pieds des chevaux causent du dégât, ce qui force à renoncer à un des plus grands avantages de ces engrais, celui de pouvoir être apportés aux différentes phases de la vie des plantes. Quel que soit le degré de perfection

que les Allemands ont su mettre dans la construction des chars qui transportent et répandent l'engrais (1), ils n'obvient pas à ces inconvénients.

274. C'est à M. E. Chadwick que l'on doit la nouvelle méthode de transport des engrais liquides qui est mise en usage dans quelques-unes des fermes les plus perfectionnées de l'Angleterre, d'où, sans doute, elle se répandra partout où l'on en comprendra l'utilité (voyez *Appendice*, n° 5, p. 581). Son invention consiste à élever l'engrais liquide à un niveau supérieur à celui du champ le plus haut où on veut le faire parvenir; à le conduire, sous l'influence de la pression résultant de l'excès de son niveau, et par des tuyaux de fonte ou d'autres matières susceptibles d'y résister, dans des regards situés en tête de chaque champ; à y établir un robinet auquel vient s'adapter un tuyau flexible de gutta-percha, au moyen duquel des ouvriers dirigent sur la surface du terrain le jet continu d'engrais qui en sort. Au point de départ, on élève l'engrais puisé dans les fosses dans le réservoir supérieur (château d'eau), au moyen d'une pompe mue par la vapeur ou par des chevaux. Il y aura un grand avantage à placer les bâtiments d'exploitation des fermes dans une position qui domine les champs, pour éviter ce travail mécanique. Il faut seulement s'assurer que l'on y trouvera les 55 à 60 mètres cubes d'eau par hectare à fumer que nécessite la préparation de l'engrais (*Appendice*, n° 6, p. 386).

Les frais de transport, dans une ferme de 96 hec-

(1) Schwerz, *Engrais*, p. 200. Une description et une figure.

tares dont la distance moyenne à parcourir serait de 1,500 mètres, seraient à ceux des transports des engrais secs, environ comme 100 : 16, avec des tuyaux de conduite en fer ; mais cette différence de prix s'évanouit devant les avantages supérieurs que l'on retire des engrais liquides, si l'on considère qu'on les trouve encore avantageux transportés par des voitures, alors que les frais sont presque décuples de ceux des engrais secs.

275. En partant des principes que nous avons indiqués [§ 267], on fabriquera les engrais solides en mettant les matières à l'abri de l'air par la compression, par l'interposition des substances qui l'arrêtent ou l'entravent à son passage, ou qui absorbent son oxygène à son entrée et l'ammoniaque à sa sortie. Telle n'a pas été la méthode suivie jusqu'ici, et l'on ne peut calculer l'énorme quantité de gaz fertilisant qui a été et qui est encore perdue chaque année par les vices de la fabrication. En effet, on mêle les déjections des animaux avec une litière qui absorbe mal la partie liquide, et qui tient les parties solides soulevées et accessibles de toutes parts à l'air ; on enlève fréquemment les fumiers, en les éparpillant, et on les place sur un tas commun sans les presser ; dans cet état, on les laisse exposés à l'action du soleil et des vents, et le plus souvent on les abandonne dans une fosse qui reçoit les égouts de toutes les toitures de la ferme, et qui, étant remplie, laisse écouler au dehors l'extrait le plus précieux du fumier ; par des arrosages et des retournements fréquents, on l'entretient dans un état continuel de fermentation, et l'on cherche à réduire en terreau la paille de litière, sans penser

qu'avant d'avoir agi ainsi sur le ligneux, la fermentation a été achevée pour les déjections et les urines, et en a fait disparaître l'ammoniaque. Nous avons montré ailleurs (*Cours d'Agriculture*, t. I, p. 595) que par ce traitement le fumier perd la moitié de sa masse et les 0.65 de son azote, et M. Payen a constaté que l'urine peut perdre 0.70 de son azote en trente-quatre jours.

276. On a senti les vices de ce mode de fabrication, et l'on a cherché à l'améliorer, en abritant le tas de fumier contre le vent et contre le soleil par des murs et des toits; en empêchant les eaux pluviales des bâtiments environnants d'affluer dans la place à fumier; en substituant une plate-forme aux fosses où on enterrait le fumier, ce qui facilite d'ailleurs son chargement; en tassant fortement le tas à mesure qu'il s'élevait, en y faisant passer même les animaux pesants: en l'arrosant avec le purin qui s'en écoule et qu'on reçoit dans une fosse, pour maintenir son humidité et l'empêcher de s'échauffer et de fermenter trop vivement; en se gardant bien de le retourner avant de l'employer. Ce sont là de véritables progrès, mais qui ne satisfont pas encore complétement aux *desiderata* de la science.

277. Plus tard, on a cherché à arrêter les gaz ammoniacaux qui s'échappent des fumiers, en les arrosant avec de l'acide sulfurique allongé d'eau ou avec une solution de sulfate de fer, ou bien en les stratifiant avec du sulfate de chaux. Buran, Payen et Chevalier avaient d'abord appliqué ce procédé aux matières fécales, et Schattenmann en a proposé l'emploi pour les fumiers. Nous avons montré (*Cours d'Agriculture*, t. V, p. 555)

le peu d'économie du sulfate de fer et l'incomplète efficacité du sulfate de chaux. M. Salmon a proposé de stratifier le fumier avec une poudre charbonneuse provenant de la combustion de vases de rivière, de boues de ville, de terreau, etc. Cette méthode est bonne quand on peut se procurer facilement ces matières. Les dernières expériences de M. Payen (1) ont prouvé que le moyen le plus efficace était, pour arrêter l'ammoniaque, de stratifier le fumier, soit dans les étables, soit sur les tas extérieurs, avec la chaux hydratée, l'argile, l'argile brûlée, et que la craie, la marne, la paille, hâtaient au contraire leur décomposition.

278. Pour fabriquer les fumiers méthodiquement et avec économie, il faudra recevoir les déjections sur une couche de matière absorbante et conservatrice, par exemple, de l'argile brûlée, les en recouvrir encore par intervalles, et aussi souvent qu'il est nécessaire pour que le lit de l'animal soit sec et propre. Il faut éviter que la litière terreuse passe à l'état pâteux ; les animaux y enfoncent leurs pieds et les en retirent avec effort. On a cru remarquer à Mettray que cette incommodité avait causé des avortements dans la vacherie. Les couches de déjections et de matières terreuses étant ainsi ajoutées successivement, on conçoit que le lit de l'animal monte à mesure, et il faut hausser en même temps le râtelier et la mangeoire, qui sont rendus mobiles. Dans les étables dont le plancher est bas, la place des animaux peut être creusée au-dessous du niveau du sol.

---

(1) *Journal d'Agriculture pratique*, 3e série, t. VII, p. 135, 190, 377.

Le fumier ainsi traité peut rester plusieurs mois sous les animaux sans inconvénient pour eux, car il ne répand aucune odeur, et avec avantage pour sa qualité, car, constamment pressé et piétiné, et entouré de matières peu perméables, il ne s'y opère qu'une lente catalyse et point de fermentation. Cette méthode, qui commence à se répandre dans les pays avancés, et dont M. Decrombecque a eu l'initiative dans le Pas-de-Calais, fait disparaître les fumiers des cours des fermes, et maintient ces cours dans un état de propreté qui contraste avec leur fétidité actuelle.

279. Il est un autre moyen de préparer les fumiers en supprimant provisoirement leur fermentation. Il consiste à les dessécher à mesure de leur production. Ce moyen peut souvent être employé dans les contrées du Midi, il dispense de toute construction spéciale, mais il exige un balayage fréquent des écuries. On expose au soleil les déjections et les litières pailleuses et terreuses, et, dans l'été, une seule journée suffit pour les dessécher complétement ; alors on les entasse et on les garde en réserve jusqu'au moment de s'en servir. Si la dessiccation n'avait pas été assez complète, le tas de fumier s'échaufferait et fermenterait, il s'établirait une végétation fongeuse (le blanc de fumier), qui vivrait aux dépens de ses principes fertilisants et détruirait sa qualité. Il est donc bien important de surveiller le tas de fumier sec que l'on forme, et, si sa température s'élève au-dessus de la température ambiante, il faut l'ouvrir pour le sécher à fond. Quand le moment de se servir de cet engrais approche, on peut arroser les tas, il s'y

établit bientôt une fermentation que l'on arrête à temps en transportant le fumier sur le terrain à fumer.

280. D'habiles agriculteurs ont conseillé aussi de porter immédiatement aux champs le fumier de chaque jour. Cette pratique peut être bonne si l'on enterre le fumier immédiatement dans un sol de nature propre à retarder sa fermentation et à retenir les gaz qui s'en échappent. Il en serait autrement s'il s'agissait de terrains légers, facilement perméables à l'air, ou de terrains qui contiennent du carbonate de chaux en certaine quantité. On doit dire aussi que ces transports fréquents et ces labours continuels, qui ne peuvent pas occuper la journée entière d'un ouvrier dans les fermes de grandeur ordinaire, rompent la régularité des travaux, et mettent de l'inégalité entre les fumures des divers terrains qui ont reçu l'engrais depuis un temps plus ou moins long; aussi cette méthode a-t-elle été plus vantée que suivie.

281. L'engrais Jauffret, ainsi nommé du nom de celui qui l'a préconisé et qui a cru l'avoir inventé, est connu et usité de temps immémorial dans les parties de notre Midi où l'on peut se procurer abondamment des matières végétales : roseaux, plantes aquatiques, racines, etc. Ces matières contiennent beaucoup de ligneux; il est nécessaire de provoquer leur fermentation pour les désagréger. Auprès d'une fosse ou d'un puisard où l'on peut se procurer de l'eau, on établit le tas de ces végétaux, que l'on arrose à mesure qu'on le monte avec de l'eau pure, ou mieux avec de l'eau animalisée par l'addition de fumier de ferme que l'on y fait macérer,

et aussi par des lessives alcalines dans le genre de celle qui est proposée par Jauffret. Le tas s'échauffe, et l'on a soin de modérer l'élévation de sa température par des arrosages fréquents. Au bout d'un mois, plus ou moins, la masse contient assez de parties solubles pour pouvoir être employée avec avantage.

282. Nous ne finirons pas ce chapitre de la préparation des engrais, sans dire que les phosphates restants dans les os et les coprolithes sont insolubles dans l'eau pure; qu'ils sont solubles dans l'eau chargée d'acide carbonique, mais qu'il est difficile de se procurer une quantité suffisante de cet acide, et que d'ailleurs son action est lente. Aussi, pour donner à ces phosphates la solubilité nécessaire, les mêle-t-on, après les avoir pulvérisés, avec leur poids d'acide sulfurique.

CHAPITRE XII.

Des engrais relativement à la nature du sol.

283. Les propriétés physiques des terrains entraînent des conséquences agricoles qui seront l'objet de nos études quand nous traiterons de l'habitation des plantes. Ici, nous n'avons à nous occuper que de l'alimentation des végétaux cultivés, et c'est seulement sous le rapport de leur composition chimique que nous avons à considérer les terres arables.

284. On a souvent cherché à faire une classification des plantes d'après les éléments minéralogiques du sol sur lequel elles paraissent le mieux prospérer. On a distingué les plantes en siliceuses, calcarophiles, etc., mais il a été impossible jusqu'ici de citer une seule espèce végétale croissant sur le calcaire, par exemple, et que l'on n'ait pas rencontrée aussi sur des sols qui passaient pour manquer de chaux, parce que peut-être on n'y avait pas cherché cette base. Ainsi Hrachiaver (1) trouvait l'*erica herbacea* sur le basalte, sur le gneiss

(1) *Annales de Liebig*, 59.

micacé, quoique cette plante passât pour ne croître que sur des terrains calcaires; mais en même temps une analyse soignée lui faisait reconnaître la chaux dans ces roches. On n'a pu encore citer aucune plante qui fût exclusivement propre à certains terrains; un examen approfondi a fait voir que leur station se rapportait principalement à l'état de pulvérisation, d'hydroscopicité, des sols que les plantes habitent, et qu'on les rencontre dans deux sols de compositions tout à fait différentes, quand ces sols se trouvent tous deux dans le même état physique.

285. Mais autre chose est l'existence individuelle, accidentelle, maladive des plantes qui ne trouvent dans le sol qu'une faible dose des principes qu'elles doivent absorber; autre chose, la multiplication abondante, le développement complet, la santé brillante dont jouissent les plantes qui y trouvent largement les principes alimentaires qui leur conviennent. Ainsi, quoique, dans le sens absolu, il ne soit pas exact de dire qu'il y a des sols exclusifs de certaines plantes, on peut affirmer qu'il y en a qui sont favorables à une végétation spéciale. C'est ce que les botanistes reconnaissent au premier coup d'œil, en examinant, non plus les individus isolés, mais les associations et la masse des plantes naturelles à certaines localités. Et en agriculture, nous pouvons signaler des végétaux réellement calcarophiles, d'autres siliceophiles ou psammophiles. Il suffit pour s'en convaincre de se rappeler les effets de la marne et de la chaux sur les froments et les légumineuses des terrains argilo-siliceux; de même que l'on peut citer le lupin,

qui refuse de fructifier sur les terrains calcaires, et qui prospère dans les terrains siliceux et ocreux. Nous admettons donc que si la vie de la plante ne dépend pas absolument d'une dose déterminée de tels ou tels principes de sol, sa prospérité ou son état de langueur dépend de l'abondance ou de l'absence de ces principes. Or, ce n'est pas un herbier que nous prétendons composer, mais des produits que nous voulons obtenir; nous devons donc tenir grand compte de la composition chimique des sols dans le choix que nous en faisons pour les cultures diverses, et leur étude nous conduit aussi à rechercher les engrais qui peuvent servir de complément à leur composition incomplète (*Cours d'Agriculture*, t. I, p. 238).

286. Dans cet ordre de considérations, nous pourrions instituer autant de classes de terrains que l'on a reconnu d'éléments nutritifs de végétaux, et nous les caractériserions par la présence ou l'absence de quelques-uns de ces éléments; mais la pratique n'exige pas une si minutieuse division, et nous devons nous borner à signaler les principales classes qu'elle nous a fait connaître, et qui sont les suivantes :

A. Terres manquant d'humidité.
B. — de terreau.
C. — de substances albuminoïdes.
D. — de calcaire.
E. — d'alcalis solubles.
F. — de phosphates.
G. — de sulfates.

287. A. *Terres manquant d'humidité*. L'humidité peut

manquer habituellement toute l'année ou pendant certaines saisons. Les terres sont dans cet état quand, dans la période de temps pendant laquelle elles pourraient porter une récolte, elles ne conservent pas habituellement 0.15 de leur poids d'eau, à $0^{m}.33$ de profondeur. C'est par l'irrigation que l'on remédie à ce défaut [§ 112].

287. B. *Terres manquant de terreau.* Il y a deux manières de constater ce déficit : ou par la combustion, ou par le dosage de l'acide carbonique confiné dans le sol. Dans la méthode de la combustion, il faut que la dessiccation qui la précède soit complète, pour ne pas s'exposer à compter comme du terreau l'eau que l'on n'aurait pas expulsée. On doit donc prolonger la dessiccation au bain d'huile aussi longtemps que la terre perd de son poids. Quand on opère bien, on reconnaît que, pour être suffisamment fertile, la terre doit contenir au moins $\frac{1}{100}$ de son poids de matières organiques. Le dosage de l'acide carbonique, tel que M. Boussingault l'a enseigné, est plus difficile, mais beaucoup plus sûr, et il paraît que le sol, tel que nous venons de l'indiquer, doit contenir au moins 4,000 litres d'acide carbonique par hectare. D'après les expériences de mon savant confrère, le sous-sol siliceux n'en renferme que 741 litres, une terre récemment fumée, 80,545 litres [§ 130].

288. On fournit du terreau au sol qui en manque en employant du fumier à litière végétale, de l'engrais Jauffret [§ 281], et surtout en enfouissant des engrais verts [§ 238].

289. C. *Terres manquant de substances albuminoïdes.* La pauvreté des récoltes, même sur des terres suffi-

samment pourvues de terreau, annonce assez le manque d'engrais azotés. On sait bien qu'il y a un maximum dans la quantité de ces matières qu'il y aurait de l'inconvénient à dépasser, mais on est si loin d'y atteindre, et il est si facile et si profitable de tirer parti de cet excédant, que l'on peut regarder comme général l'état des terres où il convient d'appliquer des substances albuminoïdes libres, car on sait aussi que dans certaines combinaisons, l'ammoniaque du sol n'est que partiellement à la disposition des plantes [§ 134]. On reconnaît la quantité d'ammoniaque libre que contient le sol en le lessivant et en dosant l'eau de filtration (1). Mais on en juge aussi dans la pratique par le résultat des récoltes, en divisant l'indice de l'azote des récoltes par l'épuisement moyen qu'elles causent au sol. Le quotient donne l'indice de l'azote qui fait partie de l'ammoniaque libre du champ, pendant la végétation des récoltes. Ces recherches ne peuvent donner un résultat approché de la vérité que quand elles ont été faites sur des récoltes qui n'ont pas été notoirement contrariées par les intempéries. Ainsi, soient les récoltes suivantes faites sur un hectare :

	Azote de la récolte.	Épuisement causé par la récolte.	Azote de l'ammoniaque du terrain.
	k.		k.
17,000 kil. de pommes de terre.	83.3	0.46	181
30 hect. de froment.	61.5	0.29	208
50 hect. d'avoine.	60.0	0.40	150
30 hect. de colza.	81.6	0.36	227

(1) *Comptes rendus*, t. XXXVII, p. 207.

Il reste donc probablement après la récolte, savoir :

Sur le champ de pommes de terre..	181ᵏ	— 85.3 =	97.7
— de froment..	208ᵏ	— 61.5 =	146.6
— d'avoine..	150ᵏ	— 60.0 =	90.0
— de colza.	227ᵏ	— 81.6 =	144.5

Sachant ensuite la quantité d'engrais azoté qu'exige la récolte qui va suivre, on connaîtra l'indice de l'engrais complémentaire que l'on doit appliquer (1).

290. D. *Terrains manquant de calcaire.* Le précipité opéré par l'oxalate d'ammoniaque dans une dissolution acide de la terre indique la présence du calcaire, comme l'absence de ce précipité est le signe qu'elle manque de cet élément. Les sols qui n'ont pas de calcaire ont une végétation caractérisée par plusieurs plantes, parmi lesquelles la *petite oseille* et les *oxalis* se font remarquer ; dans ceux qui possèdent de la chaux, on trouve le *trifolium fragiferum*, les *mélilots*, les *ononis*, la *centaurea calcitrapa*, et des plantes labiées.

291. On supplée au calcaire qui manque au sol, en lui appliquant une dose de chaux hydratée ou de marne équivalente, au moins, à la consommation que peuvent en faire les cultures, et en supposant qu'une grande partie de cette quantité ne pourra être atteinte par les racines des plantes. Les récoltes les plus exigeantes en chaux sont celles qui produisent 1,000 kilogrammes de filasse de chanvre, emportant 682 kilogrammes de chaux ; la récolte de 8,000 kilogrammes de trèfle, qui

---

(1) Pour l'indice de dosage des plantes et le facteur de l'épuisement, *voyez Cours d'agriculture*, t. III et IV.

en exige 152 kilogrammes : celle de 5,000 kilogrammes de froment n'enlève au champ que 34 kilogrammes de calcaire, et celle de 29,000 kilogrammes de pommes de terre que 36 kilogrammes. Ainsi, dans cet assolement, 1, pomme de terre, 2, blé, 3, trèfle, 4 blé; nous devrions fournir à la consommation $36 + 34 + 152 + 34 = 256$ kilogrammes de calcaire ou 64 kilogrammes par hectare et par année moyenne. Or, voici ce qui se passe dans la pratique : on administre sous forme de chaux hydratée 350 kilogrammes de chaux pure par année moyenne, et 1,000 kilogrammes de chaux pure sous forme de marne pulvérulente; c'est-à-dire, dans le premier cas, six fois la quantité qui serait absorbée par les plantes, et dans le second, seize fois cette quantité; mais la chaux n'est distribuée que de trois à dix ans et la marne que de huit à trente ans d'intervalle, en proportionnant la dose à l'intervalle qui sépare ces répandages.

292. E. *Terres manquant d'alcalis solubles.* Il y a des terrains, surtout ceux qui résultent de la décomposition et du lavage des roches quartzeuses et des schistes micacés, qui manquent d'alcalis; mais ils manquent aussi de chaux et de terreau. C'est par le moyen de fumiers abondants que l'on remédie le mieux à ce défaut. Les pierres à chaux, qui renferment presque toutes des sels de soude et de potasse (1), ainsi que les cendres non lessivées, sont aussi très-propres à la fertilisation de ces terrains.

---

(1) Kuhlmann, *Expériences*, p. 34 et suiv.

293. Il y a des terrains plus nombreux où une analyse complète fait reconnaître la présence des alcalis, mais à l'état insoluble. Ce sont, en général, des terres argileuses, et l'on remarque que les graminées peuvent y avoir un grand succès avec des engrais purement azotés (les tourteaux et les sels ammoniacaux, par exemple), tandis que l'on n'y obtient que difficilement des récoltes notables de pommes de terre, de trèfle, de colza, de tabac, etc., et des autres plantes qui exigent une grande abondance d'alcalis.

294. Quand ces terrains ne renferment pas de chaux, c'est principalement par l'application de la marne et de la chaux qu'on leur fournit de l'alcali soluble [§ 294]; mais on rend soluble celui des terres marneuses par les labours fréquents, qui présentent successivement à l'action de l'air et de l'acide carbonique les particules désagrégées de la terre. C'est dans de semblables terrains que la jachère complète a un effet que l'on pourrait difficilement attendre des engrais.

295. Mais l'opération la plus énergique et la plus utile dans ce cas consiste dans le brûlement des argiles, qui dispose les silicates à une plus grande solubilité, et l'argile elle-même à absorber plus facilement les gaz ammoniacaux. Quand cette opération est faite par la combustion des gazons, que l'on découpe par tranches et dont on fait des fourneaux, elle prend le nom d'*écobuage*. (*Cours d'Agriculture*, t. III, p. 348.) On brûle aussi des argiles qui ne portent pas de gazons, mais alors il faut être très-circonspect sur la température à laquelle on les soumet. Une température médiocre rend les sili-

cates plus solubles, mais une haute température détermine une vitrification qui diminue leur solubilité. Dans les expériences faites à ce sujet, on a trouvé que l'argile, qui, dans son état naturel, donnait 0.489 d'alcalis solubles pour 100, en donnait 1.277 quand elle avait été exposée pendant une demi-heure à une chaleur rouge, en vase clos; 0.826 quand elle avait été calcinée à l'air libre; et 0.548 quand elle avait subi pendant trois heures, à l'air libre, une chaleur rouge intense (1).

296. F. *Terrains manquant de phosphates.* C'est en étudiant les effets du noir de raffinerie comparés à ceux des autres engrais que l'on a pu signaler les terrains qui manquent de phosphates, et l'influence considérable que la présence ou l'absence de ces sels ont sur la production agricole. A peine ces faits ont-ils été connus, qu'on a cru voir partout le besoin de phosphates; c'est ce qui arrive à toute nouvelle observation, que l'on cherche toujours à convertir en théorie générale. Les terrains privés de phosphates sont cependant assez nombreux, et comme nous ne possédons pas un réactif sûr et commode, la nécessité d'opérations compliquées pour les reconnaître a été cause que l'on a préféré le plus souvent admettre, sans preuve, l'absence des phosphates, qui cependant existent dans beaucoup de terres, et en particulier dans presque toutes celles qui contiennent l'élément calcaire. Le phosphate y est rendu soluble par l'acide carbonique dont se chargent les eaux de pluie, en traversant les sols riches en terreau.

---

(1) *Quarterly Journ. of Agric.*, 1851, p. 101 et 109.

297. Il semble que l'ajonc (*ulex Europæus*) et les bruyères soient une indication presque certaine des terrains qui manquent de phosphates. Ces plantes y déposent, d'ailleurs, un terreau très-chargé de tannin, très-nuisible à la végétation de la plupart des récoltes. Aussi l'écobuage qui détruit le tannin, et l'application de la chaux qui le neutralise, sont-ils très-favorables à ces terrains; mais même alors toute leur fertilité ne se manifeste pas comme après qu'ils ont reçu du noir de raffinerie, dont les effets semblent tenir du miracle. Une très-petite dose de cette substance (4 hectolitres et demi par hectare) mouillée, brassée avec les graines pour les enduire de cette poudre (opération qui prend le nom de *pralinage*), fait produire de belles récoltes, là où le blé aurait eu peine à grainer, et où la chaux n'aurait donné que des récoltes beaucoup moindres. Le noir neuf, n'ayant pas servi à la raffinerie, produit des effets beaucoup moindres. Maintenant que s'est-il passé dans l'opération du raffinage du sucre? Le noir qui en résulte a été associé à des matières albuminoïdes; il est resté du sucre attaché au noir, et ce sucre en fermentation a produit de l'acide carbonique et de l'acide acétique; ces acides attaquent le phosphate des os et le rendent soluble, sans qu'il soit besoin de supposer l'existence d'un acide organique dans le sein de la terre; et comme la substance azotée ne serait pas suffisante pour produire l'effet observé, il faut bien l'attribuer en grande partie aux phosphates. Maintenant, que se passe-t-il quand on associe le noir à un marnage et à un chaulage qui paraissent en détruire les effets? Le phosphate de chaux

repasse-t-il alors à l'état insoluble en se saturant de chaux?

298. On emploie aussi, mais avec un succès moins saillant, sur les terres de bruyère les cendres lessivées à raison de 20 hectolitres par hectare; la poudre d'os à la dose de 15 à 20 hectolitres; les coprolithes à raison de 15 hectolitres. La réussite de ces substances, qui toutes contiennent du phosphate de chaux est plus assurée si on les a traitées d'avance par l'acide sulfurique [§ 282], mais il est bien entendu que les phosphates seuls, même associés à un peu de substance azotée, ne produisent tant d'effet que sur les terrains bien pourvus de terreau, et que dans ceux qui en sont dépourvus, ils n'en produisent aucun.

299. G. *Terrains qui manquent de sulfates.* Nous avons vu [§ 48] sur quelles plantes et dans quelles circonstances les sulfates paraissent agir énergiquement sur la végétation. Si, aux terrains qui en manquent, on applique une certaine dose de plâtre (correspondant à 300 kilogrammes de sulfate de chaux pur par hectare) pulvérisé, cru ou cuit, enterré dans le sol ou répandu sur les plantes en végétation, les produits de ces plantes en sont notablement accrus. Les cendres pyriteuses à la dose de 4 à 6 hectolitres sont souvent substituées au sulfate de chaux, dans les cas dont nous avons parlé.

300. On pourrait étendre bien plus encore le cadre des terres signalées par l'absence de tel ou tel élément. Certains terrains blancs paraissent manquer de fer, et, quoique l'analyse en fasse trouver quelquefois, l'application des terres ocreuses leur sera très-avantageuse, si ce

n'est pour leur fournir cet élément, au moins pour modifier leur couleur et les rendre plus susceptibles d'absorber la chaleur lumineuse; mais alors l'ocre n'est pas considérée comme servant à l'alimentation de la plante, mais comme amendement du sol, objet réservé pour la deuxième partie de cet ouvrage.

CHAPITRE XIII.

Engrais spéciaux des plantes.

301. En voyant les analyses des plantes aboutir toutes à montrer dans les végétaux les plus divers des principes identiques et ne différant que dans leurs proportions, on s'est demandé si la même alimentation ne convient pas à tous les végétaux, et cette opinion a passé, pendant quelque temps, pour un axiome en agronomie (1).

302. T. de Saussure a fait faire un pas de plus à la théorie, en montrant que le végétal n'assimile pas les substances solubles du sol en raison de leur abondance; que dans une solution composée de plusieurs substances il absorbe en plus grande partie tel ou tel principe (2); M. Chevreul nous a fait pénétrer plus avant encore dans la question, en faisant voir que certains

---

(1) Duhamel, *Physique des arbres*, t. II, p. 209.

(2) *Recherches sur la végétation*, 247; Trinchinetti, *du Pouvoir absorbant des plantes*, et *Cours d'Agriculture*, t. I, p. 487.

tissus ont la propriété de dédoubler les solutions, de s'approprier une plus grande proportion de l'eau et des sels qu'elles contiennent (1); enfin l'on a cru que les plantes excrétaient, soit par les racines, soit à la surface de leurs feuilles, une partie des sels qu'elles ont absorbés (2).

303. Il fallait conclure de tous ces faits que, quoique formées des mêmes éléments, il ne suffisait pas seulement que les plantes les trouvassent dans le sol pour qu'elles pussent s'en nourrir, qu'il fallait encore que leur état, leur association, leur abondance relative, leur permissent de s'emparer de ceux qui leur étaient convenables, sans que d'autres principes vinssent en détruire l'effet, en empêchant ou contrariant les nouvelles combinaisons qui se passent dans l'intérieur des végétaux, et qui deviennent des poisons pour certaines espèces, tout en étant salutaires ou indifférentes pour d'autres.

304. Il faudrait donc être parvenu à connaître le genre d'alimentation qui convient à chaque espèce de plante, pour se flatter de porter l'agriculture à sa plus haute perfection; nous sommes encore bien éloignés de ce point. Ici la chimie ne nous offre plus son secours; car l'expérience agricole seule peut nous instruire, et pour une science qui avait la prétention de se créer par elle-même et sans appui étranger, elle a assez peu travaillé pour résoudre ces problèmes. Certaines plantes

---

(1) *Comptes rendus*, 6 juillet 1853, p. 581 et suiv.
(2) *Cours d'Agriculture*, t. v, p. 49.

ont des besoins si impérieux, que l'on n'a pu les méconnaître. Elles ont indiqué le régime qui leur convient par des succès et des revers si tranchants, que l'on a appris à leur fournir les substances qui leur sont nécessaires. Mais quant à toutes les autres, qui ont aussi leurs prédilections et leurs conditions d'alimentation moins apparentes, nous en sommes souvent à ne pas savoir expliquer les bizarreries que présentent leurs récoltes, et dont l'abondance ou la faiblesse misérable ne semblent pas s'accorder avec les saisons qu'elles ont traversées et le traitement cultural qu'elles ont reçu. Aucune expérience n'a été faite pour nous mettre sur la voie de ces explications, et il est bien temps cependant d'entreprendre cette œuvre capitale.

305. Parmi les plantes qui manifestent un besoin spécial de certaines substances dans leur alimentation, nous devons placer au premier rang les fourrages légumineux, la luzerne, le sainfoin, le trèfle (§§ 48-50). Nous avons dit que 200 à 300 kilogrammes de sulfate de chaux pur doublaient ou triplaient leur produit sur les terrains qui manquent de ce sel. Or voyons ce qui se passe à leur égard.

306. Nous avons une analyse de luzerne récoltée à Orange, faite par M. Berthier, et une analyse de trèfle d'Alsace faite par M. Boussingault (1). Les terrains d'Orange contiennent du plâtre, le trèfle d'Alsace avait été plâtré.

---

(1) *Économie rurale*, t. II, p. 49.

	LUZERNE.	TRÈFLE.	1 hect. de luzerne produit 80,000 k. de fourrage.	1 hect. de trèfle produit 9,000 k. de fourrage.
			k.	k.
Chlore.	0.272	0.216	217.6	19.14
Acide sulfurique. .	0.419	0.193	335.2	17.37
Acide phosphorique.	0.314	0.513	251.2	46.17
Potasse.	1.056	2.077	846.8	181.53
Soude..	0.183	0.057	146.4	5.13
Chaux..	3.515	1.676	2,812.0	150.84
Magnésie.	0.034	0.382	27.2	34.38
Silice..	0.140	1.151	112.0	103.59
Matières organiques.	94.067	93 795	75,253.6	8,441.55
	100.000	100.060	80,000.0	9,000.00

Dans ces deux analyses, la potasse et la chaux tiennent le premier rang. La grande quantité de la première, ainsi que celle de la silice dans le trèfle de M. Boussingault, pourraient provenir des cendres de tourbe que l'on répandait sur les trèfles à l'époque de ces analyses (1).

307. La grande quantité de chaux trouvée dans ces légumineuses explique bien la convenance de les placer sur un sol calcaire, chaulé ou marné. Il est évident, d'ailleurs, que le gypse répandu à la dose de 300 kilogrammes ne pourrait fournir les 2,812 kilogrammes de chaux qu'a absorbés la luzerne. Ainsi, c'est bien son soufre qui a agi sur l'abondance de cette récolte.

308. Voilà donc une substance qui ne se trouve qu'en petite proportion dans une plante, comparativement à ses autres composants, et qui lui est d'une nécessité presque absolue, sans laquelle on n'a que de chétives récoltes. L'expérience seule pouvait amener à cette con-

(1) *Économie rurale*, 1re édition, t. II, p. 219.

clusion. Mais cet exemple est un avertissement pour ne pas conclure de l'abondance d'un principe dans une analyse que c'est l'engrais spécial de la plante, et qu'un autre principe qui occupe une place beaucoup plus modeste ne lui est pas beaucoup plus nécessaire.

309. Cependant on peut remarquer que toutes les plantes sur lesquelles le plâtre produit un effet marqué contiennent une dose d'acide sulfurique qui surpasse celle que puisent les plantes qui n'en éprouvent aucun. Ces plantes sont les suivantes, que nous plaçons ici avec l'indication de la proportion d'acide sulfurique qu'elles contiennent :

Navette.. .	0.00194	Hérapath.
Chou. . . .	0.00348	*Ibid.*
Colza. . . .	0.00271	Magnus, *Annuaire Millon*, 1850, p. 538.
Chanvre. . .	0.00126	Reich, *Ibid.*, 1841, p. 484.
Lin.	0.00185	*Ibid.*, p. 483.
Sarrasin.. .	0.00183	Sprengel.
Maïs. . . .	0.00110	Berthier.
Millet à épi.	0.00310	*Ibid.*
Luzerne.. .	0.00419	*Ibid.*
Trèfle.. . .	0.00193	Boussingault.

L'acide sulfurique de la plupart des plantes cultivées ne va qu'à la quatrième décimale. Quelques crucifères et les alliacées renferment des huiles essentielles abondantes en soufre. L'oignon, par exemple, contient 0,00570 d'acide sulfurique, d'après l'analyse de M. Berthier; nous ne savons pas qu'on ait essayé sur cette plante les effets du gypse, dans les terrains qui n'en contiennent pas.

310. Et cependant nous pouvons voir combien cette

induction tirée de la dose de l'acide sulfurique dans les plantes pourrait être fautive, si on la regardait comme indiquant la nécessité de leur fournir des sulfates. D'autres légumineuses profitent de l'application du plâtre, nous citerons entre autres le pois chiche (*cicer arietinum*); mais ici il se produit un fait très-remarquable. Les poils de cette plante sécrètent de l'acide oxalique, la surface de son périsperme en sécrète aussi; or, quand elle est placée sur un terrain calcaire, ou qu'elle est gypsée, ses semences ne cuisent plus que difficilement. L'enduit insoluble d'oxalate de chaux qui se forme s'oppose à ce que les pois s'amollissent; on ne parvient alors à les rendre mangeables qu'en les faisant cuire avec un nouet de cendres, dont l'alcali forme un sel soluble avec l'acide oxalique qu'il sépare de la chaux; ou bien avec de l'oseille, dont le bi-oxalate de potasse décompose l'oxalate de chaux. Les pois manifestent aussi les mêmes inconvénients.

311. Mais cet effet est encore plus marqué dans le lupin blanc (*lupinus albus*). La plante pousse dans les terrains calcaires jusqu'au moment où elle arrive à la floraison, alors le pédoncule sécrète de l'acide oxalique, qui, venant à s'unir avec la chaux, forme un sel qui obstrue les canaux séveux de la plante; l'épi, ne recevant plus de sucs, se dessèche et meurt. Les oseilles, les oxalis, plantes bien connues pour contenir beaucoup d'acide oxalique, disparaissent aussi sous l'influence de la marne et de la chaux. Comme le lupin donne de l'acide sulfurique à l'analyse, il serait intéressant d'examiner si l'application du sulfate de potasse au lieu de

sulfate de chaux ne serait pas d'un excellent effet sur sa végétation.

312. Le froment nous fournira aussi un exemple de la spécialité des engrais, sans égard aux indications que fournirait la masse des différentes substances qui entrent dans sa composition; M. Boussingault a trouvé par son analyse les chiffres suivants:

	Grain, 100 k.	Paille, 200.78	Plante entière, 300.78	Plante entière pour 2,200 k. de grain ou 6,617.16.
	k.	k.	k.	k.
Acide sulfurique. .	0.02	0.08	0.10	2.20
Acide phosphorique.	1.14	0.44	1.58	34.76
Potasse.	0.72	1.20	2.00	44.00
Soude.	traces.	0.04	0.04	0.88
Chlore.	traces.	traces.	traces.	traces.
Chaux..	0.07	1.18	1.25	27.50
Magnésie.	0.39	0.68	1.07	23.54
Silice..	0.03	9.42	9.45	207.90
Fer et alumine. . .	0.00	0.14	0.14	3.08
Matières organiques.	97.63	187.52	285.15	6,273.30
	100.00	200.78	300.78	6,617.16

313. Cette analyse indique évidemment la nécessité de la silice soluble, de la potasse, de la chaux, des phosphates, de la magnésie, etc., comme engrais spéciaux du froment. La plupart des terrains qui lui sont destinés étant plus ou moins argileux, la silice et la potasse lui manquent rarement; mais, dès que la chaux n'existe pas dans le terrain, les récoltes y deviennent pauvres et le chaulage et le marnage y doublent et triplent les produits. Rien ici qui ne s'explique très-bien par les résultats de l'analyse.

314. Mais l'analyse n'explique pas les effets énergiques

des phosphates et de la magnésie. C'est que ce n'était pas seulement l'ensemble de la composition de la plante qu'il fallait consulter, mais surtout celle de la graine, et il en est ainsi de toutes les cultures, car la graine est le résumé de ce qui se passe dans les cellules vivantes et croissantes. Les autres parties de la plante ont accumulé des substances qui ne sont plus celles de la vie active, mais plutôt ce que l'on pourrait appeler des ossifications. Or, dans l'analyse de la graine du froment, on voit prédominer trois substances :

Ammoniaque (1). 2.40 Acide phosphorique. 1.14 Magnésie. 0.39

Ainsi, fournir à la plante de l'ammoniaque, de la magnésie, de l'acide phosphorique, c'est solliciter ses forces les plus vitales.

315. Si l'acide phosphorique est entièrement uni à la magnésie et à l'ammoniaque, et forme du phosphate ammoniaco-magnésien, nous avons 2.74 de ce sel, empruntant seulement 0.52 d'ammoniaque; les 1.88 restants de cette substance entrent sans doute comme partie intégrante des tissus organiques. Ce point de vue montre à quel point il serait utile de fournir à la plante le phosphate ammoniaco-magnésien tout formé. M. Boussingault ayant tenté cette expérience en petit, trouva que les graines produites par la plante de maïs, traitée par ce sel, étaient en nombre plus que double de celles produites par les plantes qui n'avaient pas reçu cet engrais (2). M. Isidore Pierre ayant répété l'expérience

---

(1) Contenant 2.29 d'azote.

(2) *Comptes rendus*, 29 septembre 1846.

plus en grand, en 1851, trouva que le phosphate ammoniaco-magnésien employé en doses de 150 à 500 kilogrammes par hectare donnait plus de poids au grain de blé récolté dans le rapport de 3 à 5 pour 100, et que la quantité de grains était plus grande relativement à la paille, sans cependant que la récolte fût augmentée d'une manière sensible. Mais sur le sarrasin, cet engrais produisit une récolte de graines sextuple et une récolte de paille plus que triple, quoique sur une terre de médiocre qualité. Il serait à désirer que l'analyse de ce grain vînt expliquer un résultat aussi extraordinaire.

316. Et ce n'est pas seulement quand elles sont administrées sous forme de sel double que ces trois substances produisent ces remarquables effets; leur réunion dans le noir de raffinerie sert à expliquer ceux que l'on a signalés. Pour obtenir 2,201 kilogrammes de blé, on applique au grain semé dans un hectare, que l'on praline, la quantité de 3 hectolitres de noir, pesant 95 kilogrammes l'hectolitre, ou 285 kilogrammes de noir, contenant :

80k.00 d'acide phosphorique..
106k.30 d'ammoniaque.
14k.25 de magnésie.

On fournit donc surabondamment à la plante les doses de ces substances qui entrent dans sa composition. Par le pralinage, on a seulement rapproché des racines, au moment de leur sortie du germe, l'aliment qui leur est le plus nécessaire. Et remarquons que ce n'est pas une

de ces substances isolées qui produit ces effets; le noir qui n'a pas servi à la raffinerie, qui contient très-peu d'ammoniaque, mais presque deux fois autant de phosphate et vingt-cinq fois plus de magnésie, est presque sans efficacité (1). Il en a beaucoup plus quand il a servi une fois, et que, mêlé au sang, il a acquis plus d'ammoniaque, et enfin ses effets sont au maximum quand il a doublé son ammoniaque, quoique ne contenant plus que la moitié de son phosphate et la vingt-sixième partie de sa magnésie.

317. Les navets sont encore une preuve plus forte de la nécessité de certaines substances spéciales. Leur composition est la suivante, d'après les analyses d'Hérapath (2).

Quantité de cendres	à l'état sec. . . .	7.413 pour 100.
	à l'état frais.. . .	0.648 pour 100.

	ÉTAT SEC.	ÉTAT FRAIS.	Par hectare produit 50,000 k. de racines, 75,000 k. de plante entière.
			k.
Acide sulfurique. . .	0.194	0.017	12.75
Acide phosphorique.. .	1.232	0.108	81.00
Potasse.	3.550	0.310	232.50
Soude.	traces.		
Chlorure de sodium. .	1.082	0.070	52.50
Chaux.	1.058	0.068	51.00
Magnésie.. . . .	0.175	0.011	8.25
Silice.	0.091	0.006	4.50
Matières organiques.. .	92.618	99.410	74,557.50
	100.000	100.000	75,000.00
Ammoniaque. .	3.420	Azote.. . .	217.00

(1) Bobierre, *Engrais*, p. 31.
(2) *Annuaire de Chimie*, 1851, p. 482.

Comparons cette récolte à celle du froment, et nous verrons qu'elle exige trois fois plus de matières azotées, plus du double de l'acide phosphorique, sept fois autant de potasse.

318. Cependant voici ce qui se passe. M. Lawes a semé trois terrains égaux, d'une acre chacun, en navets; le premier sans engrais, et au bout de trois ans il a été épuisé et n'a pu continuer à produire. On a appliqué au deuxième du phosphate de chaux soluble (poudre d'os acidifiée), il s'est maintenu pendant huit ans sans diminution sensible de la récolte. Le troisième a reçu la même dose de phosphate, et, en outre, une forte quantité de potasse avec de la soude et de la magnésie, et ce lot a manifesté quelque infériorité sur les précédents. Les variations annuelles ne peuvent être attribuées qu'aux saisons. Voici le détail de ces récoltes (1):

ANNÉES.	Sans engrais.	Phosphate.	Phosphate, alcalis et magnésie.
	k.	k.	k.
1843.	10,538	30,641	29,877
1844.	5,566	19,467	14,278
1845.	1,725	31,935	31,775
1846.		4,780	8,860
1847.		13,965	14,593
1848.		26,552	24,468
1849.		9,435	9,256
1850.		28,880	23,569
	17,829	165,655	156,674
Moyenne..	5,943	20,707	19,584

(1) On agricultural chemistry in relation to the mineral theory of baron Liebig, by Lawes and Gilbert, *Journal of the agricultural Society of England*, t. XII, part. I.

N'est-il donc pas évident que les phosphates sont un engrais spécial pour les navets, et probablement pour d'autres crucifères, et que leur application aurait du succès, même sur des terres qui en seraient médiocrement pourvues?

519. Si l'on étudiait ainsi les différentes espèces de plantes soumises à la culture, on ne manquerait pas de signaler de nouveaux faits dignes d'intérêt, et qui feraient avancer à la fois la théorie et la pratique de la nutrition végétale.

CHAPITRE XIV.

Durée d'action des engrais.

320. La question de la durée d'action des engrais n'est pas susceptible d'une solution générale. Un engrais s'épuise d'autant plus vite que sa fermentation est plus rapide ; mais cette rapidité de fermentation ou de décomposition dépend non-seulement de sa constitution propre et de la quantité de ferment qu'il renferme, mais encore de l'état libre ou combiné de ce ferment ; puis de la facilité avec laquelle il est atteint par l'oxygène humide ; enfin de la température à laquelle il est soumis.

321. La grande proportion du ferment, relativement à la masse de l'engrais, n'est pas un signe certain de la rapidité de sa fermentation. L'extrait d'urine fermente rapidement avec un chiffre de 0.17 d'azote ; la laine fermente beaucoup plus lentement avec un indice de 0.20 d'azote. C'est que la laine est composée de matières organiques d'un tissu serré, insolubles dans l'eau et même dans une faible solution de potasse, tandis que l'extrait d'urine est pulvérulent et formé de sels

d'ammoniaque et d'urée peu stables et très-solubles dans l'eau.

322. La fermentation suivant les progrès de l'accroissement de la température, les engrais seront d'autant plus durables qu'on les emploiera dans un climat moins chaud et dans une saison plus froide.

323. La fermentation exigeant le contact de l'oxygène humide, si l'engrais est fortement tassé, ou enfoui dans un sol peu perméable à l'air, ou entouré du gaz acide carbonique, il se conserve longtemps, comme on le voit en comparant ses effets prolongés dans les terrains argileux à ce qui se passe dans les terrains sablonneux et calcaires. On sait aussi avec quelle rapidité se consomme le terreau superficiel qui provient de la chute des feuilles dans les bois, lorsqu'on vient à les défricher. Quand les forêts de la Virginie furent abattues, on trouva le sol couvert d'un terreau riche, sur lequel on obtenait des produits considérables ; on se livra à la culture du tabac, qui est épuisante, et après un assez petit nombre d'années le terrain qui est sablonneux, et qui ne possédait pas dans son intérieur de dépôt ancien de terreau, s'est trouvé épuisé, et les cultures y sont bien déchues de leur ancienne splendeur.

324. La manière de cultiver le sol contribue aussi à l'épuisement plus ou moins prompt des engrais. Quand on creuse et que l'on ameublit fréquemment le terrain, l'engrais disparaît bien plus vite que quand le sol reste pendant longtemps tassé et inattaqué par les instruments. C'est ainsi que la culture des céréales, celle des

légumes, et un grand nombre d'autres cultures qui exigent une terre meuble, consomment rapidement les engrais; tandis que les prairies temporaires qui durent plusieurs années, telles que la luzerne et le sainfoin, et plus encore les prairies permanentes qui recouvrent la terre de gazon, conservent les engrais presque intacts.

325. En faisant abstraction de ces circonstances extérieures et spéciales, il serait intéressant de comparer les engrais entre eux, pour avoir une échelle de leur durée. Il faudrait 1° examiner la quantité et la qualité de matière soluble que renferme l'engrais dans son état normal; 2° celle qui se forme par la fermentation après un, deux, trois intervalles de temps. Les résultats de la pratique agricole, très-précieux d'ailleurs, sont moins nets, étant influencés par tant de circonstances variables, très-mal définies par le plus grand nombre des expérimentateurs, et d'ailleurs mal appréciées par la théorie.

326. Nous ne devons pas négliger cependant de recueillir les faits de pratique; malheureusement, nous n'en avons qu'un petit nombre qui aient la précision nécessaire; nous allons les rapporter ici. Il s'agira d'abord du fumier de ferme. Dans les cultures générales du sud-est de la France, qui consistent en un assolement de deux ans : 1, blé; 2, jachère, les terres privées depuis quelque temps de fumier rapportent 9 hectolitres de blé (720 kilogrammes) tous les deux ans. Si l'on fume avec 25,000 kilogrammes de fumier dosant 125 kilogrammes d'azote, on obtient pour produit moyen la pre-

mière année 1,400 kilogrammes de blé et 2,100 kilogrammes de paille, et deux ans après 937 kilogrammes de blé et 1,500 kilogrammes de paille. Si l'on ne renouvelle pas l'engrais, la troisième récolte, celle de la cinquième année, retombe au chiffre primitif. Ainsi l'effet du fumier aura duré trois ans dans ces terres. C'est à peu près la durée qu'on lui attribue aussi dans l'assolement triennal du nord. Une telle fumure est censée épuisée par deux récoltes de céréales.

327. Sur des terres calcaires pauvres ne rapportant sans engrais que 692 kilogrammes de blé et 950 de paille, enlevant à la terre $18^{k}.13$ d'azote, M. de Bec a répandu 25,000 kilogrammes de fumier dosant 125 kilogrammes d'azote; il a obtenu en première récolte 1,120 kilogrammes de blé, et 1,450 kilogrammes de paille; l'année suivante, il a eu 1,400 kilogrammes d'avoine et 1,860 de paille. Or cette dernière récolte emprunte encore à la terre 32 kilogrammes d'azote. Elle n'avait donc pas épuisé la fertilité apportée par l'engrais, comme le fait le retard d'un an avec cultures réitérées de la jachère, dans l'assolement biennal.

328. En opérant sur les mêmes terres et avec le tourteau de colza à la dose de 750 kilogrammes contenant $50^{k}.92$ d'azote, M. de Bec a obtenu la première année 1,448 kilogrammes de froment et 2,455 kilogrammes de paille; et la seconde année 1,024 kilogrammes d'avoine et 2,124 de paille. Cette seconde année a enlevé à la terre $23^{k}.74$ d'azote, quantité plus grande que celle de la terre non fumée [§ 327], mais inférieure à ce qu'avait produit le fumier d'étable. La première récolte de

blé par le tourteau avait été bien plus considérable. Ainsi, quoique le tourteau ne soit pas complétement épuisé la deuxième année, on voit que son effet est plus prompt que celui du fumier, et qu'il se manifeste principalement dès la première année.

329. Poursuivant ses expériences avec le guano, à la dose de 750 kilogrammes, dosant 90^{k}.0 d'azote, le même expérimentateur a obtenu de la première récolte 1,988 kilogrammes de froment, et 4,892 kilogrammes de paille; et de la seconde 1,074 kilogrammes d'avoine et 1,512 kilogrammes de paille. Cette seconde récolte enlève à la terre 25 kilogrammes d'azote, plus encore que la récolte sans engrais, et plus qu'avec le tourteau. L'engrais n'était donc pas épuisé la seconde année. Nous regrettons que l'auteur n'ait pas continué ces trois expériences une année de plus, il aurait été intéressant de voir si tout l'effet de l'engrais était alors épuisé.

330. M. Kuhlmann a fait des expériences sur les effets des sels ammoniacaux appliqués aux prairies. Un hectare de pré sans engrais ayant produit en un an 3,820 kilogrammes de foin, il a appliqué à un hectare voisin 333 kilogrammes de chlorhydrate d'ammoniaque dosant 88^{k}.84 d'azote, et il a obtenu 6,186 kilogrammes de foin pour la même année. L'année suivante, M. Kuhlmann a récolté 4,486 kilogrammes de foin sur ce pré sans engrais et 4,290 kilogrammes seulement sur le pré qui avait reçu l'engrais l'année précédente; enfin la troisième année il a eu 3,230 kilogrammes de foin sur le pré sans engrais, et en renouvelant la fumure sur

l'hectare qui avait été primitivement fumé, il a obtenu 5,126 kilogrammes de foin. Ainsi l'engrais avait été épuisé dès la première année; le dosage de 6,186 kilogrammes de foin équivalant à 71 kilogrammes d'azote, il y avait eu une déperdition de 17 à 18 kilogrammes d'azote. Mais on voit aussi que le pré n'avait rien perdu de sa fertilité primitive, et qu'une nouvelle dose d'engrais lui rendait toute la supériorité de fertilité qu'il avait manifestée lors de sa première application.

551. Avec le sulfate d'ammoniaque, M. Kuhlmann a obtenu les résultats suivants : tandis que la prairie sans engrais donnait 3,820 kilogrammes de foin, celle qui recevait $237^{k}.5$ de ce sel, dosant $50^{k}.57$ d'azote, produisait 5,564 kilogrammes à la première année; et l'année suivante l'hectare sans engrais produisait 4,486 kil. de foin, tandis que celui qui avait reçu l'engrais l'année précédente donnait seulement 4,170 kilogrammes. L'engrais était donc épuisé dès la première année. Une nouvelle dose de sel donnée la troisième année produisit 5,195 kilogrammes de foin, contre 3,330 kilogrammes fournis par l'hectare sans engrais. Les effets ont donc été semblables à ceux que nous avons signalés pour le chlorhydrate. Dans l'un et dans l'autre cas, une nouvelle application d'engrais semble augmenter les effets produits par la première.

552. Ces expériences manifestent pleinement ce que l'on doit attendre des engrais riches dont l'effet énergique se produit rapidement, mais ne se prolonge pas autant que les effets plus faibles des engrais pauvres.

553. Les résultats que nous avons cités plus haut

(§§ 325-330) sur le peu de durée des engrais, semblent ne pas s'accorder avec quelques assolements du Midi, celui de la plaine de Nîmes, par exemple, où l'on fume le terrain seulement tous les douze ans, et où l'on obtient une série de récoltes qui témoignent jusqu'à ce terme de l'action continue des engrais (*Cours d'Agriculture*, t. V, p. 81). Voyons donc ce qui s'y passe. On fournit la première année, par hectare, au terrain, un engrais contenant 885 kilogrammes d'azote. La luzerne enlève pendant cinq ans,

	Azote. kil.
64,000 kilogrammes de fourrage dosant 1.96 pour 100	1,254
37,375 kilogrammes de racines dosant 0.80 pour 100,.	299
Débris de fourrage laissés sur le champ, 21,333 kilogrammes (1)..	420
Total.	1,973

plus du double de l'engrais existant dans le sol. Ce supplément a évidemment été fourni par l'ammoniaque latente des couches profondes du sol [§§ 130 *et suiv.*]. Mais l'on n'a enlevé du terrain que le seul fourrage, il lui reste donc la quantité d'azote suivante : $885 + 299 + 420 - 1,254 = 350^k$. Si cette dose d'azote était restée constamment sous forme d'engrais, elle aurait disparu en plus grande partie, mais elle s'est transformée graduellement en matières organiques vivantes, et c'est ce qui a fait sa durée. Les récoltes qui succèdent à la lu-

(1) Voyez *Cours d'agriculture*, t. IV, p. 430.

zerne, savoir : cinq récoltes de blé interrompues par deux années de sainfoin, dont les débris laissent 56 kilogrammes d'azote, en sont une preuve irréfragable, ainsi qu'on le voit par le tableau suivant :

	Azote. kil.
5 récoltes de blé donnent en moyenne 25 hectolitres de grain, ou 125 hectolitres.	250
8,000 kilogrammes de fourrage de sainfoin. .	112
Perte pour le sol.	362
Mais il existait dans la terre 350 + 56, gain pour le sainfoin.	406
Reste dans la terre.	44

Ainsi, l'assolement ne cesse pas parce que la surface est appauvrie, mais bien parce qu'elle est salie par une culture aussi avare de sarclages ; mais on s'aperçoit bien que, par la continuation de ce système, les luzernes sont de moins en moins durables et productives, parce que le fond permanent du terreau des couches inférieures ne peut manquer de s'épuiser par l'attaque incessante des longues racines de cette plante.

CHAPITRE XV.

Mode d'application des engrais.

334. L'ensemble des faits rapportés dans les chapitres précédents nous apprend que si l'on pouvait appliquer des engrais solubles et à portée de ses organes absorbants, à chaque phase de la végétation d'une plante, on les utiliserait de la manière la plus profitable ; que quant aux engrais qui ne deviennent solubles que successivement, par l'effet d'une fermentation qui marche d'une façon irrégulière, comme les phénomènes météorologiques, la végétation est loin d'atteindre tous leurs produits solubles; qu'une partie reste au profit du sol qui s'en empare, et une autre partie, très-considérable, se disperse dans l'atmosphère par suite de la volatilité d'une partie des produits de la fermentation, surtout quand les plantes cultivées exigent des cultures fréquentes (binages) pendant la durée de leur accroissement ; et qu'ainsi le meilleur moyen d'éviter ces pertes est de consacrer les engrais qui deviennent peu à peu solubles à l'entretien de plantes qui n'exigent pas de culture intercalaire et laissent le sol intact et gazonné.

335. Ainsi, en peu de mots, deux manières d'utiliser le mieux possible les engrais : 1° les employer sous forme soluble, à doses petites et réitérées, à mesure du besoin des plantes; 2° les employer dans leur état d'intégrité et de fermentation commençante, en les destinant à des végétations continues, prolongées autant que la fermentation elle-même, et qui puissent profiter de tous les produits de cette fermentation à mesure qu'elle s'effectue.

336. Dans le cas où l'on voudrait se servir d'engrais peu solubles pour la culture de plantes à végétation courte (semi-annuelles), comme celle de céréales, des graines légumineuses, des racines, etc., on devrait ne pas les disperser sur le sol, au point qu'une forte partie de leurs principes échappe à l'action des radicules ou des feuilles de plantes, mais les placer à portée de leurs organes absorbants. Tels sont les principes qui préviendront l'énorme gaspillage d'engrais qui a lieu dans notre pratique agricole.

337. De tous les engrais, ceux qui se trouvent sous la forme la plus soluble sont les engrais liquides, dont on se sert en arrosement, dans les différentes phases de la végétation [§§ 225 *et suiv.*]; puis les engrais pulvérulents riches que l'on répand en couverture, en accompagnant leur répandage d'une légère scarification.

338. Quand on compare les effets produits par les engrais rassemblés autour d'une plante à ceux des engrais jetés à la volée, et mêlés à la masse entière du sol, on ne peut douter que ce ne soit à cette dernière méthode, généralement pratiquée, que l'on doive les

pertes de matières fertilisantes que l'on éprouve dans l'agriculture actuelle. Les racines des végétaux ne peuvent occuper par leurs racines qu'une partie du cube du terrain, et les labours qui succèdent à la récolte exposent à l'action de l'air la partie de l'engrais qui n'a pas été atteinte, et en facilitent l'évaporation. Une moindre quantité d'engrais n'occupant que le cube qu'embrasseraient les racines, n'exposerait pas à une aussi grande perte. C'est ce qui a lieu, par exemple, dans la plantation par poquets usitée par les jardiniers. Chaque plante, chaque touffe s'y trouve entourée de près par la quantité d'engrais qui lui est nécessaire. Cette pratique, appliquée aux céréales semées en touffes, a donné des résultats fort remarquables (*Cours d'Agriculture*, t. III, p. 657). Elle a été étendue à la grande culture par M. Aug. de Gasparin, qui a montré la manière de former les poquets au moyen d'une machine, et d'y distribuer les engrais (*Cours d'Agriculture*, t. III, p. 105 et 658).

339. La culture en ligne permet aussi de disposer le fumier dans le sillon sur lequel on place les semences ou les plants. Cependant des essais comparatifs dans lesquels on a mis sur la même surface une égale quantité de graines en lignes et en touffes, a montré une grande supériorité pour cette dernière méthode. Les plantes en touffes semblent profiter de leur voisinage mutuel, quand, d'ailleurs, elles peuvent s'étendre à la ronde; elles semblent s'emparer plus complétement de l'engrais un peu rassemblé, que de celui qui est dispersé sur une ligne droite. L'une et l'autre de ces méthodes

ont d'ailleurs l'avantage de pouvoir faciliter les cultures au pied des plantes pendant la durée de la végétation.

340. La pratique de répandre les engrais solides et pulvérulents en couverture sur les plantes en végétation (*top dressing* des Anglais) est usitée pour les prairies permanentes composées principalement de graminées. Il y a ici une déperdition évidente causée par la fermentation au grand air, et surtout dans les prairies arrosées par la dissolution de l'engrais soluble dans l'eau, et par son transport hors du terrain par les égouttements. En fumant tous les trois ans avec un engrais contenant 255 kilogrammes d'azote, nous obtenons pendant ce temps une augmentatiou de récolte de 13,800 kilogrammes de foin, dosant 193 kilogrammes d'azote; ou seulement les 0.73 de l'azote de l'engrais. M. Raybaud-Lange (1) a trouvé qu'une prairie qui rendait 2,000 kilogrammes de foin sans engrais en produisait 7,000 kilogrammes ou 5,000 kilogrammes d'excédant, dosant 70 kilogrammes d'azote, avec une fumure de 30,000 kilogrammes de fumier, dosant 120 kilogrammes d'azote; le foin représentait donc seulement les 0.58 de la richesse du fumier. Il faut ajouter cependant qu'une partie de cet engrais se conserve sous le gazon, transformé en parties organiques de la plante et en débris de ces parties, puisque les prairies défrichées présentent une assez grande fertilité accumulée.

---

(1) *Recueil encyclopédique d'agriculture de Boitel*, t. I, p. 518-520.

341. L'engrais répandu sur les blés en végétation est bien plus aventuré; si la sécheresse règne après sa distribution, si les pluies sont suivies de vents violents et secs, ou d'un soleil ardent, le froment arrive à maturité sans avoir pu profiter de l'engrais. Il y a cependant un moyen de rendre ce mode de fumure plus favorable, c'est de recouvrir l'engrais et les jeunes plants de blé d'une légère couche de terre, soit par une culture qu'on donne au sol, si le blé est semé en lignes ou en touffes, soit en ménageant entre les différentes planches du blé des espaces non semés, espaces de la largeur de la pelle, et où l'on prend la terre nécessaire pour recouvrir la planche. Cette méthode, inventée par M. Aug. de Gasparin, conserve la fraîcheur du fumier, prévient son évaporation et permet à la plante d'en profiter largement. En outre, elle assure la réussite des semis de graines fourragères faits au printemps sur les céréales, semis que la sécheresse compromet si souvent.

CHAPITRE XVI.

Du prix des engrais.

342. La valeur d'un engrais, comme celle de toute autre chose dans laquelle entre le travail humain, n'est autre que celle de ce travail, ou autrement que la somme des valeurs consommées pour obtenir le produit.

343. Celui qui veut acheter un engrais ne s'occupe pas de sa valeur, mais bien de l'utilité qu'il espère en retirer. Le prix qu'il en offre peut aller jusqu'à la limite de cette utilité ; et les fabricants d'engrais cessent d'en fabriquer quand le prix offert en payement de l'utilité n'est pas égal, au moins, à la valeur. Ainsi le prix est une moyenne qui oscille entre la valeur qui est son *minimum* et l'utilité qui est son *maximum*.

344. La valeur des engrais varie pour chaque lieu, pour chaque temps, selon les circonstances les plus diverses ; nous pouvons en donner de nombreux exemples. Parlons d'abord du fumier fourni au moyen des bêtes de travail. Nous donnons (*Appendice* n° 11, p. 394) le moyen approché d'évaluer l'engrais qui se fait dans les fermes,

qui serait de 1 fr. 59 cent. dans les conditions indiquées. Dans les villes, le fumier de cheval revient à 88 cent., à quoi il faut ajouter les frais de transport. Les chevaux d'attelage (*Appendice* n° 10, p. 392) produisent un fumier dont l'azote revient à 2 fr. 41 cent.

345. Pour les vaches laitières, nous voyons qu'en Bretagne, le foin étant à 3 fr. 20 cent. les 100 kilogrammes, la paille à 2 fr. 60 cent., si le litre de lait se vend 10 c., l'azote de l'engrais coûte 1 fr. 32 cent.; que si le litre de lait se vend de 15 à 20 cent., on a le fumier gratuitement; mais si on fait du beurre et que le prix du lait s'abaisse à 7 ou 8 cent., l'azote du fumier revient à 3 fr. 20 cent.; si on emploie le lait à l'engraissement des veaux, et qu'il ne rende plus que 5 à 6 cent. le litre, l'azote de fumier coûte 3 fr. 83 cent. (*Appendice* n° 8, p. 388). A Hohenheim, le foin valant 3 fr. 20 c., la paille 2 fr., le lait se payant 10 cent., le kilogramme d'azote du fumier a coûté 2 fr. 17 cent. (*Appendice* n° 7, p. 387.)

346. Quant à l'engraissement du bétail, le compte varie aussi beaucoup selon le mode d'engraissement suivi et le prix des denrées que l'on donne aux animaux. Citons-en quelques exemples : nous avons sous les yeux un compte récent d'engraissement de moutons à l'étable avec de la luzerne à 5 fr. les 100 kilogrammes, dans lequel l'azote de fumier revient à 1 fr. 27 cent. (*Appendice* n° 9, p. 391). Un exemple déjà cité (*Cours d'Agriculture*, t. I, p. 679) donnait le fumier gratuitement, ainsi qu'un engraissement de cochons (*ibid.*, 680). Mais faites varier le prix du foin, celui de la chair, et vous aurez des résultats différents.

347. L'engrais vert du lupin nous est revenu à 1 fr. 63 cent. le kilogramme d'azote (*Appendice* n° 4, p. 380).

348. On doit considérer ensuite que, d'un côté, la plus grande partie du fumier produit par les bêtes de travail des fermes coûte 1 fr. 74 cent. le kilogramme d'azote et que, d'un autre côté, celui produit par des animaux vivant une grande partie de l'année sur des pâturages, donne l'engrais à 1 fr. 20 cent. environ (*Cours d'Agriculture*, t. I, p. 677-678). Nous pouvons en conclure que dans l'état actuel des choses la valeur moyenne des fumiers est en France de 1 fr. 30 cent. environ pour le kilogramme d'azote.

349. En concurrence avec les fumiers viennent les engrais commerciaux, produits chimiques, etc. Le guano, qui renchérit tous les jours, vaut aujourd'hui 30 fr. les 100 kilogrammes, dosant moyennement 8 pour 100 d'azote; ainsi il met à 3 fr. 75 cent. le kilogramme d'azote. Pour le même prix, on en trouve quelquefois qui dosent 12 et 14 pour 100, et alors le kilogramme d'azote ne coûte que 2 fr. 25 cent. environ. L'analyse pourrait seule déterminer si l'on fait ce bon ou ce mauvais marché. Le tourteau de colza dosant 5 pour 100 d'azote, vaut 14 fr. les 100 kilogrammes, ou 2 fr. 80 cent. le kilogramme d'azote; la poudrette dosant 1.45, quand elle est récente, se vend 5 fr. les 100 kilogrammes, ou 3 fr. 45 cent. le kilogramme d'azote. Pour les produits chimiques, leur valeur n'est autre que le prix de revient augmenté d'un bénéfice plus élevé, en raison de la concurrence. Quant aux produits naturels, leur valeur se compose des frais d'extraction, de transport, des droits de

douane, et, pour les uns et pour les autres, de l'avantage que donne aux vendeurs l'ignorance ou la nonchalance de l'acheteur qui ne connaît pas le titre exact de la marchandise qu'il achète, et qui, ne voulant acquérir que des bijoux poinçonnés, reçoit cependant chaque jour, sans défiance, et pour des valeurs bien plus fortes, des engrais qui ne sont pas vérifiés.

350. L'utilité n'est pas moins variable que la valeur, car elle dépend, comme nous l'avons vu (chap. XI, XII, XIII), du terrain, du climat, du genre de culture. On ne peut donc rien dire de général à son sujet, et chacun doit consulter, pour fixer le prix *maximum* auquel il peut payer l'engrais, l'utilité qu'il espère en retirer. Reprenons un exemple déjà cité [§ 282]. Voyons l'utilité que M. de Bec retirait de son engrais, et le prix qu'il avait pu donner de son azote. Il employait du fumier de ferme dosant 125 kilogrammes d'azote, et il en retirait :

	kilogrammes.		dosant azote k.
1re récolte de froment grain. . . .	1,120	2,284	44.77
2e récolte, avoine, équivalent en froment.	1,261		
Paille de froment.	1,450	4,157	10.80
Équivalent de la paille d'avoine. . .	2,704		
			55.57

Deux récoltes de blé sans fumier ont produit :

Graine.	1,384	36.32
Paille.	1,900	4.94
		41.26
Le froment a donc profité du fumier par la différence de ces deux totaux de.		14.31

Le fumier dosait 125 kilogrammes ; ainsi le froment n'a pris que $\frac{14.51}{125} = 0.117$ de l'azote de l'engrais.

La différence des deux récoltes avec engrais et de celles sans engrais étant de

	fr.
900 kilogrammes de grain à 27 fr. . .	243.00
2,254 kilogrammes de paille à 3 fr. . . .	67.62
	310.62

L'utilité retirée du fumier ou la valeur du kilogramme d'azote récolté a été de $\frac{310.62}{125} = 2$ fr. 48 c.

351. Si nous appliquons le même calcul à l'expérience des tourteaux [§ 327], l'engrais dosant $50^{k}.92$ d'azote, nous avons :

	kilogrammes.		dosant azote k.
1re récolte, grain de froment. . .	1,448	2,472	48.44
2e récolte, avoine, équivalent en froment..	1,024		
Paille de froment, 1re récolte. . .	2,453	4,557	11.85
Paille d'avoine, équivalent. . . .	2,124		
			60.29
Retranchant le dosage de la récolte sans engrais.			41.26
Les récoltes avec engrais ont profité de la différence, soit..			19.03

Les récoltes ont pris à l'engrais $\frac{19.03}{50.92} = 0.37$.

La différence des deux récoltes avec engrais et de deux récoltes sans engrais étant de

	fr.
1,088 kilogrammes de grain à 27 fr . .	373.76
2,657 kilogrammes de paille à 3 fr. . .	79.71
	373.47

L'utilité tirée de l'engrais ou la valeur du kilogramme d'azote récolté a été de $\frac{373.47}{50.92} = 7$ fr. 33 c.

352. Dans l'expérience sur le guano dosant 90 kilogrammes d'azote [§ 328], on a obtenu :

	kilogrammes.		dosant azote k.
1re récolte, froment, grain. . . .	1,988	5,062	60.01
2e récolte.	1,074		
1re récolte, paille.	4,892	7,205	18.73
2e, équivalent de paille d'avoine..	2,313		
			78.74
Retranchant le dosage de la récolte sans engrais. .			41.26
La récolte avec engrais a profité de la différence. . .			37.48

Les récoltes ont pris à l'engrais $\frac{37.48}{90} = 0.416$.

La différence des deux récoltes avec engrais et des deux récoltes sans engrais étant de

	fr.
1,678 kilogrammes de grain à 27 fr. . .	453.06
5,305 kilogrammes de paille à 3 fr. . . .	159.15
	612.21

L'utilité de l'engrais ou la valeur du kilogramme d'azote récolté a été de $\frac{612.21}{90} = 6$ fr. 80.

553. Le compte de l'utilité est beaucoup plus difficile à établir pour les récoltes qui laissent un grand excédant d'engrais non employé et que l'on ne retrouve que plus tard; telles sont, par exemple, les prairies qui accumulent sous leur gazon des richesses qui ne se manifestent que lors de leur défrichement, richesses qui, d'ailleurs, atteignent des *maxima* qu'elles ne dépassent pas. Veut-on se contenter d'estimer l'utilité immédiate, voici ce que nous donnent les exemples cités plus haut [§ 340]. Dans le premier, nous avons obtenu un accroissement de récolte de 13,800 kilogrammes de foin, dosant 193k.2 avec un fumier dosant 255 kilogrammes d'azote; la récolte a pris à l'engrais $\frac{193.2}{255} = 0.757$.

Le foin se vendant 5 fr., nous avons pour produit 690 fr. L'utilité de l'engrais ou la valeur du kilogramme d'azote récolté a été de $\frac{690}{255} = 2$ fr. 70 cent.

Dans le second exemple, l'engrais dosant 120 kilogrammes d'azote, nous avons eu un excédant de 5,000 kilogrammes valant 250 fr.; l'utilité de l'engrais ou la valeur du kilogramme d'azote récolté a été $\frac{250}{120} =$ 2 fr. 08. Ainsi, même avec sa faculté de s'emparer d'un plus grand aliquote de l'engrais, la prairie n'en réaliserait pas une utilité aussi grande que le froment, à cause de l'infériorité relative du prix de l'azote transformé en foin sur celui transformé en froment. L'azote du foin, dans les foins que nous venons de citer et qui dosent 1.40 pour 100 vaut $\frac{5}{1.40} = 3$ fr. 57 cent. L'azote de froment et de sa paille valent $\frac{2.42}{0.20} = 12$ fr. 60 cent. Cependant il faudrait tenir compte de l'engrais accumulé par la prairie et qui, d'après nos calculs, finit par s'élever à 6 pour 100 du poids de la récolte annuelle de foin, en poids d'azote après une durée que nous supposons de 30 ans (*Cours d'Agriculture*, t. IV, p. 414-415). Ainsi dans le cas cité de M. Raybaud-Lange, dont les prairies fumées donnent une récolte totale de 7,000 kilogrammes de foin, le sol aurait mis en réserve, en 30 ans, 420 kilogrammes d'azote ou 14 kilogrammes par an. L'engrais employé est donc seulement 255 — 14 = 241 kilogrammes d'azote, et l'utilité de l'engrais ou ou la valeur du kilogramme d'azote récolté est $\frac{690}{241} =$ 2 fr. 86 cent. au lieu de 2 fr. 70 cent. Ce résultat ne change que peu de chose aux conclusions que nous avions cru devoir tirer.

354. Il n'en est pas de même, quand on emploie l'engrais à la culture de prairies temporaires légumineuses, dont la durée est peu prolongée et qui permettent de recueillir dans un bref délai l'azote excédant qu'elles n'ont pas pu employer. Voyons d'abord ce qui se passe dans l'assolement de Nîmes [§ 353] où l'on commence par donner un engrais dosant 885 kilogrammes d'azote; on obtient pour produit :

		fr.
640 quintaux de luzerne.. 80 quintaux de sainfoin.	720 quintaux à 5 fr. . . .	3,600
Puis 125 hectolitres de blé à 22 fr.		2,750
		6,350
Si nous retranchons de ce produit le prix de location que l'on aurait tiré de ce terrain en 12 ans, 144 hectolitres de blé.		3,168
Il reste..		3,182

La terre est enrichie à la fin de la rotation de 44 kilogrammes d'azote.

Ainsi l'utilité du fumier ou la valeur du kilogramme d'azote récolté a été de $\frac{3,182}{885-44} = 3$ fr. 78.

Ce serait un magnifique prix tiré de l'utilité de l'engrais, si l'on ne tenait pas compte de l'épuisement progressif des couches inférieures du sol, qui exigent que l'on suspende cet assolement pendant de longues années, si ce n'est dans les alluvions si riches, qu'elles paraissent à peine sensibles à sa prolongation ; telles sont celles de la plaine de Vishe, à Nîmes.

355. Le prix du marché résulte dans chaque lieu de la combinaison, de la valeur et de l'utilité que l'on retire de l'engrais [§ 343]. Ainsi, dans le pays où l'on produirait de

l'engrais de ferme à 1 fr. 74 c. le kilogramme d'azote, et où l'on en retirerait une utilité de 2 fr. 48 cent., si l'offre était égale à la demande, le prix moyen du kilogramme d'azote serait 2 fr. 11 cent.; le bénéfice de l'opération se partageant entre le vendeur et l'acheteur, le mètre cube de fumier dosant $2^k.80$ d'azote se vendrait 5 fr. 91 cent.

S'il s'agissait de tourteaux dont la valeur de fabrication est incertaine et que le prix ne fût plus réglé que par la concurrence des acheteurs, qui pourraient en retirer une utilité de 7 fr. 33 cent., on payerait l'azote à 5 fr. le kilogramme, quoique ce prix soit bien supérieur aux prix de revient, et que la fabrication de cet engrais ne connaisse d'autre limite que la quantité de graine qui peut être soumise à la presse, et celle de l'huile qui peut trouver son écoulement dans la consommation.

356. Mais les cultivateurs trouveraient de leur côté une limite à son emploi. Nous avons vu que l'emploi continu du tourteau ne pouvait avoir lieu dans les sols qui n'étaient pas pourvus d'une quantité excédante de terreau et qu'il devait être alterné, dans une certaine proportion, avec le fumier pailleux. Si, comme dans l'exemple cité [§ 169], il faut qu'une application de fumier succède à deux applications de tourteau, nous aurons :

	fr.
Pour l'utilité du tourteau.	14.66
Pour celle du fumier.	2.48
Total pour 3 années.	17.14
Ou par année moyenne et pour 100 kilogrammes d'un des engrais.	2.85

Voilà donc l'utilité moyenne réduite; mais la possibilité de se procurer du fumier est plus étroitement limitée que celle de fabriquer du tourteau. Si celui-ci dose 4.92 pour 100 d'azote, et le fumier de ferme 0.40, la production du tourteau est limitée par ce rapport; ou autrement, il ne peut entrer dans le commerce que 1 kilogramme de tourteau, pour $12^k.3$ de fumier. Or, toutes les exploitations ne se servent pas de tourteau; les exploitations pauvres se contentent du peu de fumier qu'elles peuvent faire et les exploitations riches sont les seules qui concourent à la fois pour acheter du fumier et du tourteau; il en résulte que la quantité de fumier à vendre n'est pas très-abondante, et que la quantité proportionnelle de tourteau l'est beaucoup plus. La demande de ce dernier se trouve donc inférieure à l'offre, ce qui fait qu'on peut acheter l'azote à 2 fr. 80 cent. le kilogramme environ. Dans l'état actuel des choses, il y a donc un avantage évident, pour les exploitants pourvus de capitaux, à employer largement les engrais azotés riches, dont le prix n'atteint pas le chiffre de l'utilité.

FIN DE LA PREMIÈRE PARTIE.

DEUXIÈME PARTIE.

HABITATION DES PLANTES.

DEUXIÈME PARTIE.

HABITATION DES PLANTES (1).

CHAPITRE PREMIER.

Introduction.

357. Après avoir préparé la nourriture de la plante, il faut songer à lui donner une place, à la pourvoir d'une habitation. Les végétaux ne possèdent pas les facultés locomotives comme les animaux ; ils ne peuvent choisir comme eux le domicile et l'abri qui conviennent à leur constitution. Avertis par leurs sens des circonstances extérieures qui les entourent, les animaux peuvent fuir les lieux où leur vie serait pénible ou dangereuse et s'arrêter à ceux qui leur offrent les meilleures conditions d'existence ; et l'homme pense et agit pour ceux

---

(1) Voir *Appendice*, nº 15, une addition au chapitre XIII de la première partie.

qu'il a soumis à la domestication. Quant aux plantes enchaînées là où elles ont pris naissance, elles souffrent ou prospèrent, se multiplient ou disparaissent selon la manière dont elles sont affectées par les circonstances extérieures. C'est à l'homme d'entourer la plante cultivée, comme il entoure l'animal domestique, de toutes les conditions qui peuvent rendre sa vie large et facile, s'il veut rendre profitables les soins qu'il lui consacre.

358. Parmi ces circonstances extérieures qui agissent sur les plantes, les unes consistent dans la présence ou l'absence des principes nutritifs, qu'elles absorbent et transmettent à leurs organes par la circulation de la séve (*ingesta*); elles ont fait l'objet de la première partie de cet ouvrage, qui traite de la nutrition. Les autres circonstances agissent sur les organes sans en devenir partie intégrante, en les dilatant et les contractant, en les excitant et les débilitant, en les humectant et les desséchant, enfin en leur opposant des obstacles mécaniques; telles sont la chaleur, la lumière, l'humidité et la ténacité des corps au milieu desquels les plantes se trouvent placées pour suivre toutes les phases de leur existence. Ce sont ces dernières circonstances (*applicata de l'hygiène*) que nous devons examiner d'abord dans leurs effets sur la végétation; nous aurons ensuite à nous occuper de rechercher les cas où elles se présentent dans la nature, soit qu'on les considère dans la généralité de leur présence en un lieu déterminé, soit dans leur distribution géographique sur la surface de la terre. Enfin, comme l'agriculteur ne peut pas toujours choisir ses terrains, ni son

climat, mais qu'il est forcé, par des convenances d'un autre genre, d'utiliser la situation qui lui est faite, nous nous occuperons des moyens d'accroître les influences favorables qui s'y rencontrent, de combattre celles qui sont nuisibles. Nous aurons ainsi rempli le but que nous nous proposons, de fournir aux plantes l'habitation la plus convenable.

CHAPITRE II.

Du calorique.

359. La plante reçoit le calorique soit par communication avec l'air ambiant et avec le sol, soit par rayonnement du soleil et des corps célestes. Dans les effets qu'il produit sur elle, on peut indiquer ceux qui résultent des maxima et des minima de chaleur, circonstances qui, pour être passagères, n'en causent pas moins souvent des désordres considérables, et ceux qui sont produits par la continuité d'une température moyenne.

§ 1. — Effets des maxima de température.

360. Les rayons du soleil, après avoir traversé l'atmosphère et y avoir laissé une partie de son calorique proportionnée à sa transparence et à l'épaisseur de la couche traversée (*Appendice*, n° 16), viennent frapper les corps opaques inertes ou vivants; ils s'y accumulent, en se changeant en chaleur obscure, et en perdant leur faculté

rayonnante jusqu'à une limite qui est fixée par la perte qu'ils font en communiquant avec les corps environnants et avec l'air, qui sont à une température inférieure. Pour les corps opaques vivants, comme les tiges et les feuilles, les rayons solaires agissent en outre par l'évaporation qu'ils produisent à leur surface, évaporation tellement graduée que leur température ne s'élève guère au-dessus de celle de l'air ambiant, et quelquefois descend au-dessous. Ainsi, tant que les végétaux sont pourvus de liquide et vivent dans un air suffisamment sec pour qu'ils puissent continuer à évaporer, ils ne risquent pas d'éprouver un maximum de chaleur qui puisse leur être nuisible.

361. Si la plante manque d'eau et cesse de fournir à l'évaporation, alors le calorique rayonnant s'accumule dans son tissu; par un temps clair, elle acquiert facilement 15 et 20 degrés de température au-dessus de celle de l'air ambiant, et sa dessiccation en est la conséquence. Cette dessiccation, arrivée à un certain degré, est un accident irrémédiable. Ainsi, la plante, qui, ayant une quantité suffisante de liquide, n'en aura été que plus prospère pour avoir éprouvé jusqu'à 45 et 50 degrés de chaleur, périra si le liquide vient à lui manquer.

362. Mais l'eau continuant à abonder au pied de la plante, son évaporation peut être arrêtée par l'état d'humidité extrême de l'air. C'est ce qui arrive fréquemment dans les serres et sous les châssis et les cloches. Alors, si la chaleur rayonnante continue à affluer, elle s'accumule dans le tissu des plantes, et produit le *brouissement,*

ou brûlure de ces tissus. Cet effet est bien connu des jardiniers, qui s'en préservent en couvrant leurs vitres avec des toiles et des paillassons quand le soleil leur paraît trop ardent. De pareils soins sont aussi nécessaires lorsqu'on transplante les jeunes plantes dans une saison un peu chaude. Elles sont alors dans un état léthargique jusqu'à ce que leurs racines, ayant repris, reportent de l'humidité aux feuilles. On les préserve du soleil en les couvrant de larges feuilles, telles que celles de choux, de bardane, de figuiers, etc. Les plantes dont la pousse des cotylédons peu pourvus d'organes propres à l'évaporation précède de longtemps celle des feuilles caulinaires, ont aussi besoin d'être abritées des rayons du soleil. Ainsi le sainfoin, le trèfle, croissent avec avantage quand ils sont abrités par les céréales dans lesquelles on les sème. Dans les régions équinoxiales, on plante des bananiers pour protéger les jeunes cacaotiers contre les ardeurs du soleil.

363. Les températures les plus chaudes que l'on puisse naturellement éprouver ne sauraient donc être nuisibles aux plantes tant que leur évaporation sera continue et suffisante. Cela suppose d'abord qu'elles sont pourvues d'eau, et ensuite que leurs organes foliaires ont la propriété d'évaporer en raison de la radiation solaire. Il est probable que certaines plantes alpines ne possèdent pas cette propriété indéfiniment; mais on peut affirmer qu'elle existe dans toutes nos plantes cultivées dont le développement marche avec rapidité, dont les organes foliaires se multiplient, dont la jeunesse se prolonge sous ce régime de chaleur et d'humidité. Cepen-

dant, dans cet état extrême, les plantes sont molles et grêles; il ne se produit ni fleurs ni fruits; et même en approchant de cet état extrême sans y atteindre, on n'a que des fruits sans saveur, comme dans la culture forcée des serres; il semble que les organes assimilateurs du carbone ne puissent accélérer leurs fonctions autant que ceux de l'évaporation, et que l'eau, évaporée avec tant de vitesse, entraîne au dehors les principes nutritifs de la terre.

364. Mais ce n'est pas seulement la chaleur de l'atmosphère et de la radiation solaire qui influe sur les plantes, il faut y joindre aussi l'action du sol en contact avec les racines. La radiation solaire frappe la surface du sol, et ce corps opaque s'empare de sa chaleur qui, changée en chaleur obscure, s'y accumule quelquefois au point de porter la température jusqu'à 70 degrés, comme Herschel l'a observé au Cap, et fréquemment jusqu'à 50 degrés, comme nous l'observons à Orange. Cette accumulation a un terme, parce que la chaleur obscure, quoique rayonnant moins rapidement que la chaleur lumineuse, communique avec l'air plus froid que le sol, qui s'empare d'une partie de sa température, et avec l'intérieur de la terre, qui soutire à la surface une autre partie de cette température, par communication. Mais comme la température ainsi communiquée à l'intérieur doit se répartir sur une masse de terre de plus en plus grande à mesure qu'elle y pénètre, les couches successives de terre s'échauffent de moins en moins à mesure que leur profondeur est plus grande. La nuit, le mouvement est inverse. La surface rayonne vers

les espaces célestes et se refroidit ; elle reprend la chaleur des couches intérieures, qui sont restées plus chaudes. Les jours d'été étant plus longs que ceux d'hiver, produisent dans l'année le même effet que le jour comparé à la nuit dans les vingt-quatre heures. Si l'on ajoute que le maximum de température se présente à 1 décimètre de profondeur, 2 à 3 heures après qu'il s'est produit à la surface, on s'expliquera comment la température, à 1 mètre de profondeur, ne donne que 19 à 20 degrés (Orange), tandis que la surface donne 45 à 50 degrés ; et comment, en hiver, les gelées ne pénètrent à 8 décimètres de profondeur qu'après 18 à 20 jours de fortes gelées. Mais on voit aussi qu'à la profondeur où s'enfoncent les racines des plantes herbacées, la température varie beaucoup moins qu'à la surface et se maintient dans un état moyen favorable à la végétation. Ainsi, on n'a pas à redouter l'effet des 70 degrés de température qui suffisent pour coaguler l'albumine ; en effet, les plantes bulbeuses qui croissent dans les terrains sablonneux du Cap, enterrées à une certaine profondeur, ne sont jamais exposées à subir une telle température.

§ 2. — Effets des basses températures sur la végétation.

365. Les effets du froid, sur les végétaux comme sur les animaux, sont de contracter leurs organes, de réduire leurs actions vitales, de prolonger le temps né-

cessaire à leur développement, si ce n'est d'arrêter ce développement tout à fait. On a cherché à expliquer ces effets en disant qu'ils diminuent, détruisent l'irritabilité des organes végétaux. Mais quand le froid est devenu très-intense, il agit sur les plantes en causant leur désorganisation et leur mort. Ce degré est très-variable selon la nature des plantes et l'état où elles se trouvent quand elles sont frappées du froid.

366. Ainsi, un grand nombre de plantes tropicales ne résistent pas à une température de +5 ou +4 degrés. Dans les régions tempérées, on voit souvent les organes exposés au froid, quand ils sont pleins de séve, périr vers le point de congélation de l'eau, ou à un petit nombre de degrés au-dessous. Les jeunes pousses encore herbacées des arbres succombent facilement, tandis que les branches et les troncs ligneux résistent à des températures beaucoup plus basses. Les arbres résineux supportent jusqu'à —30 et —40 degrés sans en souffrir.

367. Pour nous faire une idée exacte de ce qui se passe dans une plante qui a subi les effets de la congélation, prenons pour exemple la pomme de terre. M. Payen a constaté que le changement de volume amené dans les liquides de ce tubercule par le gel et le dégel, décolle les cellules, et qu'ainsi il produit des vides interstitiels, et que la circulation résultant de l'état de continuité des cellules s'arrête. De là viennent la fermentation des sucs et la pourriture de la plante. C'est aussi ce qui se passe sous l'écorce des arbres atteints par la gelée; elle se détache du liber et le liber

à son tour se sépare de l'aubier en répandant une odeur fétide (1).

368. Dans les plantes tropicales très-succulentes, l'adhérence des cellules paraît céder à des changements de volume des liquides beaucoup moindres que ceux que cause la congélation. Quand, au contraire, une grande sécheresse cause une abondante évaporation, les canaux séveux des plantes tropicales elles-mêmes n'étant pas remplis, elles supportent des températures très-froides et jusqu'à — 7 degrés sans périr. Aux environs de La Paz (Bolivie), les plantes gèlent rarement, quoique le thermomètre descende au-dessous du point de la congélation de l'eau. Plusieurs *cactus* croissent très-abondamment autour de la ville et y supportent des températures très-froides. Mais si on mouille leur surface, et qu'on leur rende ainsi, par absorption, la séve qui leur manquait, elles ne tardent pas à périr. Le sureau et cinq ou six espèces d'arbres y conservent leurs feuilles tout l'hiver, et partout la température moyenne est un peu inférieure à celle de Paris, et le thermomètre y descend habituellement à — 4, — 5 et jusqu'à — 7 degrés. Ce phénomène tient à la grande pureté du ciel, à la sécheresse de l'air et à l'énorme évaporation qui en est la conséquence (2).

369. Dans les pays où l'été est très-chaud et où les organes des plantes deviennent très-ligneux, quand d'ailleurs les hivers sont secs, comme en Australie, on

---

(1) *Mémoires de la Société centrale d'agriculture*, 1837, p. 152.
(2) Weddel, *Voyage dans la Bolivie*, p. 137 et suiv.

voit des plantes tropicales, qui dans nos serres succomberaient à —2 ou —3 degrés, supporter des nuits où le thermomètre descend à —10 et —12 degrés. C'est l'aoûtement des rameaux qui rend compte de ce phénomène. Dans nos jardins, les plantes éprouvent une beaucoup moins grande chaleur d'été, et cette chaleur n'est jamais sèche; aussi les rameaux sont-ils toujours à l'état herbacé (1).

370. Ce qui rend les gelées tardives de la fin de l'hiver si dangereuses, c'est qu'elles succèdent à des jours chauds qui ont déjà favorisé l'ascension de la sève. Ainsi s'expliquent aussi les désordres causés par la gelée accompagnée de brouillard. L'eau déposée sur les branches des arbres se change en givre, dont le poids finit par excéder de beaucoup celui de la branche elle-même. Sans parler des fractures qui sont la conséquence de ce dépôt, l'imbibition des tissus par l'eau, le long séjour de la glace, et enfin le froid causé par l'évaporation, détruisent le tissu de la plante. En 1855, on a vu les oliviers du Midi couverts de givre, souffrir beaucoup, tandis que ceux qui étaient dans des lieux aérés où le brouillard ne pouvait séjourner et où le givre était ébranlé et abattu par le vent, ont résisté à des froids de —14 degrés.

371. La neige, par son peu de compacité, étant un mauvais conducteur du calorique, ne produit pas le même effet que la glace, plus compacte. Elle préserve

---

(1) *Journal d'agriculture pratique*, 2e série, t. v, décembre 1848, p. 585 et suiv.

des atteintes d'un froid rigoureux les plantes qui en sont recouvertes, en les garantissant des rayonnements stellaires. Le matin, le thermomètre placé sous la neige est toujours plus élevé que celui qui est au-dessus. Le jour, le thermomètre sous la neige revient à zéro, terme de la fusion de la neige; celui qui est au-dessus prend la température des corps opaques frappés du soleil, ou seulement entourés de l'air ambiant, si le soleil ne se montre pas. Ainsi, le thermomètre sous la neige est exposé à de beaucoup moins grandes variations et marque une température moyenne plus élevée que celui qui est au-dessus (1). C'est cette propriété de la neige qui préserve les récoltes des pays du nord, où elle couvre constamment la terre pendant l'hiver.

372. Il faut aussi remarquer les effets divers produits par les circonstances du dégel. L'homme et les animaux éprouvent les mêmes accidents que les plantes : quand une de leurs parties est exposée à des froids très-vifs, elle se crispe, le fluide qui y circule paraît s'en retirer, et si on la soumet subitement à une température élevée, le fluide revient avec rapidité, s'extravase, se répand dans les interstices des vaisseaux, et la partie se gangrène et se sphacèle. C'est dans ces brusques mouvements qu'a lieu le décollement des cellules des plantes [367], mais si l'on ne réchauffe la partie qu'avec ménagement, en la frottant avec de la neige ou de l'eau froide, qui n'a qu'une température peu élevée, le dégel

(1) Boussingault, t. II, p. 684 ; et *Cours d'agriculture*, t. II, p. 308.

est lent et gradué, et les fluides rentrent dans leurs canaux habituels sans causer de désordre. Nous avons remarqué sur nos oliviers qu'après un froid très-vif et très-prolongé, si le dégel a lieu avec la pluie ou un vent du nord froid, les arbres sont préservés, tandis qu'ils souffrent ordinairement avec un froid beaucoup moindre si le dégel a lieu par un soleil brillant.

373. Quoique la température de l'air soit de plusieurs degrés au-dessus de zéro, il arrive quelquefois que, par l'effet de la radiation stellaire, les corps opaques isolés descendent à la température de la glace. L'humidité atmosphérique se dépose à leur surface et produit ce que l'on appelle la *gelée blanche.* En automne, ce météore, qui annonce la fin de la saison végétative, détermine ordinairement la chute des feuilles et la mort des jeunes pousses herbacées qui y sont exposées. Quand il a lieu au printemps, les arbres étant déjà feuillés ou en fleurs et les jeunes plantes ayant poussé leurs premières mérithalles, il cause de grands dégâts dont la fréquence entre en ligne de compte dans les probabilités des récoltes. Cet accident est d'autant plus commun que l'on habite un pays plus méridional et dont le ciel est plus serein (1).

374. Il y a ensuite des plantes organisées de manière à supporter des froids rigoureux si fatals à d'autres. Dupetit-Thouars a pu retirer de l'espace situé entre l'écorce et l'arbre, un cylindre complet de glace, et les plantes congénères qui avaient éprouvé le même

(1) *Cours d'agriculture,* t. II, p. 69 *et suiv.*

effet ne périrent point (1). Alf. de Decandolle a aussi observé des glaçons extraits du centre d'un gros arbre et dans l'intérieur des bourgeons des arbres à fruit, sans qu'ils en fussent endommagés (2). Ces exemples, mis en opposition avec ceux des plantes tropicales qui périssent à un degré supérieur à la congélation de l'eau, montrent que ces effets ne se produisent pas identiquement les mêmes dans toutes les espèces de végétaux. L'expérience a bientôt appris quels sont ceux qui bravent les grands froids et ceux qui y succombent. Il arrive tous les jours que l'on retire des serres et des orangeries des plantes que leur origine semble indiquer comme étant très-sensibles au froid et qui passent sans inconvénient en pleine terre. C'est l'œuvre principale de nos jardins d'acclimatation, où l'on n'acclimate pas réellement, que d'essayer les plantes qui peuvent supporter nos climats.

§ 3. — Effets des températures moyennes.

375. Le végétal est engourdi, immobile jusqu'à ce qu'il éprouve une certaine température qui ranime sa végétation. Pour le froment, par exemple, un petit nombre de degrés au-dessus de zéro suffisent pour le

---

(1) *Le Verger français. Effets de la gelée sur les plantes*, p. 18 et suiv.
(2) *Géographie botanique*, p. 36.

ranimer, mais ce mouvement n'est bien marqué que quand la température moyenne s'élève à + 5° ou + 6°. Alors, dans nos climats, les nuits s'abaissent fréquemment à zéro et le maximum du jour monte à + 10° ou + 12°. La végétation arrêtée pendant la nuit reprend pendant la journée. En automne, le retour de la température moyenne de + 5° ou + 6° met un terme à la pousse des froments, mais cet arrêt est moins marqué que la reprise du printemps, à cause de l'échauffement que conserve la terre à l'intérieur. Le degré moyen auquel on remarque le renouvellement de vie dans une plante est ce que nous appelons la *température initiale.*

376. Le signe extérieur de ce renouvellement, c'est la pousse d'un mérithalle qui sort de la semence ou des bourgeons de la plante. Un mérithalle est formé d'une partie de tige terminée par une feuille, à l'aisselle de laquelle se trouvent un ou plusieurs bourgeons nouveaux. La cause intérieure qui détermine l'évolution du bourgeon, c'est l'ascension de la séve qui remplit les vaisseaux de la plante et lui fournit les sucs nécessaires à son développement. L'effet de la chaleur est donc de déterminer cette ascension. Quand leur irritabilité est excitée au point requis, les organes des plantes aspirent les fluides puisés dans le sol, et alors soit par endosmose, soit par capillarité, ceux-ci s'élèvent verticalement, plus ou moins modifiés par une action chimique, en passant à travers les canaux des plantes. C'est dans la direction verticale que leur mouvement est le plus rapide; il se ralentit quand les fluides sont

obligés de parcourir des directions inclinées; il se ralentit aussi quand ils traversent les anastomoses des vaisseaux causés par la taille et par des blessures faites à l'arbre; enfin, ce ralentissement se fait aussi remarquer à mesure que la tige s'élève, ce qui oblige la sève à une ascension plus considérable.

377. Les observations confirment pleinement ces principes. Si nous suivons le développement des mérithalles successifs sur un arbre fait (1), nous trouvons que sur le mûrier hybride les mérithalles se développent sur une pousse verticale après avoir reçu la somme de 58°.5 de température moyenne; que si le rameau provient du développement latéral d'un bourgeon de la branche verticale, il faut une somme de 87°.5; enfin que les mérithalles qui poussent au sommet des vieux arbres taillés au printemps exigent 140 degrés.

378. Quand la séve a de la peine à arriver aux bourgeons par une des causes ci-dessus énoncées [375] ou par le desséchement du sol qui fournit moins d'humidité, les mérithalles se raccourcissent et les feuilles se rapprochent. Elles finissent par diminuer de volume et par se changer en sépales, en pétales, en étamines, et les bourgeons deviennent des semences. C'est ce que l'on voit sur le froment quand la sécheresse de la fin du printemps détermine la formation de l'épi. C'est aussi par

---

(1) *Influence de la température sur la végétation. Mémoires de la Société centrale d'agriculture,* 1855.

cette raison que les rameaux inclinés, ou ceux qui résultent d'une taille se mettent plus facilement à fruit. Sur beaucoup d'arbres la pousse de l'année s'arrête de bonne heure, et le scion se termine par un bourgeon qui accumule des sucs, pour produire une nouvelle pousse l'année suivante : tels sont les lilas, les marronniers d'Inde, l'orme, etc. Il n'est pas rare de voir sur certains arbres, sur le poirier surtout, se former, sur les rameaux inclinés, des tubercules qui ne sont que des rameaux nains, où s'accumulent les feuilles pressées les unes sur les autres en forme de bractées, et qui ne fleurissent qu'au bout de deux ans. Enfin l'on sait que l'on met un arbre à fruit en courbant ses rameaux, en les taillant, en leur faisant subir une incision annulaire, toutes actions qui contrarient le libre mouvement de la sève. Ces faits prouvent que la floraison est un état d'affaiblissement des bourgeons, et que c'est en hâtant la vieillesse du végétal qu'on parvient à remplacer par des scions à fruit ceux qui n'auraient produit que des feuilles.

379. Et pour contre-épreuve de ces principes, on sait que dans les pays chauds et humides le froment ne monte pas en épi, mais fait des tiges si nombreuses, si garnies de feuilles qu'il s'y cultive pour fourrage (1); des pois bien fumés et bien arrosés s'épanouissent longuement en rameaux et en feuilles et donnent peu de grains; enfin les rameaux verticaux et vigoureux des

(1) Humboldt, *Essais sur la Nouvelle-Espagne*, t. III, p. 70.

arbres donnent peu ou pas de fruits et se prolongent incessamment en nouveaux mérithalles.

380. De ce que nous venons de dire il suit, que la floraison a lieu sur les plantes après la production d'un nombre indéterminé de mérithalles foliaires. Ainsi, soit une plante de blé; chacun de ses mérithalles sera formé sous l'influence d'une somme de 66 dégrés de chaleur, ce qui nous donne, pour Paris, la production des premiers mérithalles de l'épi vers le commencement de mai, avec neuf mérithalles foliaires; mais les talles ou pousses latérales ont besoin d'un plus grand nombre de degrés pour former leurs mérithalles, et comme elles seront saisies ainsi que la tige principale par le commencement de la sécheresse, elles feront leurs épis plus bas, avec un moindre nombre de mérithalles et de nœuds. Mais si nous transportons cette plante dans un autre climat où le terrain se sèche plus rapidement, l'épi se formera aussi avec un moindre nombre de mérithalles, et *vice versâ* si le terrain se conserve plus frais. C'est ainsi que la maturité du blé peut arriver avec 2,500 degrés, comme dans la Bolivie et sur les bords du Don, ou avec 2,100 degrés, comme à Paris, ou avec 1,700 degrés, comme dans la vallée du Rhône.

381. Si la température et l'humidité étaient toujours distribuées de la même manière entre les mois de l'année, on pourrait prédire d'avance l'époque exacte de la maturité des plantes, puisqu'elle résulterait de la production d'un même nombre de mérithalles. Cette prévision est d'autant plus probable que les saisons diffèrent moins les unes des autres. Ainsi, à Paris, il y a quel-

quefois un mois de différence entre l'époque des moissons de deux années; à Orange, cette différence n'est jamais de plus de dix jours. Cela tient à ce que, à Paris, les pluies sont plus fréquentes en juin et juillet, et à ce qu'il y a une grande variabilité dans les températures de ces mois; à Orange, au contraire, il y a sécheresse habituelle en mai et en juin et peu de différence entre leurs températures. A Paris, le nombre des méri-thalles continue à s'accroître, et ils emploient plus de temps à se développer; à Orange, la sécheresse précoce amène la floraison de l'épi, et la température élevée hâte la maturation. L'observation ne tarde pas, d'ailleurs, à indiquer le maximum et le minimum des degrés de température qui amènent la fructification dans chaque climat et donnent ainsi le moyen de juger de la possibilité d'y introduire la culture de telle ou telle plante.

382. Les arbres ne suivent pas les mêmes lois que les plantes herbacées. Leur séve subit, dans des canaux allongés et préservés des atteintes extérieures, une élaboration qui dépend en partie du temps où elle y séjourne. Ainsi, par exemple, dans notre climat, le cerisier, dont la végétation est arrêtée en hiver, pour ne renaître qu'avec une température initiale de **12** degrés, prépare sa séve pendant son repos hibernal, et ses fruits ont une saveur douce et sucrée. A Ceylan, sa végétation ne s'arrête pas, il est sans cesse couvert de fleurs et de fruits qui sont aqueux et sans saveur. Les raisins de l'Amérique ont une saveur aigrelette et donnent du mauvais vin; mais aussi, l'humidité de l'été fournis-

sant toujours des principes délayés au raisin, ils ne peuvent se condenser et changer leurs éléments en sucre, comme dans les parties chaudes de l'Europe. Ici le défaut d'interruption de la végétation vient de la permanence de l'humidité du sol. L'olive, par la même raison, y est aussi chargée d'une émulsion qui n'a pu se convertir en huile. Ainsi, chaque espèce doit être étudiée à part avant qu'on essaie de la faire entrer dans le cadre des cultures d'une contrée.

§ 4. — Effets de la radiation solaire.

383. Nous avons vu la radiation solaire frapper les corps opaques [360 et suiv.], tels que le sol et les plantes, y accumuler une température supérieure à celle de l'air. Elle a donc aussi une influence calorifique sur le développement des organes élémentaires des plantes (les mérithalles), puisque ce développement résulte de la somme d'un certain nombre de degrés de chaleur. Mais nous savons que cette radiation agit sur les plantes par une autre propriété dont l'effet est bien plus énergique, et qu'elle doit à la qualité lumineuse de ses rayons; c'est seulement sous l'influence de la lumière que la chlorophyle absorbe et s'assimile le carbone en décomposant l'acide carbonique de l'air et en rejetant son oxygène (31 et 34).

384. Nous avons élevé des fèves dans trois situations

différentes ; les unes recevaient directement les rayons du soleil ; les autres, abritées par une claire-voie, n'en recevaient que la moitié ; enfin, les troisièmes étaient entièrement couvertes et à l'abri des rayons du soleil et ne recevaient que la lumière diffuse. Si le soleil n'avait agi que par sa chaleur, nous n'aurions dû trouver entre elles que des différences de temps entre l'époque de leur floraison et de leur maturité, et, en effet, la germination, la floraison, se sont espacées comme l'indiquait la température de l'air, augmentée de la température des rayons solaires ; mais les produits récoltés ont été fort différents, comme nous l'indiquons ici :

	N° 1. grammes.	N° 2. grammes.	N° 3. grammes.
Tiges sèches.	581	459	245
Résidu de légumes. .	105	77	49
Poids des légumes. .	306	214	92
Poids des graines.. .	245	184	61

Si la radiation solaire agissait seule, nous devrions avoir pour poids : n° 1^er^, 581 ; n° 2^e^, 285 ; n° 3^e^, 0 ; mais la lumière diffuse nous donne, pour le n° 3, 245. Cette lumière est donc pourvue de propriétés très-énergiques pour provoquer l'absorption du carbone. De plus, elle n'est nullement en proportion avec les rayons calorifiques, car alors le n° 1 devrait absorber le double du n° 2, et la proportion n'est que de $\frac{46}{58}$. Les rayons chimiques qui accompagnent les rayons solaires paraissent donc être en plus forte proportion dans les faibles éclairements que dans les forts, et exister encore en abondance dans la lumière diffuse.

385. Ce n'est ni par les rayons calorifiques ni par les rayons lumineux contenus dans les rayons solaires, c'est par les rayons chimiques qui y sont contenus, que cette action s'exerce sur les plantes. Effectivement, la lumière artificielle la plus forte, mais n'émanant pas du soleil, n'a pas même l'effet de la lumière diffuse de cet astre. M. Biot, qui obtenait l'oxygène du *cactus opontia* placé sous l'eau et exposé au soleil, ne put l'obtenir de la clarté de lampes placées au foyer d'un très-grand miroir réflecteur, qui était visible à la lunette à la distance de quarante-cinq lieues. On n'aurait pu placer l'œil dans cette masse de lumière sans être aveuglé. Le dégagement du gaz avait lieu aussi à la lumière diffuse du soleil (1).

386. Il serait bien intéressant de trouver un moyen de mesurer la puissance des rayons chimiques indépendamment des effets calorifiques de la lumière solaire ; c'est une recherche qui mérite toute l'attention des physiciens. En attendant, nous pouvons dire que si la température solaire ne mesure pas les progrès de la végétation, elle les indique au moins, et qu'ainsi nous voyons une énorme différence entre les produits obtenus dans des terrains ombragés et ceux que donnent des terrains bien exposés au soleil.

387. Cet avantage de recevoir le plus de rayons solaires possible, résulte, 1° de la latitude où l'on se trouve ; 2° de la plus ou moins grande inclinaison du sol ; 3° de l'azimut du terrain, c'est-à-dire de la direction

(1) *Comptes rendus*, t. XLI, p. 177.

de son plan relativement à telle ou telle partie de l'horizon. Ces trois éléments peuvent être l'objet du calcul (1); mais il est un quatrième élément qui ne peut être donné que par l'observation; c'est l'état de clarté habituelle de l'air qui permet aux rayons solaires de le traverser sans qu'une trop grande partie en soit absorbée.

388. En faisant abstraction de ce dernier élément, qui ne dépend pas de nous, on trouve, toutes choses égales d'ailleurs, que la meilleure exposition est celle qui regarde le midi, avec une inclinaison aussi grande que possible, sans qu'elle nuise ni à la stabilité du sol, ni aux travaux de la culture. Les expositions au levant et au couchant devraient recevoir la même quantité de rayons solaires, mais des observations réitérées ont prouvé que la radiation du matin était moins élevée que celle du soir, sans doute parce que, à ce moment de la journée, l'air est plus chargé d'humidité. Il semblerait donc que l'exposition du couchant devrait être supérieure à celle du levant. Cependant, nous voyons les cultivateurs préférer cette dernière ; cela tient à ce que le terrain exposé au levant se réchauffe dès le matin, le soleil qui le frappe élève les brouillards et dessèche le sol baigné par la rosée, et il ne le quitte qu'au milieu du jour, c'est-à-dire quand l'air étant le plus échauffé, la transition est la moins brusque. Au contraire, au couchant le terrain reste plongé le matin dans l'humidité atmosphérique, il manque de soleil pendant la partie

(1) *Cours d'agriculture*, t. I, p. 183 et suiv.

la plus froide de la journée, et le soir il le reçoit tout à coup, quand la température est la plus chaude. Le levant a donc un climat plus égal, le couchant un climat extrême. Mais au printemps l'exposition au levant fait courir des dangers aux plantes chargées de givre qui reçoivent tout à coup l'impression d'un soleil ardent [370].

CHAPITRE III.

De l'humidité.

§ 1. — Effets de l'humidité sur les plantes.

389. Les parties herbacées des végétaux renferment de 70 à 80 pour 100 d'eau; les parties ligneuses de 20 à 50, selon les espèces. Cette eau de composition remplit les vaisseaux et les cellules, et donne aux plantes leur forme et leur fermeté. Elles peuvent en être privées par l'effet de la sécheresse du sol, l'eau qui en est soutirée n'étant plus en équilibre avec la perte faite par l'évaporation. Alors les plantes se fanent, leurs feuilles se flétrissent, finissent par se détacher, et il y a un état de souffrance qui, poussé plus loin, peut causer la mort du végétal.

390. Quand les plantes ont à leur portée une quantité d'eau courante, même illimitée, elles n'en puisent que ce qui est nécessaire pour l'entretien de l'évaporation. Nous voyons chaque année des racines de blé et

de luzerne, placées sur les bords des rivières, s'y plonger, sans que la plante en prenne en quantité surabondante et que sa végétation paraisse en souffrir. Mais si les racines plongent dans une eau stagnante, les mérithalles s'allongent sans consistance, la chlorophyle devient pâle, et la plante prend l'apparence que l'on désigne par le nom d'*étiolement*. C'est une expérience que l'on fait journellement sur nos cheminées, où l'on fait végéter des oignons dans des vases pleins d'eau. Si l'eau est renouvelée, la plante prospère; elle souffre et finit par mourir si on ne la change pas. Si l'eau dans laquelle plonge la plante est de l'eau distillée, quelque renouvelée que soit cette eau, elle ne tarde pas aussi à fléchir, à s'étioler.

391. Mais si la plante absorbe l'eau de manière à conserver ses canaux pleins, quand elle en a une quantité indéterminée, ou seulement suffisante à sa portée, il est important que cette eau ne séjourne pas dans la plante, qu'elle soit incessamment attirée aux feuilles par l'évaporation; la plante doit toujours en puiser de nouvelles doses dans le sol; en un mot, il faut que la circulation de la séve vers l'air ne soit jamais arrêtée. Quand, d'ailleurs, l'air est suffisamment sec, cette condition est remplie; mais si l'humidité du sol étant abondante, l'humidité de l'air approche du terme de saturation ou l'atteint, alors les canaux séveux n'étant pas suffisamment remplis, la plante, ne perdant plus rien par l'évaporation, ne tire plus rien de terre, et la circulation est arrêtée. Si un tel état se prolonge, la fermentation ne tarde pas à s'établir dans les sucs de la plante,

et celle-ci tombe en poudre. Les jardiniers ont grand soin d'arrêter leur arrosement dans ces temps d'humidité de l'air.

392. Ainsi, sous le rapport de l'humidité, les plantes peuvent se trouver dans plusieurs cas : 1° il y a défau d'humidité, et alors elles se flétrissent et finissent par se dessécher elles-mêmes ; 2° il y a humidité du sol en rapport avec l'évaporation, et alors les plantes sont en santé parfaite ; 3° il y a humidité du sol et humidité de l'air, et alors il en résulte pour les plantes stagnation, souffrance et macération, si cet état se prolonge.

§ 2. — De l'eau atmosphérique.

393. Les plantes et le sol reçoivent l'eau de l'atmosphère sous forme de vapeur aqueuse, de pluie, de neige, de grêle [89 et suiv.]; outre les matières nutritives qu'elles contiennent, ces eaux ont des effets spéciaux sur l'état physique des plantes. La vapeur aqueuse trop abondante amène l'air à un état voisin de la saturation, diminue ou arrête l'évaporation des plantes, et, par conséquent, l'appel fait à l'ascension de la sève. Mais, après des jours brûlants, l'humidité de la nuit, la chute de la rosée sur les corps isolés, comme sont les tiges, les feuilles, le gazon, leur restituent l'eau nécessaire à leur existence [390]; et quoique ce secours, suivi d'une nouvelle insolation, ne soit que momentané, quoique son efficacité soit beaucoup moindre qu'on ne le suppose

généralement quand on n'a pas vécu dans des contrées méridionales, il ne laisse pas de retarder les effets désastreux de la sécheresse. Dans les pays habituellement humides et nébuleux, les plantes, abreuvées constamment d'un excès d'humidité, développent des mérithalles très-longs, de larges feuilles; ces pays sont surtout des pays de pâturages; mais, dans ces conditions, les plantes sont mal nourries par une séve trop étendue, et si cet état se prolonge et parvient à son plus haut degré, elle éprouve les accidents que nous avons signalés plus haut [392].

394. La pluie humecte l'atmosphère et le sol; mais, en outre, elle lave les plantes et débarrasse leurs feuilles des incrustations de silicates alcalins, résidus de l'évaporation, qui obstruent leurs canaux et entravent leurs fonctions respiratoires. On ne peut donc comparer les effets de la pluie à ceux d'une simple irrigation qui baigne le sol et le pied des plantes; ses effets sont bien plus marqués; l'irrigation par jets et le *bassinage*, quoique ayant l'avantage de laver les plantes, ne sont pas non plus comparables à ceux que procure la pluie. Après la pluie, l'air entier est rafraîchi, et devient plus humide, l'évaporation diminue d'intensité, de sorte que la terre et les plantes conservent plus longtemps le bénéfice de l'eau qu'elles ont absorbée. Cette différence est sensible à tous les yeux par la vigueur nouvelle et durable que prend la végétation après la pluie, comparée à celle qui résulte de l'irrigation.

395. L'eau atmosphérique sous forme de neige, outre qu'elle sert d'écran à la terre et aux plantes qu'elle re-

couvre, et modère le froid en les préservant de la radiation stellaire [371], a la propriété de ne leur distribuer l'eau que graduellement et à mesure de sa fonte.

396. L'eau atmosphérique se présente aussi sous forme de grêle, accompagnant un orage électrique. Elle peut causer de grands ravages, en frappant et lacérant les feuilles, les fleurs, les fruits, les bourgeons; à l'approche des moissons, elle peut détruire des récoltes entières; souvent les meurtrissures qu'elle cause aux rameaux et aux bourgeons se font sentir l'année suivante. D'autres fois, cependant, le dommage est plus léger, par exemple, quand la grêle tombe dans une saison où les récoltes sont enlevées, ou assez tard pour que les bourgeons auxiliaires intacts puissent encore se développer et donner de nouveaux produits. Certaines contrées sont particulièrement sujettes à la grêle, surtout celles qui sont dans le voisinage de grandes montagnes, et c'est une circonstance très-désavantageuse à l'agriculture.

397. Les brouillards fréquents ont l'inconvénient d'apporter une humidité surabondante aux plantes et à la terre, et de les priver du bénéfice de la radiation solaire. Quand ils accompagnent la gelée, ils produisent le givre, dont nous avons décrit les fâcheux effets [370]. Quand ils arrivent au moment où les graines des céréales sont encore à l'état laiteux, que leur fécule n'est pas encore solidifiée, il se produit un effet d'endosmose des plus fâcheux. La solution de fécule sort du périsperme, et est remplacée par l'eau; les grains restent vides et retraits, ne contenant plus que le gluten

dans leurs enveloppes; ce que l'on reconnaît en les tirant par les deux bouts : ils s'allongent alors sous forme de fils glutineux. Les brouillards du mois de juin enlèvent souvent des récoltes entières à certaines contrées de nos provinces méridionales.

§ 3. — Eau du sol.

398. Le sol reçoit de l'eau des pluies, de la filtration des terrains qui se trouvent à un niveau supérieur, des sources qui jaillissent près de la surface, des cours d'eau et des amas d'eau souterrains, et qui remontent à la surface par capillarité.

399. L'eau circule dans le sol quand la nature de celui-ci est filtrante et la laisse pénétrer dans les couches inférieures, quand sa composition facilite l'ascension par capillarité des eaux du fond. L'eau séjourne sans mouvement dans les sols placés sur des couches imperméables après qu'ils en sont saturés; dans ceux qui sont saturés d'eau affluente, et qui n'ont pas d'écoulement.

400. De même que l'eau qui séjourne dans la plante, sans être animée d'un mouvement, lui est nuisible, de même aussi l'eau immobile dans le sol est funeste à la végétation. Le mouvement, c'est la vie. Il faut donc toujours, pour qu'un sol soit bon, qu'il ait de l'écoulement et de la perméabilité en lui-même et dans son sous-sol; de la

capillarité, pour qu'il puisse puiser dans la profondeur l'eau qui manque à sa surface.

401. Quand l'eau séjourne sans mouvement dans le sol, elle dissout les matières solubles, elle se sature des matières nuisibles que le sol peut contenir, tels que le tannin, le sulfate de chaux, etc.; elle forme des extraits concentrés de matières organiques, des extraits de terreau qui absorbent son oxygène, fermentent et agissent sur les racines des végétaux, qu'ils altèrent. Il s'y produit aussi des cryptogames qui s'emparent de la partie nutritive des engrais, tout en s'attachant aux racines des plantes. Ce sont ces différents effets qui rendent les fumiers inefficaces et même nuisibles dans les terres habituellement humides, et causent un grand nombre de maladies des plantes.

402. Au contraire, l'eau en mouvement n'est que passagèrement surabondante, elle ne dissout que faiblement les matières qu'elle traverse, elle les répartit dans diverses couches du sol, les apporte de la profondeur à la surface, où elle les dépose à l'état sec par l'effet de l'évaporation.

§ 4. — Faculté de retenir l'eau. Hygroscopicité des terres.

403. Les terres mises en contact avec l'eau en retiennent une certaine partie, qu'elles ne laissent pas filtrer et qu'elles ne perdent que par communication avec des corps plus secs, pour se mettre en équilibre d'humidité

avec eux. Ces corps sont : soit l'air atmosphérique, ce qui produit le genre de communication que l'on appelle *évaporation ;* soit d'autres couches terreuses avoisinantes. Cette propriété des terres de s'emparer et de garder une aliquote de leur poids d'eau, est ce que l'on appelle leur *hygroscopicité* (1).

404. L'hygroscopicité d'une terre dépend d'abord de sa nature ; on sait, par les expériences de Schübler, que les terres élémentaires présentent les degrés d'hygroscopicité ci-après :

	ALIQUOTES D'EAU gardées par les divers terrains.
Sable siliceux. . . .	25 p. 100 de son poids.
Gypse.	27 »
Sable calcaire. . . .	29 »
Argile pure.	70 »
Terre calcaire fine. . .	85 »
Terreau.	190 »
Magnésie.	450 »

405. Mais la nature chimique de la terre n'agit pas seule sur l'hygroscopicité qui est fortement modifiée par la finesse des particules. Nous voyons dans le tableau ci-dessus le calcaire à l'état de sable ne retenir que 29 pour 100 d'eau, et à l'état de poudre fine en retenir 85. De même, le sable siliceux porphyrisé retient beaucoup plus d'eau que celui qui reste en gros grains. C'est que l'eau s'attache à l'extérieur des particules, et en quantités d'autant plus grandes que les particules

(1) *Cours d'agriculture*, t. I, p. 149 et suiv., et 177.

présentent un plus grand nombre de facettes, quand elles ne sont pas elles-mêmes pénétrables comme celles de la silice.

406. Il y a d'autres terres dont les particules s'incorporent une quantité d'eau considérable, en augmentant de volume; c'est le cas des argiles, de la magnésie, du terreau et même du calcaire en poudre très-fine.

407. Quand ces dernières terres se dessèchent, elles tendent toujours à se rapprocher, comme d'un centre, des parties qui conservent plus longtemps leur eau. Il se forme alors comme des prismes irréguliers séparés des prismes voisins par des fentes, des crevasses. Cette propriété est ce que l'on appelle leur *retrait,* propriété très-sensible, surtout dans les argiles. L'argile perd 183 parties sur mille de son volume par la dessiccation à l'air libre, la magnésie 154, le terreau 200. La rapide dessiccation du terreau fait que le point le plus humide étant la couche inférieure, au lieu de se crevasser, il s'affaisse sur lui-même.

§ 5. — Perméabilité du sol.

408. Cette circulation de l'eau dans le sol dont nous avons fait connaître l'importance [400] s'exerce en vertu de plusieurs propriétés [399], dont l'une est la propriété qu'ont les terrains de laisser filtrer l'eau qui dépasse leur pouvoir d'absorption, leur hygroscopicité. Cette propriété prend le nom de *perméabilité* du sol.

409. Nos expériences (*Appendice,* n° 17) nous ont appris qu'une couche de 50 centimètres d'eau traverse une couche de 30 centimètres de terre saturée d'eau dans le laps de temps indiqué dans le tableau suivant :

Nos d'ordre.	Heures.
1. Sable grossier de la Molasse, dépourvu de calcaire.	1.20
2. Le même, avec son calcaire.	1.54
3. Sable quartzeux fin, pris à la manufacture de Sèvres.	1.57
4. Sable de la forêt de Hart (Haut-Rhin).	6.25
5. Terre calcaire, contenant 11 pour 100 de terreau.	7.94
6. Magnésite de Salinelles.	12 00
7. Sable n° 2 porphyrisé.	33.33
8. Poussière de marbre blanc fine.	88.11
9. Craie blanche (blanc d'Espagne).	201.60
10. Kaolin des pays basques.	603.27
11. Argile à tuiles.	252.00
12. Argile réfractaire d'Orange..	168.00
13. Argile réfractaire à creusets de Bollène.	Indéfinie, non filtrante.

410. La filtration ne commence que quand la couche de terre supérieure est saturée d'eau; ainsi, soit une terre argilo-calcaire pesant 1,700 kilos le mètre cube ; si le sol a 33 centimètres de profondeur, il pèsera 581 kilos par mètre carré. Si l'hygroscopicité est de 48 pour 100, la terre retiendra 269 kilos d'eau avant d'en laisser filtrer. Comme dans nos climats la quantité de pluie d'un mois entier ne s'élève jamais à ce chiffre (en moyenne), jamais cette couche ne filtrera, elle ne perdra son eau que par contact ou avec l'air (évapo-

ration) ou avec les couches de terre subjacentes et plus sèches par *imbibition ;* mais dans les terrains inclinés, et dominés, les eaux affluentes augmentent considérablement la quantité d'eau qu'ils reçoivent, et c'est alors que, étant sursaturés, les terrains commencent à filtrer.

411. Les chiffres de la table ci-dessus [409] montrent avec quelle lenteur cette filtration se fait dans certains terrains, et comment, si l'afflux de l'eau continue à se renouveler, elle y séjourne avec tous les inconvénients signalés plus haut [401]. Ils restent aussi humides, même quand la couche supéricure est filtrante, si, celle-ci étant peu épaisse, le sous-sol est formé d'une couche peu perméable. C'est ce qui arrive pour une foule de terrains dont la surface, d'une assez bonne nature, recouvre, à peu de profondeur, une couche fortement argileuse, s'ils reçoivent les écoulements des terrains supérieurs.

412. Voilà ce que l'on peut conclure de l'examen des terres arables. En considérant en grand la constitution géologique d'un pays et la nature des roches qui forment la base de ses terres, M. Belgrand a reconnu qu'en raison de leur nature, de leur stratification, de leurs fentes, certains terrains étaient éminemment perméables et d'autres imperméables. Les terrains imperméables sont les granits, le liais, le grès vert, les terrains tertiaires; les terrains perméables sont l'oolite, la craie proprement dite, et certains terrains tertiaires. Les caractères agricoles des terrains imperméables sont que les prairies naturelles y sont cultivées sur les coteaux comme au fond des vallées; dans les terrains perméa-

bles, cette culture est toujours confinée au bord des cours d'eau dans la partie plane submersible du fond des vallées; dans les premiers, les sources sont disséminées sur toute la surface du sol, aussi bien sur les coteaux qu'au fond des vallées; dans les seconds, on ne les trouve jamais qu'au fond des vallées. Lorsqu'il n'y a pas de source dans une petite vallée perméable, elle reste toujours sèche; dans les terrains imperméables le moindre pli de terrain renferme des flaques d'eau bordées d'herbes aquatiques. Il résulte de ces caractères que les terrains imperméables ont toujours un aspect riant et aussi une apparence de richesse même lorsqu'ils sont médiocrement fertiles; que les terrains perméables ont toujours un aspect triste même lorsqu'ils sont très-fertiles (1). Ces caractères que donnent si bien la physionomie verdoyante ou sèche d'un pays, et lui assignent tel ou tel genre de culture générale, n'ont pas ensuite la même valeur pour l'agriculteur qui, possesseur du sol, doit étudier sa terre, sa nature et ses propriétés spéciales; il faut alors qu'il ait recours à un des expédiens que nous décrivons ailleurs (*Appendice*, n° 17).

§ 6. — Capillarité du sol.

413. La capillarité du sol, cette propriété par laquelle

(1) *Annuaire météorologique de* 1853, p. 43 et suiv.

l'eau qui baigne le pied d'une couche remonte jusqu'à un niveau très-élevé, contribue de son côté à la circulation de l'humidité dans la terre, en agissant dans un sens inverse à celui de la perméabilité. Par ce moyen, toutes les couches tendent à se mettre en équilibre d'humidité, et l'eau qui a filtré dans la profondeur, ou qui y circule sur des couches imperméables, tend à gagner la surface, et avec d'autant plus de rapidité que celle-ci est plus desséchée par l'évaporation. C'est ainsi que la végétation est entretenue dans les terres dites *fraîches*, nonobstant les plus grandes chaleurs, parce qu'alors celles-ci possèdent un réservoir constant d'eau à peu de profondeur.

414. La capillarité est en général plus forte dans les terres les plus perméables. Cependant, ces deux propriétés ne suivent pas exactement la même marche. Par exemple, le sable est très-perméable et très-capillaire; la poussière de marbre, la craie, sont très-capillaires et peu perméables; le terreau est très-capillaire et moins perméable; la magnésie est peu perméable et peu capillaire; les argiles sont peu perméables et peu capillaires. Le tableau suivant indique la hauteur de l'ascension de l'eau par capillarité, en trois heures, dans diverses terres soumises à l'expérience. Les numéros d'ordre sont ceux de la perméabilité [409].

Nos d'ordre.		Hauteur d'ascension de l'eau par capillarité. centimètres.
5.	Terre contenant 11 pour 100 d'humus. .	37
4.	Sable de Hart.	29.5
1.	Sable de la Molasse.	24
2.	Le même, avec son calcaire.	24
3.	Sable quartzeux fin.	17
8.	Poussière de marbre.	16
10.	Kaolin.	10
9.	Craie.	9
6.	Magnésite de Salinelles.	8
11.	Argile à tuiles.	7.5
12.	Argile calcaire d'Orange (moins rouge).	11.4
13.	Argile réfractaire de Bollène.	4.8

415. La progression de l'ascension est régulière dans les terres homogènes mais elle se trouve quelquefois dérangée par des veines de terre de nature variable. Elle est rapide dans les premiers moments; mais, à mesure que l'eau s'élève, elle achève de saturer les couches qu'elle traverse; la quantité d'eau élevée devant donc se répartir dans une masse de plus en plus grande, la vitesse de son ascension diminue. Voici, à cet égard, ce que nous apprend l'expérience faite sur deux terres, l'argile à tuiles de Bollène, n° 11, et une terre calcaire des environs d'Orange.

ARGILE DE BOLLÈNE.

Durée des observations.	Ascension de l'eau. centimètres.	Augmentation de l'ascension entre deux observations consécutives. centimètres.
4 heures.	7.5	
1 jour.	14.4	5.1
2 jours.	19.5	4.1
3 jours.	23.6	2.9
4 jours.	26.5	

TERRE ARABLE D'ORANGE.

Durée des observations. Jours.	Ascension de l'eau. centimètres.	Augmentation de l'ascension entre 2 observations consécutives. centimètres.
1	24.0	
		11.8
2	35.8	
		6.4
3	42.2	
		4.3
4	46.5	
		2.6
5	49.1	
		2.7
6	51.8	
		1.9
7	53.7	
		1.2
8	54.9	
		1.2
9	56.0	
		1.0
10	57.0	
		1.0
11	58.0	
		1.1
12	59.1	
		0.8
13	59.9	
		0.9
14	60.8	
		0.7
15	61.5	
		0.7
16	62.2	
		0.8
17	63.0	
		0.7
18	63.7	
		0.8
19	64.5	
		0.7
20	65.2	
		0.8
21	66.0	
		0.7
22	66.7	
		0.8
23	67.5	
		0.7
24	68.2	
		0.8
25	69.0	
		0.7
26	69.7	
		0.3
27	70.0	
		0.5
28	70.5	
		0.5
29	71.0	
		0.5
30	71.5	
		0.5
31	72.0	
		0.6
32	72.6	
		0.4
33	73.0	
		0.5
34	73.5	

416. Le tableau précédent montre qu'en quatre jours l'eau s'est élevée jusqu'à 26 cent.5 dans l'argile, à 46 cent.5 dans la terre argilo-calcaire; qu'en trente-quatre jours elle est montée à 73 cent.5 dans cette dernière; et nous y voyons aussi la décroissance progressive de l'ascension, à mesure qu'elle atteint un niveau plus élevé.

417. On doit concevoir maintenant comment l'eau circule dans la terre : 1° par communication entre les couches voisines inégalement humides; 2° par perméabilité pour les eaux supérieures filtrant à travers le sol; 3° par capillarité pour l'ascension des eaux profondes ramenées à la surface du sol. Quand ces deux dernières propriétés n'existent pas, ou existent d'une manière imparfaite, les terrains sont humides pendant la saison des pluies, secs dans la saison où les pluies viennent à manquer, ainsi que les sources et les filtrations souterraines.

CHAPITRE IV.

Des saisons végétales.

418. Nous appelons *saison végétale* d'une plante la partie de l'année pendant laquelle la température et l'humidité permettent à la plante de végéter. Quant à la température, la saison végétale commence à l'apparition du degré de chaleur *initiale* de la plante [375], et finit quand la chaleur moyenne s'abaisse au-dessous de ce degré. Quant à l'humidité, la saison commence quand la plante trouve dans le sol, à 30 centimètres de profondeur, une quantité d'eau égale à 15 pour 100 du poids de la terre, et finit quand l'humidité du sol s'abaisse au-dessous de ce terme. Nous allons examiner successivement et séparément chacun de ces deux éléments qui constituent la saison végétale, et nous les réunirons ensuite pour faire sentir leur influence réciproque.

§ 1. — Saison végétale de température.

419. Chaque espèce, chaque variété de plante,

on pourrait dire aussi chaque individu, a son idiosyncrasie, qui lui donne des besoins spéciaux, et exige un degré particulier de température initiale, et aussi une somme de température pour son développement [380], l'achèvement de sa végétation, et pour sa maturité; cependant, s'il s'agit de plantes annuelles, ces différences ne sont pas telles que l'on ne puisse former des groupes auxquels on peut attribuer une température initiale, et dans ceux-ci d'autres groupes qui ont une température de développement très-rapprochée.

420. Parmi nos plantes cultivées, les unes entrent en végétation de bonne heure, dès que les minima de température sont au-dessus du terme de congélation, et que la température moyenne de la journée s'élève à 5 à 6 degrés. De ce nombre sont toutes nos céréales européennes. Nous avons donc un premier groupe de températures, commençant quand la température s'élève à +6, et finissant quand elle redescend à ce degré, que nous appellerons la *grande saison végétale* ou *saison majeure*. Un grand nombre de plantes ne commencent à végéter sensiblement que quand la température moyenne atteint +12°.5. Le groupe des températures commençant à l'apparition de ce degré, et finissant quand il disparaît, composera la saison végétale *mineure*.

421. Si nous additionnons pour chaque lieu les degrés de température de chacun des groupes, nous aurons les degrés de leur saison végétale; nous nous bornons ici à en donner quelques exemples :

GROUPES.	LATITUDE.	GRANDE SAISON.			SAISON MINEURE.		
		DURÉE.	SOMME de température.	TEMPÉRATURE par jour.	DURÉE.	SOMME de température.	TEMPÉRATURE par jour.
		jours.			jours.		
1. Cayenne.	4°56′	365	9782	26°.80	365	9782	26°.80
2. Nouvelle-Orléans.	29°58	365	6916	19°.77	365	6916	19°.77
3. Alger..	36°47	365	6661	18°.24	311	5740	18°.94
4. Orange.	44°08	279	4311	15°.45	188	3539	18°.82
5. Paris.	48°50	240	3387	14°.11	123	2171	17°.55
6. Edinburgh.. . . .	55°57	210	2438	11°.61	92	1296	11°.61
7. Saint-Pétersbourg.	59°57	132	1886	14°.29	82	1409	17°.19
8. Nertschink.. . . .	51°55	118	1634	13°.85	62	924	14°.90

On tire de ces exemples les conclusions suivantes :

1° La durée des deux saisons embrasse toute l'année (nos 1, 2); mais dans le n° 1 la somme de température s'élève à plus de 9,000 degrés. C'est la région qui nourrit les palmiers, les bananiers, le cacaotier, et où prospère surtout la culture de la canne à sucre.

2° Dans le n° 2, la somme de température ne s'élève pas à 7,000 degrés, et la température moyenne des jours à 20 degrés ; on y cultive le coton et la canne à sucre, quoique avec un moindre succès.

3° Dans le n° 3, la saison végétale majeure dure encore toute l'année ; la saison mineure est plus courte, mais la somme de température s'élève encore de 5000 à 6,000 degrés. Le dattier n'y mûrit qu'incomplétement ses fruits; la canne y donne des récoltes insuffisantes

de sucre ; mais c'est le pays par excellence de l'olivier, de l'oranger, du citronnier.

4° Le rapport de durée des deux saisons augmente encore dans le n° 4 ; mais la saison mineure a encore 3,539 degrés. C'est ici que s'arrête la culture de l'olivier, qui y rencontre trop fréquemment des hivers à température trop basse auxquels il succombe.

5° Paris, avec sa saison mineure ne dépassant pas 2000 degrés, indique la limite du climat de la vigne.

6° La température de la saison mineure s'abaisse beaucoup à Édimbourg, dont les étés manquent de chaleur.

7° Elle se relève à Saint-Pétersbourg, qui, dans le peu de durée de cette saison, présente cependant des moyennes de températures diurnes égales à celles de Paris.

8° La grande saison ne s'élevant pas au-dessus de 1634 degrés, avec 924 degrés de saison mineure, indique la limite de la culture des céréales.

422. Les observations météorologiques étant recueillies dans un lieu qui n'indique pas toujours la température des limites environnantes, ces limites paraîtront présenter bien des anomalies. Ainsi le palmier dattier vit encore sans fructifier dans la région n° 3 et jusque dans celle n° 4 ; ainsi l'olivier fructifie encore à des abris où se concentrent les effets de la radiation solaire, de la réverbération, tandis que le thermomètre, consulté dans les plaines, indique une température qui semblerait ne pas compenser la culture utile de ces arbres ; ainsi encore nous trouvons à Genève 2000 degrés seulement

pour la saison mineure, tandis que nous indiquons l'extrême limite de la vigne, à Paris, avec **2,171**; mais à Paris comme à Genève, la vigne ne croît que sur des coteaux abrités où il serait plus exact d'assigner **2,500** degrés pour la saison mineure, limite de la vigne, etc. (*Appendice*, n° **17.**)

§ 2. — Saison végétale d'humidité.

423. Chaleur, plus humidité, égale végétation. Cette formule, véritable axiome, nous montre que la saison indiquée par la température ne sera complétement une saison végétale qu'autant qu'elle sera accompagnée de l'humidité nécessaire. En consultant l'expérience, on voit que les plantes annuelles souffrent dès qu'elles ne trouvent dans le sol, à **33** centimètres de profondeur, que 1 dixième de son poids d'eau, mais qu'elles prospèrent si cette quantité s'élève au 15ᵉ ou au 20ᵉ du poids du sol. La quantité de pluie qui constitue la terre dans cet état, n'est pas la même pour tous les climats; elle est subordonnée à l'évaporation, qui l'enlève plus ou moins rapidement; elle est subordonnée aussi à la nature des saisons antérieures, qui laissent le terrain dans un état plus ou moins complet de saturation d'eau au moment de l'arrivée des chaleurs. Ainsi, d'un côté, l'expérience nous montre que la quantité d'eau tombée dans un mois est suffisante quand la pluie exprimée en millimètres, divisée par la somme des températures du

mois, donne pour quotient, au moins, 0.14. Ainsi, à Orange, la quantité de pluie du mois de mai est de 69^{mm}.9; la température moyenne est de 15°.99, qui multipliés par 31, nombre de jours du mois, donnent 495°.69, et $\frac{69.9}{495.65} = 0.14$; ce mois est donc sur l'extrême limite de l'humidité nécessaire. D'un autre côté, je ne sais jusqu'à quel point cette règle serait applicable aux climats du nord, où une séric de mois de gelées maintient beaucoup d'humidité en terre, humidité qui doit ensuite influer sur l'état de la terre pendant l'été. Cette réserve faite, si nous trouvons des mois dont le quotient soit inférieur à 0.14, nous les appellerons des mois secs, et s'il est supérieur, des mois humides. Ces mois secs succédant aux mois humides, sont nécessaires pour déterminer la production des graines et des semences. S'ils n'existaient pas, on n'aurait qu'une production herbacée et feuillue [379 et suiv.]. Mais aussi, dans ces mois secs, les labours deviennent difficiles; aucun ensemencement ni aucune transplantation ne peuvent avoir lieu sans irrigation, et quand ces temps de sécheresse se prolongent, les plantes souffrent, meurent quelquefois, les arbres eux-mêmes perdent leurs feuilles, et il y a une seconde végétation (séve d'août) qui survient au retour de l'humidité, quand ce retour arrive avant la fin de la saison végétale de température.

424. Ainsi, dans les exemples cités plus haut, nous trouvons les résultats suivants, en désignant les mois secs par une barre transversale.

Tableau des saisons végétales (1).

MOIS.	TEMPÉRATURE moyenne du mois.	SOMME de température.	PLUIE de chaque mois.	QUOTIENT de la pluie par la somme de température.
1. Cayenne.				
			millim.	
Décembre. . . .	26°.27	811°.27	331.50	0.41
Janvier.	26.14	810.34	372.50	0.46
Février.	26.12	731.36	419.80	0.57
Mars..	26.33	816.23	526.70	0.64
Avril.	26.68	800.46	535.70	0.67
Mai.	26.64	825.22	589.70	0.71
Juin.	26.62	798.60	415.00	0.52
Juillet.	26.92	834.52	148.70	0.18
Août*.	27.43	850.33	45.30	0.05
Septembre*.. .	27.65	829.50	16.00	0.02
Octobre*. . . .	27.75	860.25	36.70	0.04
Novembre*. . .	27.45	823.50	75.80	0.09
2. Nouvelle-Orléans.				
			millim.	
Décembre. . . .	13°.44	416°.64	116.84	0.28
Janvier.	12.67	392.77	165.10	0.42
Février.	12.50	350,00	111.76	0.32
Mars*.	16.39	508.09	68.58	0.13
Avril.	19.78	593.40	104.14	0.17
Mai*.	23.33	723.23	88.90	0.12
Juin.	25.90	777.00	137.16	0.17
Juillet.	26.89	833.59	165.10	0.19
Août..	26.45	819.95	140.70	0.17
Septembre. . .	25.06	751.80	101.60	0.13
Octobre.	20.61	638.91	66.04	0.10
Novembre. . . .	24.28	428.40	88.90	0.21

(1) L'astérisque remplace la barre transversale indiquée dans le texte pour désigner les mois secs.

Tableau des saisons végétales (SUITE).

MOIS.	TEMPÉRATURE moyenne du mois.	SOMME de température.	PLUIE de chaque mois.	QUOTIENT de la pluie par la somme de température.
3. Alger.				
			millim.	
Décembre. . . .	12°.86	398°.66	175.47	0.44
Janvier.	11.65	361.15	127.82	0.35
Février.	12.68	355.04	148.33	0.42
Mars.	13.33	413.23	78.98	0.19
Avril.	15,02	450.60	88.45	0.20
Mai*..	19.07	591.17	43.94	0.07
Juin*.	21.95	658.50	7.35	0.01
Juillet*.	24.03	744.93	0.15	0.0002
Août*.	24.71	766.01	7.07	0.01
Septembre*. . .	22.87	686.10	33.14	0.04
Octobre*. . . .	20.27	628.37	73.19	0.11
Novembre. . . .	16.62	498.60	154.75	0.31
4. Orange.				
			millim.	
Décembre. . . .	+ 5.09	126°.19	55.90	0.44
Janvier.	3.73	86.25	41.40	0.48
Février.	6.00	168.00	38.90	0.23
Mars.	8.68	269.08	46.30	0.17
Avril.	11.73	351.90	65.90	0.19
Mai.	15.99	495.69	69.90	0.14
Juin*.	20.55	616.50	45.30	0.07
Juillet*.	22.74	704.94	17.90	0.02
Août*.	21.98	681.38	37.50	0.05
Septembre. . .	18.85	565.50	123.10	0.21
Octobre.	13.74	395.94	113.70	0.28
Novembre. . . .	8.57	257.10	88.80	0.35

Tableau des saisons végétales (Suite).

MOIS.	TEMPÉRATURE moyenne du mois.	SOMME de température.	PLUIE de chaque mois.	QUOTIENT de la pluie par la somme de température.
5. Paris.				
			millim.	
Décembre. . . .	+ 3.09	95°.79	35.50	0.37
Janvier.	2.15	66.65	39.86	0.60
Février.	2.32	64.96	48.49	0.74
Mars.	6.12	189.72	35.93	0.19
Avril.	9.64	289.20	42.99	0.15
Mai*.	13.60	421.60	48.74	0.11
Juin*.	18.29	566.70	59.27	0.11
Juillet*.	18.32	567.92	46.78	0.08
Août*.	18.63	577.53	44.11	0.07
Septembre. . .	15.80	474.00	73.04	0.15
Octobre.	10.59	328.29	51.21	0.16
Novembre. . . .	7.07	212.10	71.69	0.34
6. Edinburgh.				
			millim.	
Décembre. . . .	+ 4.28	132°.08	53.40	0.40
Janvier.	2.95	92.45	50.90	0.54
Février.	3.44	96.32	43.30	0.45
Mars.	4.72	146.32	37.00	0.25
Avril.	6.72	201.60	40.20	0.20
Mai.	10.17	315.27	49.00	0.16
Juin*.	13.33	399.90	42.60	0.11
Juillet*.	14.83	459.73	61.70	0.13
Août.	13.78	427.18	65.10	0.15
Septembre. . .	11.89	356.70	58.10	0.16
Octobre.	9.34	289.54	54.50	0.18
Novembre . . .	5.17	185.10	66.10	0.43

Tableau des saisons végétales (Suite).

MOIS.	TEMPÉRATURE moyenne du mois.	SOMME de température.	PLUIE de chaque mois.	QUOTIENT de la pluie par la somme de température.
7. Saint-Pétersbourg.				
			millim.	
Décembre. . . .	— 6°.36		33.02	
Janvier.	— 9.19		22.35	
Février.	— 8.84		18.19	
Mars.	— 5.34		23.11	
Avril.	+ 1.02	30°.60	17.22	0.56
Mai*.	+ 8.70	269.70	30.73	0.12
Juin.	+ 13.94	418.20	43.68	0.14
Juillet.	+ 16.56	513.36	72.64	0.14
Août*.	+ 16.33	506.23	58.38	0.11
Septembre. . .	+ 10.94	328,20	43.94	0.14
Octobre.	+ 3.96	122.76	52.58	0.43
Novembre. . . .	— 1.41		32.51	
8. Nertschink.				
			millim.	
Décembre. . . .	— 27°.15		3.30	
Janvier.	— 28.21		3.50	
Février.	— 23.16		1.52	
Mars.	— 11.70		7.30	
Avril.	— 0.69		8.05	
Mai*.	+ 9.17	284°.27	27.43	0.09
Juin.	+ 15.36	460.80	70.95	0.15
Juillet.	+ 17.71	549.01	124.84	0.23
Août.	+ 15.24	472.44	102.87	0.22
Septembre. . .	+ 8.39	251.70	57.66	0.23
Octobre.	— 2.44		18.29	
Novembre. . . .	— 16.76		6.86	

425. Résumons les résultats que nous pouvons conclure des documents que nous avons réunis. Nous donnerons dans une première colonne le chiffre de la durée de la saison végétative majeure ; dans une seconde colonne, celui de sa durée, diminuée de celui des jours de sécheresse ; dans la troisième colonne, la somme de la température de cette saison ; dans la quatrième, celui de cette température réduite par la sécheresse. Nous procéderons de même pour la saison mineure dans les colonnes cinq, six, sept et huit. Nous aurons ainsi une idée des saisons actives des différentes localités que nous venons d'énumérer.

GROUPES.	LATITUDE.	SAISON MAJEURE.				SAISON MINEURE.			
		DURÉE.	DURÉE RÉDUITE par la sécheresse.	SOMME de température.	SOMME RÉDUITE par la sécheresse.	DURÉE.	DURÉE RÉDUITE par la sécheresse.	SOMME de température.	SOMME RÉDUITE par la sécheresse.
		jours.	jours.	degrés.	degrés.	jours.	jours.	degrés.	degrés.
1. Cayenne.	4°.56′	365	243	9782	6418	365	243	9782	6418
2. Nouvelle-Orléans.	29°.58′	365	242	6916	4294	365	242	6916	4294
3. Alger.	36°.47′	365	151	6661	2586	311	97	5740	1665
4. Orange.	44°.08′	279	180	4311	2308	188	93	3539	1536
5. Paris.	48°.50′	240	117	3387	1153	123	0	2171	0
6. Edinburgh. . . .	55°.57′	210	148	2438	1579	92	0	1296	0
7. St.-Pétersbourg..	59°.56′	132	70	1886	1110	82	20	1410	634
8. Nertschink. . . .	51°.18′	118	87	1634	1350	62	31	924	640

426. Le tableau précédent nous conduit aux remarques suivantes :

1° Le chiffre de la température de la saison majeure

diminue graduellement, selon la latitude, jusqu'à Édinburgh, dont la saison sèche est moins longue et dont la saison végétale majeure a une plus grande somme de chaleur que Paris, et un plus grand nombre de jours. Nertschink a aussi un plus grand nombre de jours que Saint-Pétersbourg, et une plus grande somme de chaleur, par l'effet aussi d'une moindre durée de sa saison humide. Quoiqu'à une latitude moins élevée, Nertschink est cependant plus froid, à cause de sa position continentale.

2° Il ne reste plus de saison mineure à Paris et à Édinburgh, et Saint-Pétersbourg et Nertschink conservent un petit nombre de jours. Mais ces restrictions perdent toute leur valeur quand on possède des moyens d'irrigation ; alors les saisons végétales conservent toute la durée indiquée par leur température. Ainsi, Alger, qui par sa saison mineure descend presque au niveau d'Orange, situé à 8 degrés de latitude plus au nord, reprend tous ses avantages dans ses terres arrosées [421].

427. La température et la pluviosité des années sont si variables que l'on ne trouvera pas toujours l'accord indiqué par les moyennes précédentes ; mais elles nous donnent cependant des indications importantes. La durée de la saison mineure nous permettra de faire des ensemencements tardifs dont on pourra encore retirer les produits dans l'année ; c'est ainsi que les millets, le maïs quarantain, les haricots, les pommes de terre, peuvent encore être semés à Orange immédiatement après la moisson, qui a lieu à la fin de juin, et jouit

encore de 2,152 degrés avant le 20 octobre, fin de la saison mineure dans ce pays.

428. La répartition des saisons végétales sur la surface du globe, selon leur température totale, leur durée, la température moyenne d'un des jours de ces saisons, trace sur le planisphère des lignes qui ne sont nullement parallèles avec les lignes isothermes, et dont l'étude est intéressante pour la physique du globe ; mais pour l'agriculture pratique, il suffira d'établir pour chaque lieu déterminé les dates du commencement et de la fin de chaque saison ; de faire la somme des températures pendant leur durée ; et enfin de comparer la quantité de pluie tombée à la somme de température des mois, ainsi que nous l'avons fait ci-dessus. Connaissant enfin la température nécessaire pour obtenir le résultat utile des différentes cultures, il sera facile de juger si elle est applicable au lieu pour lequel nous aurons rempli un pareil cadre.

CHAPITRE V.

Moyens de modifier la température.

429. Placé en présence d'un climat dont la chaleur ou le froid ont une action défavorable sur la végétation, l'agronome doit rechercher et indiquer les moyens de modifier ces dangereuses influences, en accroissant ou diminuant la chaleur reçue par les plantes.

§ I. — Moyens d'augmenter la chaleur.

430. Une plante reçoit son calorique de la radiation solaire, de la réverbération de la surface du sol, de la température de la terre, de celle de l'air ambiant; si cet air est en mouvement, il est d'autant plus chaud que la direction du vent vient de contrées méridionales ou ayant peu d'altitude; il est d'autant plus froid que son origine se trouve dans des contrées septentrionales, ou plus élevées.

431. Nous avons déjà dit combien l'exposition du terrain pouvait contribuer à son échauffement [388];

mais le terrain étant une fois donné, nous ne pouvons pas changer son azimut; ce que nous pouvons faire, c'est de supprimer les ombrages qui peuvent masquer les rayons solaires, et abattre les arbres, les haies, les murs, dans la direction du midi.

432. La réverbération du sol sur les plantes sera d'autant plus grande qu'il aura plus d'inclinaison dans la direction du sud. On est rarement appelé à changer en grand la pente d'un terrain; mais il est souvent très-avantageux, pour les jeunes semis, de les placer le long d'ados inclinés et quelquefois assez élevés, où, pendant leur jeune âge, ils reçoivent la réverbération du rayonnement qui frappe la surface des ados. On forme ces ados en élevant de $0^m.16$ le côté nord d'une plate-bande dirigée de l'est à l'ouest, et en baissant de $0^m.16$ le côté du midi, ce qui donne une pente de $0^m.32$ vers le midi. Toutes les semailles printanières gagnent plusieurs jours à pousser dans cette situation. Mais, pour n'être pas aussi élevé et formé seulement dans la pente donnée par le simple passage de la houe, cet effet n'en est pas moins sensible. Un mur remplit plus complétement cet office pour les plantes qui sont placées à l'exposition du soleil; mais il fait un effet tout contraire pour celles qui sont sur sa face opposée. C'est grâce à la réverbération des murs, et à l'abri qu'ils offrent contre les vents, que l'on obtient les récoltes avantageuses des espaliers. Un mur de 7 mètres de hauteur nous donne, à Orange, le climat diurne de Tunis; mais comme il ne nous préserve pas du rayonnement nocturne et des gelées qui en sont la suite, les palmiers-dattiers

y périssent quelquefois, mais jamais jusqu'à leurs racines.

433. La température du sol dépend principalement de quatre causes : 1° de son degré d'humidité; 2° de son inclinaison; 3° de son azimut; 4° de la coloration de sa surface.

434. On sait que l'eau, en se changeant en vapeur, s'empare d'une grande quantité de calorique; qu'ainsi, en supposant le liquide à 100 degrés, il exigera, pour se volatiliser, une quantité de chaleur capable de porter de zéro à 540 degrés un pareil volume d'eau. Dans les expériences de Schubler (1), la température de l'air étant à 25 degrés, les terres sèches auront 7 à 8 degrés au-dessus des terres humides, et l'air superposé au sol étant à zéro, sa température s'abaisse à — 5°.82; et étant à 25 degrés, elle s'abaisse à 14°.70, le baromètre marquant 0^{m}.76, d'après les expériences de Gay-Lussac. On voit donc l'énorme refroidissement qu'on éprouve par l'évaporation de l'eau contenue dans le sol, et le grand intérêt qu'il peut y avoir à en opérer le dessèchement. Nous en indiquerons plus loin les moyens. La végétation a toujours une grande avance dans les terres sèches sur celles qui sont humides et où elle reçoit une moindre somme de température.

435. Il est assez difficile et coûteux de changer l'inclinaison et l'azimut d'un terrain étendu. C'est une opération qui sera toujours bornée à se procurer un petit

---

(1) *Cours d'agriculture*, t. 1, p. 166.

jardin, et qui n'a rien de commun avec les travaux agricoles.

436. La coloration du sol a une très-grande influence sur sa température. En blanchissant la surface du sol avec une légère couche de magnésie, ou en la noircissant avec du noir de fumée, l'effet de la radiation solaire met une différence de 7 degrés environ entre l'un et l'autre, en faveur de la surface noire (1). On peut quelquefois disposer de débris de terre noirâtre, de schistes, de houille et de lignite; et l'expérience nous a appris qu'il y avait intérêt à en noircir la surface du terrain, surtout de ceux qui ont une teinte peu foncée.

437. En conseillant l'abri d'un mur pour les espaliers [432], nous devons ajouter ici que la couleur blanche reflète la chaleur solaire sur l'espalier, et la teinte blanche du mur l'absorbe, mais pour la rayonner ensuite pendant la nuit. Avec le mur blanc on a un climat extrême, et un climat moyen avec le mur noir. L'un et l'autre de ces états peuvent convenir dans certains cas. Dans les pays qui manquent d'insolation, et qui ont une température moyenne assez élevée, le mur blanc sera le plus avantageux; dans le cas contraire, il faudra préférer le mur noir.

438. La température de l'air ambiant serait plus élevée qu'on ne le constate si cet air était en repos, s'il n'avait que le mouvement d'ascension et d'abaissement causé par l'échauffement de ses couches traver-

---

(1) *Cours d'agriculture*, t. 1, p. 165.

sées par le soleil, et recevant la réverbération de la chaleur du sol; mais il n'en est pas ainsi, et les vents tendent sans cesse à mêler à l'air du lieu celui qui vient d'autres lieux plus ou moins chauds que le premier. Ainsi, préserver l'air du mélange avec l'air pur froid transporté par les vents, c'est élever sensiblement la température de la zone qui est ainsi garantie. M. Trochu a observé qu'à Belle-Isle un bois de pins garantissait une longueur de seize fois la hauteur des arbres. Ces plantations s'y font pour se garantir du vent du sud-ouest. A Orange, les coteaux préservent une distance de dix fois leur hauteur contre le vent du nord. Si l'on ajoute à la propriété d'élever la température, celle de préserver les végétaux des secousses violentes que leur impriment les vents, des contusions que leur causent les grains de sable et les graviers poussés par un courant d'air impétueux, on concevra combien il est souvent avantageux de planter des haies et des massifs à la tête des champs. En Provence, où l'on a à se garantir de la violence de la bise, on plante des allées d'arbres verts, cyprès, lauriers, dirigées dans la direction du levant au couchant, à 80 à 100 mètres les unes des autres. Mathieu de Dombasle assure que ces abris, où l'on sent une température plus douce en se promenant, sont moins productifs (1). Cela peut être vrai pour la Lorraine, où l'humidité est plus à redouter que des vents modérés; mais les habitants

(1) *Annales de Roville*, t. VIII, p. 305.

de la Bretagne et de la Provence n'ont pas la même opinion, et trouvent les abris et les haies très-utiles à la culture.

439. Quand la durée de la saison végétale est trop courte pour que l'on puisse obtenir les produits d'une plante, on augmente cette durée en semant de bonne heure, en hiver s'il le faut, les plantes sur une couche qui n'est autre chose qu'un amas de matières organiques plus ou moins actives, qui, en fermentant, dégagent une certaine quantité de chaleur au moyen de laquelle la semence germe et la plante pousse. Si celle-ci est délicate et craint la gelée, on la recouvre la nuit de paillassons; si, quoique la plante puisse résister à la gelée, on veut hâter sa croissance, on la recouvre d'un châssis vitré où s'accumule la chaleur rayonnante du soleil [362, 363], ou seulement d'un châssis couvert d'un calicot ou d'un papier huilé, ou enfin d'une cloche de verre, comme pour les melons.

§ 2. — Moyens de diminuer la chaleur.

440. Les jardiniers cultivent souvent des plantes qui craignent une trop grande chaleur; on les en préserve en les garantissant de la radiation solaire par des écrans, et aussi par l'irrigation, qui abaisse la température du sol.

441. C'est aussi par l'irrigation que l'on peut ralentir la végétation des plantes dans la grande culture, quand

la sécheresse et la chaleur les font avancer trop rapidement et avant qu'elles n'aient pris la nourriture suffisante à leur complet développement. L'irrigation des prairies, celle du blé lui-même, en prolongeant leur végétation, détermine la production de nouveaux mérithalles foliaires au moment où, par la combinaison de la chaleur et de l'humidité, l'épi allait se montrer d'une manière trop hâtive.

CHAPITRE VI.

Modification de l'humidité du sol.

---

§ 1. — Addition à l'humidité.

442. Nous avons vu plus haut [421 et suiv.] à quel point la sécheresse peut réduire la durée de la végétation, en causant le sommeil estival et même la mort des végétaux. Alger, à qui sa température donnerait 5,740 degrés pour sa saison mineure, n'en conserve plus que 1,665 degrés dans les lieux privés du secours de l'irrigation; Orange, qui n'a que 3,539 degrés pour sa saison mineure dans les lieux arrosés, en conserve pourtant encore 1,537 degrés dans les lieux secs, presque autant qu'à Alger.

443. Il ne faudrait pas croire, cependant, que l'irrigation n'est utile que dans les pays où les moyennes annuelles signalent des mois secs. Les moyennes sont formées de la combinaison des extrêmes : ainsi dans tel pays elles signalent des mois humides, et, considérées

individuellement, les années les transforment en mois secs, puis en mois trop humides, et dans les mois humides eux-mêmes, il y aura des périodes d'humidité et de sécheresse. Ici, comme dans les climats décidément secs, l'irrigation ramène un équilibre constant; par elle, la végétation profite de toutes les sommes de température, et il n'y a pas, entre les récoltes consécutives, ces différences marquées qui proviennent des retours fréquents d'arrêts de végétation causés par les retours de sécheresse. Dans un climat constamment froid, les mérithalles des arbres conservent une progression décroissante de la base au sommet; dans ceux où la sécheresse et l'humidité alternent fréquemment, on voit les mérithalles allongés succéder à de courts mérithalles, qui sont l'histoire des alternatives éprouvées par la végétation.

444. Nous avons indiqué ailleurs [191-209] les moyens à employer pour se procurer l'eau d'irrigation, et ceux de s'en servir; nous ne pouvons ici que nous référer à ce que nous avons déjà dit.

§ 2. — Diminution de l'humidité du sol.

445. Nous avons dit [423] qu'un sol était *sec* quand, à 33 centimètres de profondeur, il ne conservait pas au moins le dixième de son poids d'eau; qu'il était *frais* quand, à la même profondeur, il en contient du sixième au cinquième, et qu'au-dessus de cette quantité il était

réputé *humide*. Nous avons vu, de plus, que cette humidité provenait de trois causes : des eaux pluviales, des eaux qui filtrent lentement des terrains supérieurs entre les couches du sol, des eaux qui jaillissent à la manière des sources [398].

446. Si le sol est filtrant, les eaux de pluies seules ne pourraient le rendre humide que pour peu de temps. Ainsi, à Paris, la quantité d'eau qui tombe pendant le mois de juin (un des plus pluvieux de l'année), étant pour chaque groupe de trois jours pluvieux de $14^{mm}.3$ d'eau (1), l'hygroscopicité de la terre ne fût-elle que celle du sable siliceux (25 pour 100), un sol de 57 millimètres d'épaisseur l'absorberait immédiatement. Avec un sol perméable, l'eau ne saurait se maintenir à la surface de la terre dans les pays même les plus pluvieux, à moins que l'épaisseur du sol ne se réduisît à quelques millimètres sur un sous-sol imperméable.

447. Mais si le sol et le sous-sol ne sont pas filtrants ou s'ils le sont très-peu, si, par exemple, ils sont formés d'argile plastique, ou d'argile tégulaire mélangée de chaux ou de sable, tellement que l'eau n'ait pas le temps de les pénétrer entre deux groupes de jours de pluie; alors l'eau s'accumule sur la surface du sol qui est noyée si c'est le sol qui est imperméable, ou sur le sous-sol si c'est ce dernier qui est imperméable; dans ce dernier cas, elle revient du sous-sol dans le sol par capillarité et entretient celui-ci dans un état plus ou moins grand d'humidité jusqu'à ce qu'il en soit tiré par l'évapora-

(1) *Cours d'agriculture*, t. II, p. 305.

tion. S'il en est ainsi d'un terrain plat, à plus forte raison cela arrive-t-il si le terrain est concave et que les eaux des terrains environnants s'y réunissent. Cela fait bien concevoir l'état de ces terres concaves à sol perméable, et qui cependant, par le peu de perméabilité du sous-sol, sont à l'état de boue liquide une partie de l'année. Le jaillissement d'une source au milieu d'un champ, en s'épanchant sur un sous-sol imperméable, produit le même effet.

448. Des remèdes doivent être appliqués aux terrains pour les débarrasser de leur humidité quand ils présentent les caractères suivants : 1° quand l'eau séjourne dans le sillon quelques heures après la pluie ; 2° quand le sol ne peut supporter le poids des hommes et des animaux, un ou deux jours après la pluie. Cet état est causé par le défaut de perméabilité du sol et du sous-sol à peu de profondeur sur le sol perméable.

449. Ces remèdes sont de plusieurs natures : 1° on peut détourner les filtrations par des fossés d'enceinte destinés à recevoir l'eau qui s'écoule des terrains supérieurs, et à la conduire hors du champ ; 2° si une partie du terrain est habituellement humide, même dans la saison chaude, si la croissance de joncs et d'autres plantes aquatiques y indique la présence d'une source, il faut creuser à cette place, rassembler les eaux de la source et les évacuer par un fossé couvert ou découvert.

450. Mais ces moyens ne suffisent pas toujours. L'humidité peut affluer sur le sol par la pression exercée sur elle par l'eau réunie à un niveau supérieur ; elle peut remonter par capillarité, s'il existe un réservoir ou cours

d'eau au-dessous du sol ou du sous-sol. On a vu [414] que les argiles, si peu perméables, ont cependant une capillarité très-marquée, et que l'argile plastique à creusets elle-même, qui est complétement imperméable, se laisse pénétrer par ascension capillaire. Ainsi d'un côté, appel constant de l'eau de bas en haut et absence de perméabilité qui lui permette de redescendre. L'eau venant des terrains supérieurs pénètre à travers des couches profondes, échappe aux fossés d'enceinte, revient à la surface par capillarité ou par pression et entretient le terrain dans un état constant d'humidité.

451. Le plus souvent il suffit d'un labour profond pour dessécher les terres humides. Ce labour, en brisant le sous-sol et rompant la continuité de ses pores, lui enlève sa capillarité; ainsi plus d'ascension d'eau des couches inférieures. D'un autre côté, en le criblant de lacunes, le labour rend le sous-sol perméable et permet à l'eau supérieure de descendre dans les couches profondes. Ce double effet est infaillible et nous avons vu les terrains les plus humides desséchés par cette opération. En outre, elle ouvre aux racines un chemin pour s'étendre et aller chercher, dans un plus grand cube de terre, à l'abri de l'évaporation superficielle, l'eau et les principes de fertilité qui y sont disséminés. Les labours profonds de 60 centimètres à 1 mètre, nécessités pour la culture de la garance, ont décuplé la valeur des terres paludéennes du département de Vaucluse (1).

---

(1) *Cours d'agriculture*, t. I, p. 46.

452. Mais peu d'années après le défoncement, les couches inférieures soulevées reprennent leur assiette par leur propre poids et celui des animaux et des instruments qui foulent le sol ; les lacunes se comblent par les limons entraînés par les eaux, et l'imperméabilité reparaît. Il faut donc que les défoncements soient renouvelés de temps en temps. L'expérience nous a prouvé qu'il suffirait qu'ils eussent lieu tous les douze ans. Ils ont l'inconvénient d'enterrer les engrais, de faire pénétrer leurs sucs assez avant dans la terre, et, par conséquent, d'exiger une plus grande masse de fumier pour mettre le sol dans un état avancé de fertilité ; mais, d'un autre côté, et c'est ce qui arrive souvent, ils renouvellent la fécondité du sol, en ramenant à la surface des couches riches que les cultures annuelles n'ont pas épuisées. Cependant, comme ce sont des travaux coûteux, qui peuvent bien être faits une fois pour défricher un terrain, mais dont les répétitions sont onéreuses, on ne peut en faire un usage habituel que dans les lieux où ils sont payés par des récoltes-racines qui végètent profondément. Dans ceux où par la nature des plantes cultivées, la végétation se passe dans les couches superficielles du sol, on a dû chercher les moyens de se débarrasser de l'humidité d'une manière permanente.

453. Si l'on remplit un grand flacon de verre avec de la terre sursaturée d'humidité, et que l'on ouvre une issue, à travers le verre, sur un des côtés du flacon, à moitié de sa hauteur, par exemple, voici ce qui arrive : toute l'eau surabondante, celle qui dépasse le pouvoir

hygroscopique de la terre [404] s'écoule depuis le sommet jusqu'au niveau de l'ouverture; puis l'eau qui remonte du fond par capillarité pour venir la remplacer, finit également par s'écouler, puisque la terre ne peut absorber au delà de sa capacité hygroscopique. Ainsi, non-seulement la partie supérieure à l'ouverture se trouve réduite à cette quantité, mais la portion inférieure elle-même tend à revenir à son point de saturation. Les choses ne restent pas longtemps en cet état. La surface de la terre se dessèche par évaporation, jusqu'à une certaine profondeur; elle se dessèche aussi intérieurement par l'effet de la circulation de l'air qui rentre par l'ouverture pour remplacer l'eau; ainsi le flacon présente trois états distincts : 1° la partie supérieure qui est tombée au-dessous de son degré d'humidité hygroscopique; 2° la partie intermédiaire, jusqu'au niveau de l'issue, qui est réduite à son humidité hygroscopique; 3° la partie au-dessous de l'issue qui a conservé encore une humidité surabondante, qu'elle tend à perdre par son ascension capillaire dans les couches supérieures plus sèches. Si l'issue était ouverte au fond du vase, ce troisième état n'existerait pas, et il n'y aurait plus que la partie supérieure où l'évaporation enlèverait l'eau plus vite que la capillarité ne pourrait la lui rendre, et la partie inférieure qui, par l'effet de l'écoulement, aurait été réduite à son eau hygroscopique. On conçoit que plus l'issue sera profonde et plus l'évaporation l'emportera sur la capillarité, et plus la couche relativement sèche sera épaisse [413]. Ces différents états s'observent facilement en se ser-

vant d'une terre calcaire ferrugineuse dont la couleur blanche, quand elle est sèche, noircit graduellement à mesure qu'elle devient plus humide.

454. Si, de même, on ouvre un fossé dans une terre qui vient d'être inondée, on verra l'eau couler par la tranche de ce fossé. Le sol adjacent perdra son eau surabondante jusqu'au niveau de son fond, et la partie supérieure se desséchera graduellement par l'évaporation. L'eau s'écoule de la tranche parce qu'elle trouve moins de résistance à cette filtration latérale, qu'elle n'en trouverait à filtrer verticalement à travers un terrain déjà humide. Mais, pendant son trajet, elle se trouve appelée vers le haut par l'action capillaire qu'exercent sur elle les terres déjà desséchées par l'évaporation. Cet obstacle à sa marche latérale croît en raison de la distance qu'elle a à parcourir. Il y a donc un point où l'eau ne peut plus parvenir au fossé, mais a été entièrement absorbée pour rendre de l'humidité aux couches supérieures. C'est ce point qu'il faut trouver pour connaître à quelle distance on devra ouvrir un nouveau fossé parallèle au premier, pour que l'écoulement de l'eau intérieure puisse continuer.

455. Dès les temps les plus anciens, des observations pareilles ont suggéré l'idée de faire égoutter les eaux qui imprègnent le sol au moyen de fréquents fossés parallèles ayant un écoulement. On voit partout des terrains humides traités de cette manière et préservés de l'humidité surabondante.

456. On s'aperçut cependant que ces fossés occupaient une partie notable de la surface des terrains;

qu'en outre ils gênaient les labours par leur rapprochement. On fut ainsi conduit à les recouvrir en ménageant dans leur fond un espace ouvert où les eaux pussent s'écouler. Ces conduits souterrains furent pratiqués soit en comblant la partie inférieure du fossé de pierrailles qui laissaient un vide entre elles; soit en la garnissant de fagots ou de fascines, qui jusqu'à leur entière pourriture soutenaient les terres et créaient un passage pour les eaux; ou en y pratiquant un canal formé de pierres plates verticales soutenant un plafond de pareilles pierres; ou enfin en le garnissant de tuiles creuses faisant voûte, etc. Tous ces procédés ont été pratiqués ou décrits par les auteurs anciens (1).

457. Ils présentaient cependant assez de difficultés et exigeaient d'assez grandes dépenses pour que leur usage ne s'étendît pas beaucoup. En effet, on déplaçait un trop grand cube de terre; avec les outils ordinaires dont on disposait, les ouvriers auraient trouvé trop pénible de ne pas se mettre au large; et d'ailleurs, pour placer des constructions au fond de la tranchée, il fallait laisser la place aux accotements; enfin, ces constructions et le transport d'une grande masse de cailloux étaient très-coûteux; aussi ne pratiquait-on une telle opération que chez les propriétaires riches et soigneux.

458. L'invention anglaise, qui a pris le nom de *drainage*, consiste précisément à supprimer ces obstacles en

---

(1) Columelle, lib. II, cap. I; Olivier de Serres, liv. II, chap. I.

faisant des fossés de moindre dimension, et en formant le canal souterrain au moyen de tuyaux de poterie. On a observé qu'il suffisait d'un tuyau de 30 millimètres de diamètre intérieur pour ouvrir un passage souterrain capable de recevoir les eaux qui s'écoulent du prisme de terre compris entre deux fosses, et en les faisant aboutir à des tuyaux collecteurs de 75 millimètres de diamètre. Le plafond du fossé peut donc n'avoir que 1 décimètre de largeur, et cette largeur est suffisante pour placer les pieds des ouvriers l'un devant l'autre, et pour y loger les tuyaux. Ainsi, en adoptant la profondeur de 1 mètre à $1^m.50$ pour les tranchées (drains), en leur donnant 40 centimètres d'ouverture au sommet, on a une surface transversale de $0^m.24$, et sur 1 mètre de longueur $\frac{1}{4}$ de mètre cube de terre à enlever. Quelle différence entre ces dimensions et les énormes ouvertures des anciens fossés! Mais aussi il a fallu employer de nouveaux outils pour travailler dans des tranchées si étroites. Au fond de ces tranchées sont placés bout à bout, sans s'emboîter, des tuyaux de la longueur de 33 centimètres. L'eau pénètre dans les tuyaux par les intervalles qui les séparent, quelque bien qu'ils soient juxtaposés. C'est l'issue que nous avions pratiquée au fond de notre flacon d'expérience [452], et qui en remplit parfaitement le rôle. Il n'entre pas dans notre plan de donner les détails de l'opération du drainage, que l'on trouvera décrits par des auteurs qui s'en sont occupés spécialement (1).

---

(1) Barral, t. II de la 2e édition du *Traité de drainage*.

459. Quand le niveau où doivent aboutir les eaux d'écoulement est trop élevé, il n'est pas possible de creuser des tranchées de 1 mètre à 1^{m}.50, et il faut bien se résigner à leur donner moins de profondeur. Alors la couche de terre qui reste humide se trouve plus près de la surface et l'abreuve plus facilement par capillarité. Il faut donc faciliter l'écoulement en rapprochant les tranchées [454]. Les faits que nous possédons ne peuvent servir de base à une théorie. Nous trouvons bien qu'en général, dans les terrains argileux, il suffit de tranchées de 1^{m}.10 de profondeur, distantes de 8 mètres; mais on nous cite aussi des exemples de distances de 100 mètres avec une profondeur de 2^{m}.26 (1). La nature du terrain traversé doit avoir une grande influence sur ces résultats. Ainsi, dans les argiles plastiques, il n'y aura pas d'écoulement, ils ne se dessèchent que par l'évaporation de leur surface et de l'intérieur. Nous avons vu des drainages produire leurs effets sans aucun écoulement par les tuyaux. Mais la plupart des argiles sont loin d'être imperméables; elles sont mêlées le plus souvent de silice et de calcaire et elles sont d'ailleurs sujettes à se crevasser [407]. Les tranchées traversent dans leur marche des couches de nature très-différente; creusées ici dans l'argile pure, elles traversent plus loin des masses sablonneuses ou des tas de graviers.

460. S'appuyant sur cette grande variété des couches

---

(1) Barral, *Drainage des terres arables*, 1re édition, p. 756 et suiv.

intérieures de la terre, M. Trimmer et lord Berners veulent que l'on ouvre dans les différentes parties du champ des fosses de 0m.60 de largeur sur 1m.20 de longueur et 1m.20 à 1m.50 de profondeur. Si les unes sont remplies d'eau tandis que d'autres seront vides, on en conclura que les premières sont placées dans des espaces formés par des terres imperméables, tandis que les autres répondent à des couches perméables. Il ne s'agirait alors que de combiner les travaux en partant des parties du terrain imperméable, pour les faire aboutir aux parties perméables, où les eaux seront absorbées (1). Ce qui simplifie beaucoup le tracé du drainage et les travaux qu'il nécessite.

461. Mais il arrivera plus souvent, surtout dans les pays en plaine, que les terrains seront formés des mêmes couches et d'un sous-sol imperméable. Alors, pour déterminer la distance à donner aux tranchées, on ouvrira une tranchée qui ait un écoulement, et de la profondeur que l'on se propose de donner à celle de l'opération définitive. On creuse ensuite, à droite et à gauche et perpendiculairement à l'axe de la tranchée, écartés l'un de l'autre de 40 à 50 centimètres, une série de trous de sonde. Deux jours après la fin des grandes pluies, ou deux jours après leur percement dans les terrains habituellement humides, on mesure la profondeur où l'eau est descendue dans ces trous. L'écartement des tranchées devra être le double de la distance de

(1) *Journal d'agriculture pratique*, mars 1856, p. 277 et suiv.

la tranchée d'essai au trou où l'eau ne sera pas descendue à 50 centimètres au moins. Cette expérience doit être tentée à la fois dans diverses parties du champ.

462. Un point non moins important, c'est la direction que doivent avoir les tranchées. En général, on ouvre un fossé collecteur dans la direction de la plus grande pente, et l'on y fait aboutir obliquement les tranchées secondaires, parallèles entre elles, de sorte que chaque fossé collecteur est accompagné d'une série de tranchées parallèles, écartées comme on l'a déterminé par l'expérience d'essai [461], ce qui forme une sorte d'arête de poisson sur le plan du terrain ; chacun des plans diversement inclinés et orientés du terrain auront leur fossé collecteur.

463. L'air extérieur pénètre dans le terrain par les tuyaux, en remplaçant l'eau qui s'écoule. Sous son influence et sous celle de l'augmentation de chaleur, la fermentation s'établit dans les matières organiques que contient le sol; de sorte qu'une terre qui dans son état d'humidité paraissait infertile, se montre féconde par la formation de l'ammoniaque qui imprègne le terrain et s'écoule à la surface, où il peut être absorbé par les plantes. De plus, cet ammoniaque se transforme aussi en acide azotique et produit des azotates, comme le prouvent les analyses des eaux de drainage, effectuées par M. Barral [137, 140]. Enfin, l'oxygène de l'air qui pénètre par les tuyaux filtrant à travers les terres humides, poreuses et alcalines, se transforme en acide azotique, d'après les expériences de M. Cloës. (*Appen-*

dice, n° **12.**) Ces azotates ainsi entraînés hors du terrain par les eaux qui s'écoulent constituent sans doute une perte, mais une perte seulement partielle de substances qui étaient inertes avant le drainage. Cette opération les crée, pour ainsi dire, à condition qu'elle entrera en partage avec le terrain. Ce fait est d'ailleurs un enseignement pour restreindre le drainage aux cas où le défoncement serait insuffisant ou trop coûteux, et pour n'en pas faire une règle applicable indifféremment à toutes les terres humides. L'engouement se mêle trop souvent à toutes les pratiques nouvelles, et nous avons vu non-seulement des terrains qu'un défoncement de 40 centimètres aurait desséchés, mais encore des terres, qui n'étaient humides qu'accidentellement, stérilisées par cette opération qui leur enlevait toute l'humidité nécessaire pour l'alimentation des herbages pendant l'été.

464. Quand, dans les terrains inondés, le niveau de l'eau approche de la superficie et que l'on n'a pas la pente nécessaire pour l'écoulement, on peut y remédier en dédoublant le terrain. Cette opération consiste à creuser de larges fossés dont on rejette la terre sur des planches intermédiaires. La largeur des fossés et leur profondeur doivent être réglées relativement à la largeur des planches, de manière à pouvoir exhausser celles-ci de la quantité nécessaire. Ainsi, les fossés ayant une largeur égale à celle des planches, si on les creuse d'un mètre, on exhaussera les planches d'un mètre au-dessus du niveau de l'eau qui effleurait la surface. Nous avons vu pratiquer cette opération avec beaucoup de succès

dans les marais qui bordent le Rhône entre Saint-Maurice et Martigny-en-Valais.

465. Les opérations qui mettent à sec les étangs, les lacs, au moyen de canaux ou de machines, appartiennent à un ordre de travaux qui doivent être dirigés par des ingénieurs.

CHAPITRE VII.

Ténacité du sol.

466. La ténacité ou cohésion des terres est cette propriété qui fait adhérer leurs particules entre elles, de manière à exiger une force plus ou moins grande pour les séparer. On a appelé ténacité normale celle que les terres offrent quand elles ont été mouillées, puis pressées, corroyées et séchées ; on la mesure en soumettant les corps qui en résultent à une pression ou à un choc. A cet effet, on moule ordinairement la terre à essayer sous la forme d'un prisme, que l'on fait porter sur deux points d'appui ; on place ensuite un poids à égale distance de ces deux points. Le poids qui occasionne la rupture, comparé à la surface de rupture, indique la ténacité de la terre (1). Dans les expériences de Schübler, la surface de rupture serait de 225 millimètres

(1) *Cours d'agriculture*, t. I, p. 144 et suiv.

carrés. C'est ainsi que l'on a trouvé les chiffres suivants pour la ténacité de différentes terres :

Sable siliceux.	0k.00
Sable calcaire.	0k.00
Terre calcaire fine.	1k.00
Gypse.	1k.33
Argile pure.	18k.22

467. Mais, dans la nature, cette ténacité est très-variable. Après avoir été pulvérisé, le terrain se tasse par la pression, par la chute de la pluie, par la simple humectation, qui ramène ses particules au contact et augmente leur ténacité après la dessiccation. La ténacité diminue dans toutes les terres quand l'eau s'interpose entre leurs particules. Les gelées, en augmentant le volume de l'eau interposée, sépare aussi ces particules, qui ne peuvent se rejoindre au dégel. L'humidité communique de la ténacité au sable par la cohésion de l'eau avec les grains de sable et l'union qu'elle crée entre eux.

468. Il arrive aussi que la gelée, pénétrant peu profondément, sépare le sol du sous-sol, soulève toutes les couches supérieures avec les plantes qui y sont enracinées; celles-ci, retombant au dégel avec le sol réduit en poussière, se trouvent privées de leur support et de leur communication avec le réservoir inférieur. Dans les terrains calcaires, la pulvérisation du sol est quelquefois telle, que les vents le soulèvent et l'emportent.

469. Au milieu de tant de causes de variation, ce qui importe à l'agriculteur, c'est moins de connaître la té-

nacité normale du sol que la résistance actuelle qu'il opposera aux instruments ; c'est ce que l'on obtient au moyen de la *bêche dynamométrique* (1). La quantité de l'enfoncement en terre, comparée à la largeur de la bêche et à son poids, nous donne la résistance du sol à la pénétration. Soit une bêche pesant $2^k.75$ et ayant $0^m.150$ de largeur ; admettons que la profondeur dont elle s'enfonce soit $0^m.050$. Si $2^k.75$ ouvrent la terre à 50 millimètres de profondeur sur une largeur de 150 millimètres, il faudra $18^k.33$ pour l'ouvrir sur la largeur de 1 mètre à la même profondeur, et $366^k.6$ pour l'ouvrir à la profondeur de 1 mètre. Reportons maintenant dans le sens horizontal ce que nous avons effectué dans le sens vertical, et nous aurons $733^k.2$ pour séparer un mètre cube de son voisin et du sol inférieur. Ainsi, connaissant le poids P de la bêche dynamométrique, sa largeur L, la quantité C dont elle s'enfonce dans le sol, nous obtiendrons la résistance qu'offre un mètre cube de terre à sa séparation par la formule $\frac{2\,P}{L \times C}$. Pour les instruments qui, comme les charrues, font l'ouvrage en plusieurs fois, séparant à chaque retour la terre d'un sillon de la terre voisine, il faut multiplier $\frac{P}{L \times C}$ non plus par 2, mais par le quotient de 1 mètre par la largeur de chaque sillon augmenté d'une unité. Ainsi le sillon ayant 200 millimètres de largeur, nous aurons pour la résistance nécessaire pour séparer 1 mètre cube de terre $\frac{P}{L \times C} \times \left(\frac{1}{0.2} + 1\right)$, ce qui, dans le cas

---

(1) C'est un fer de bêche que l'on fait tomber verticalement de 1 mètre de hauteur.

indiqué ci-dessus, nous donnera $\frac{2^{k}.75}{0.15 \times 0.05} \times 6 =$ 2,199^{k},6. Mais ce dernier calcul n'est pas applicable, s'il ne s'agit que d'apprécier une seule raie de charrue; il faut alors se reporter à la première formule. Par ces deux déterminations, on a la valeur approximative de la résistance de la terre à la pénétration; mais quand, en outre, il s'agit de la soulever, comme dans le travail de la charrue, il faut ajouter aux chiffres que donnent les formules le poids de la terre multiplié par la hauteur à laquelle on l'élève exprimée en mètres. Ainsi dans le labour d'un sol tel que nous venons de l'indiquer plus haut, creusé à la profondeur de 25 centimètres, nous soulevons le prisme de terre par un de ses angles pour lui faire faire ce genre de conversion; c'est-à-dire que nous élevons la moitié du poids de la terre à 25 centimètres. Sur la terre pesant 1,400 kilogrammes le mètre cube, nous aurons $700 \times 0.25 = 175$, qu'il faudra multiplier par 5 pour avoir cette partie de travail, et le mètre cube de terre aura occasionné la dépense de force suivante : $2{,}199.6 + 875 = 3{,}074^{k}.6$. Ces chiffres approchés ne peuvent avoir l'exactitude des calculs détaillés que nous avons donnés dans le *Cours d'agriculture* (1).

470. Nous ferons remarquer que les terres les plus tenaces sont celles qui conservent le mieux l'humidité, parce qu'elles laissent circuler moins aisément l'air, agent de l'évaporation. Il s'ensuit d'abord que les plantes éprouvant plus de résistance à pénétrer dans ces ter-

(1) T. III, p. 172 et suiv.

rains, leurs racines s'y enfoncent moins et ont moins besoin de s'y enfoncer pour y trouver la dose d'humidité nécessaire et ne pas être privées du contact de l'air dont le renouvellement est si utile à la végétation ; que d'ailleurs, à cette petite profondeur, elles trouvent tout l'appui nécessaire contre les vents. Il s'ensuit aussi que les plantes s'enracinent plus profondément dans les sols peu tenaces, où les racines trouvent moins de résistance, et où elles ne rencontrent l'humidité qu'à une plus grande profondeur, tout en conservant le contact de l'air, qui y circule plus librement, et en acquérant la stabilité qu'un appui moins ferme ne leur offrirait pas aussi près de la surface.

471. Il arrivera ensuite que les pluies tassant le sol, les plantes se trouveront serrées ou collées dans les terres trop tenaces, que leurs racines manqueront d'air, tandis que dans les terres légères la sécheresse pénétrera plus facilement à la profondeur où les racines se seront établies. Il y a des terres calcaires qui deviennent tellement pulvérulentes par la sécheresse, que l'air y circule trop facilement et qu'il faut des soins agricoles particuliers pour que la végétation y prospère.

472. Telles sont les principales propriétés des terres considérées sous le rapport de la ténacité ; mais l'agriculteur doit aussi tenir grand compte de la résistance qu'elles opposent à ses instruments, résistance qui rend ses travaux plus ou moins difficiles, et qui peut accroître ou diminuer d'une manière notable les frais de ses cultures. Une terre sableuse, où la bêche s'enfonce de 60 millimètres, coûtera moitié moins de travail que celle

où elle ne s'enfonce que de 30 millimètres. Le cultivateur champenois laboure dans la craie des espaces immenses, et là où, sur des terrains argileux, il serait obligé de se restreindre à des surfaces beaucoup moindres. On conçoit combien il importe d'étudier les circonscriptions où les terrains ont la moindre ténacité, pour distribuer en conséquence les travaux de l'année, dans les saisons où ils seraient le moins pénibles.

CHAPITRE VIII.

Moyens de modifier la cohésion du sol.

473. Le terrain que l'on veut cultiver peut être trop tenace ou trop meuble. Les moyens que l'on emploie pour modifier ces qualités sont permanents ou passagers.

§ 1. — Moyens permanents.

474. Quand il s'agit d'un amendement permanent du terrain, l'idée la plus simple, celle qui vient la première, c'est d'y transporter et d'y mêler une dose suffisante d'une nature de terre qui ait des qualités opposées. Sur la terre compacte, on transporterait des menus graviers, des sables, des marnes. On pourrait même couvrir entièrement le sol d'une couche de terre qui eût les qualités que l'on désire. On voit quelquefois exécuter de tels travaux pour un jardin de luxe, pour un champ voisin de l'habitation et qui doit contribuer à son ornement; de petits propriétaires les entreprennent sur leurs champs

à temps perdu et sans en calculer les dépenses. Ce serait se faire une fausse idée de l'opération que de prétendre l'appliquer à un domaine entier avec les moyens de transport ordinaires. Il y a d'ailleurs d'autres difficultés qui rendent l'opération aussi difficile qu'elle est coûteuse.

475. Si l'on marne une terre argileuse, sa compacité ne permettra pas à la marne, devenue pulvérulente, de s'introduire entre ses particules. Cette poussière tombe dans les cavités produites par la culture et y forme des nids, utiles sans doute à l'alimentation des végétaux, mais qui ne sauraient avoir de l'effet sur la ténacité du sol que si la dose de marne était assez abondante pour constituer le quart ou le tiers de la couche arable. Or, la terre pesant par supposition 1,400 kilogrammes le mètre cube, on a pour le poids d'une tranche de 0m.30 d'épaisseur 420 kilogrammes, ce qui nécessiterait 105 kilogrammes de marne par mètre cube et 1,050,000 kilogrammes par hectare. Si la marne se trouve à une distance de 1 kilomètre seulement, ce sera une dépense de 5,000 francs au minimum.

476. Si l'on se sert de sable pour ameublir l'argile, à mesure que l'on ouvre des sillons, les eaux pluviales y transportent du sable qui à chaque labour tend à s'enfoncer de plus en plus en terre, sans se mêler, molécule à molécule, avec l'argile, qui ne se divise jamais qu'en gros fragments. Le transport des menus graviers fait un meilleur effet, parce qu'ils pénètrent moins facilement dans le fond du sol et restent mêlés à la couche supérieure qu'ils ameublissent; mais il en faut de

grandes quantités pour produire un effet sensible, et les frais d'une pareille opération ne peuvent se mettre en parallèle avec les avantages qui en découleraient. De même si l'on veut rendre plus tenace un terrain léger, l'argile que l'on y transporte s'y incorpore difficilement.

477. Le brûlement des argiles de la surface produit en partie l'effet de changer une faible couche de terrain en une matière semblable au sable et aux petits cailloux; elle a aussi celui de modifier la couleur du terrain et de le rendre plus susceptible d'absorber les rayons solaires. Une pareille opération n'est praticable que dans les lieux où le combustible est abondant et à bon marché.

478. Nous ne pouvons donc beaucoup compter, dans la pratique agricole, sur des opérations aussi exceptionnelles. On les a vantées très-souvent théoriquement, mais elles n'ont jamais été exécutées qu'en petit et quand le rapprochement des terres à mélanger permettait de le faire presque sans frais. Il n'en est plus de même si l'on possède une force gratuite qui transporte la matière à déposer. Or, c'est ce que l'on obtient par le moyen de rivières et de canaux dont les eaux sont troubles, ou que l'on rend troubles artificiellement en y jetant la terre prise sur leurs bords. On appelle cette opération *colmatage* (comblement), d'un mot emprunté à l'italien.

479. Pour faire une colmate, il faut donc pouvoir disposer d'un cours d'eau qui charrie une quantité notable de matières en suspension. Les canaux d'irriga-

tion sont d'autant plus propres à cette destination qu'on emploie leurs eaux d'hiver, toujours plus troubles, et qui ne servent pas dans cette saison à l'arrosement des terres. Il faut d'abord s'assurer de la quantité de limon que l'on peut en obtenir par 1,000 mètres cubes d'eau. Le Rhône n'a, en moyenne, que 1 mètre cube de limon d'eau ; les eaux de la Seine, $0^{mc}.14$; en novembre, après plusieurs jours de pluie, le Rhin contient à Bonn $5^{mc}.7$ de limon ; le Gange, $6^{mc}.6$; le Nil, à Kenné, pendant l'inondation, 13 mètres cubes de limon. D'après l'énoncé de ces quantités, on s'étonne que la vallée du Nil ne s'exhausse que de $0^{m}.138$ par siècle, et celle du Gange, dans une proportion à peu près semblable : c'est que, dans ce cas, les dépôts se font à eau courante.

480. Il en est tout autrement quand on arrête l'eau et qu'on ne lui laisse plus qu'un mouvement lent d'écoulement. La Durance paraît contenir, pendant ses troubles, 26 kilogrammes de limon par mètre cube d'eau, ou $21^{mc}.7$ par 1,000 mètres cubes d'eau. On divise le terrain que l'on veut colmater par de petites chaussées de terre de 70 centimètres de hauteur ; on le partage ensuite intérieurement en pièces de plus en plus petites, à mesure que l'on s'éloigne du point de l'entrée de l'eau, et par des chaussées qui diminuent successivement de 10 centimètres de hauteur. L'eau, parvenue dans la première division, la remplit et puis se déverse dans la seconde, en passant par-dessus la première chaussée ; elle s'écoule au-dessus de la deuxième chaussée, après avoir rempli la deuxième division pour se déverser dans la

troisième division, et successivement d'une division à l'autre. Quand la première division a reçu 50 centimètres de limon, on en détourne l'eau, et c'est la deuxième division qui devient la tête du colmatage. C'est par un semblable procédé que M. Thomas aîné, d'Avignon, crée chaque année trois hectares de bonne terre avec un canal dérivant de la Durance, qui a un débit de 400^{mc} par seconde, et en opérant pendant quatre mois. Ces terrains, de la valeur première de 1,200 francs l'hectare, acquièrent celle de 7,000 francs (1). Nous avons parlé de cette opération d'un de nos compatriotes, parce que nous avions ses chiffres sous les yeux ; mais celle qui a rendu le val de Chiana, en Toscane, à la fertilité et à la salubrité, est une étude que l'on fera avec profit dans l'ouvrage spécial de Fossombrone.

481. On s'est servi aussi des eaux pluviales pour niveler le fond des vallées en régularisant les pentes des collines des environs de Sienne. On réunit ces eaux à mesure de leur chute dans des réservoirs, ensuite on les dirige contre la base des saillants qu'elles doivent saper ; on les charge à la pelle de matières terrestres et on les conduit au lieu où elles doivent déposer leur fardeau (2).

482. Aux environs de Salerne, en Provence, on creuse une succession de fosses, dans lesquelles on fait entrer

---

(1) *Annales des ponts et chaussées*, 1850, 2e semestre, p. 172 et suiv. — Mémoire de M. Conte.

(2) Giomel. *Agrono di Toscani*, 1828. *Annales administratives de l'agriculture*, t. 1, p. 30.

les eaux troubles de la Durance, et chaque année on vide les dépôts qui s'y forment pour les transporter sur les champs (1).

§ 2. — Moyens passagers périodiques pour vaincre la cohésion.

483. Nous allons maintenant parler des moyens de vaincre la cohésion des particules du sol, qui n'agissent que passagèrement et doivent être renouvelés. Le premier de ces moyens est l'emploi de l'eau qui, versée sur le terrain, se glisse entre ses particules, rompt leur cohésion, dégage les racines et les tiges de la pression que cette cohésion exerçait, et permet aux instruments de pénétrer dans un sol que son dessèchement rendait inattaquable à leur action. Dans les pays méridionaux, on se sert fréquemment de ce moyen pour effectuer des labours d'été, soit quand on veut défricher des prairies temporaires, soit s'il s'agit d'arracher des racines comme celles de la garance, soit enfin pour préparer la terre à un ensemencement immédiat d'une récolte dérobée (récolte qui suit la moisson). Comme la couche superficielle est alors saturée d'eau, il faut attendre un jour ou deux après l'inondation pour qu'elle soit ramenée à l'humidité normale de 15 pour 100 de son poids d'eau avant de commencer les labours.

---

(1) Belleval, *Annales de l'agriculture française*, 2e série, t. XIV, p. 261.

484. Le feu est un autre moyen de diminuer la ténacité du sol. Quand la chaleur de l'été a desséché le terrain, c'est la couche superficielle qui est la plus durcie; or, si, après la moisson, on incendie les chaumes chargés de mauvaises herbes, cette surface se pulvérise, et l'on peut y exécuter des labours qui auparavant étaient impossibles. Quand on veut faire cette opération, il est bon de couper le chaume un peu haut.

485. Vient ensuite l'emploi des forces mécaniques. Pour ameublir le sol, c'est-à-dire pour le pulvériser jusqu'à un certain point, on peut procéder de plusieurs manières : 1° couper le sol par tranches verticales, c'est ce que l'on fait au moyen d'un coutre (*culter*, couteau); plusieurs coutres réunis sur un même bâtis produisent les scarificateurs; 2° couper le sol en tranches horizontales qui détachent la couche supérieure de l'inférieure; le soc, couteau dirigé horizontalement, sert à opérer cette section; plusieurs socs attachés au même bâtis prennent le nom d'extirpateurs ; 3° soulever la terre et la retourner, ce qui s'effectue par le moyen d'un plan incliné qui glisse sous les couches déjà détachées du fond, les élève par sa progression en avant, c'est ce qu'on appelle le versoir, qui, adapté seul ou par paire à une monture, donne le butoir; les trois organes, coutre, soc, versoir, réunis à la fois sur le même bâtis, constituent la charrue, soulevant et formant la terre en longs prismes qui prennent le nom de guérets ; 4° faire pénétrer verticalement dans la terre un instrument tranchant, soit par pression, soit par impulsion, puis le faire basculer en agissant comme sur un bras de levier,

et en détachant un prisme de terre d'une longueur à peu près égale à sa largeur, que l'on appelle motte; c'est ce qui s'opère par le moyen de la bêche, qui porte la motte en avant, l'ouvrier travaillant en reculant, ou par le moyen de la pioche et de la houe, qui porte la motte en arrière, l'ouvrier travaillant en avançant sur son travail; on a imaginé des instruments qui réunissent plusieurs bêches sur le même bâtis, ce qui a donné la défonceuse de Guibal, de Castres, et la machine à défoncer de Barrat; 5° enfin on peut, par la pression, écraser et pulvériser les guérets et les mottes; c'est ce que l'on fait au moyen de la masse ou des cylindres pesants (rouleaux). C'est à la mécanique agricole à faire connaître en détail ces divers instruments, et à calculer la force qu'ils exigent et la perte qu'ils font subir à cette force (1).

486. De ces différents instruments, les uns, la bêche, la pioche, la houe, sont des instruments à main mis en mouvement par des hommes; les autres sont des instruments qui exigent une force supérieure à celle de l'homme et qui sont mus par les animaux, par la vapeur, etc. La cherté relative de la main-d'œuvre a banni les premiers des grandes exploitations, excepté pour certains travaux exceptionnels qui demandent l'application de moyens variables à chaque instant et qui veulent être conduits avec le concours constant de l'intelligence, comme la culture entre les lignes serrées

(1) *Cours d'agriculture*, t. III.

de plantes, les transplantations, les semis, l'arrachage et le triage des racines, le creusement de fossés profonds dans lesquels les instruments ne pourraient opérer. Les petits propriétaires qui manquent des moyens de se procurer les forces animales se servent seuls de ces instruments dans le courant de leur culture, et leur tendance est de s'en affranchir et d'adopter ceux qui sont mus par les animaux et dont l'usage est général dans la grande culture.

487. Quand on veut ameublir un terrain inculte ou négligé depuis longtemps, l'opération que l'on effectue prend le nom de défrichement. Il s'agit alors d'obtenir un ameublissement profond pour préparer aux récoltes un sol où elles puissent prospérer. Cet approfondissement du sol ou défoncement peut s'obtenir par l'ameublissement successif de haut en bas des différentes couches. On y parvient de plusieurs manières, et d'abord par le travail à bras, au moyen de la pioche ou de la bêche. On creuse une tranchée de la profondeur voulue; on ouvre ensuite, côte à côte, une seconde tranchée parallèle à la première en remblayant celle-ci par le déblai de l'autre; c'est l'opération qu'on appelle *effondrement*, et par le moyen de laquelle on change l'ordre de superposition des couches. Ce mode, très-utile dans les pays de montagnes, où les couches pierreuses de la surface recouvrent souvent des couches de terre végétale, peut être apprécié par le prix du déblai d'un mètre cube de terre. Selon la nature plus ou moins compacte du sol, il coûte d'un demi à 1 kilogramme de froment par mètre cube.

488. S'agit-il du défrichement d'un terrain rempli de racines de plantes vivaces, on peut aussi en venir à bout par l'effondrement à la main, et souvent ce travail s'opère presque gratuitement en abandonnant les racines à l'ouvrier, dans les pays où le bois est cher. Mais, si l'on veut opérer avec la charrue, il faut donner au travail une profondeur qui atteigne le niveau où plongent les racines.

489. Si l'on veut seulement approfondir la couche arable d'un terrain qui ne présente d'autre obstacle que sa seule ténacité, on peut aussi opérer par un seul trait de charrue, comme nous venons de le dire précédemment (488). Ces cultures profondes à la charrue exigent un fort tirage. Ainsi, pour pénétrer à 30 centimètres dans un terrain qui a 36 millimètres de ténacité à la bêche dynamométrique, on devra employer 12 chevaux qui ne labourent que 20 à 25 ares par jour. La résistance indéterminée qu'opposent les racines et les pierres exigent souvent 20 à 24 chevaux ou bœufs. Dans ces travaux, on est souvent arrêté par les bris des charrues, si l'on n'a pas eu soin de se pourvoir d'instruments de rechange.

490. Le même travail se fait plus aisément en employant deux charrues qui passent consécutivement dans la même raie. Si l'on ne veut pas ramener la terre du fond à la surface, la seconde charrue n'a pas de versoir. C'est dans ce système que sont construites les charrues sous-sol. Dans ce cas aussi on peut se borner à faire passer au fond des sillons ouverts par la première charrue un fer scarificateur à plusieurs socs

(tel que le *sub-soil plough* d'Howard); mais si l'on veut ramener au-dessus la terre du fond, comme cela convient quand elle est de bonne nature, on se sert de la charrue Bonnet, qui remplit parfaitement cet objet (1). Le défoncement de la seconde couche peut aussi se faire à bras, en faisant creuser à la pioche ou bêcher le fond des sillons ouverts par les charrues. Cette opération prend le nom de pelleversage (2).

491. Si la terre que l'on veut défricher est gazonnée ou couverte d'arbustes à racines peu profondes, tels que la bruyère, on fait précéder le labour par l'écobuage du terrain. Cette opération consiste à enlever avec une houe à main un peu recourbée la couche superficielle du terrain, à la profondeur des racines du gazon. M. de Turbilly exigeait une profondeur de 11 centimètres; mais M. Rieffel croit qu'elle est exagérée et surpasserait les forces de l'ouvrier. Les gazons sont renversés, et, quand ils sont secs, on en forme des fourneaux auxquels on met le feu; les cendres sont ensuite répandues sur le terrain, qui recevra alors un coup de charrue (3). On pratique encore d'autres modes de défrichement dont la description nous entraînerait trop loin (4).

492. Mais un terrain une fois défriché, il faut entretenir à l'état meuble ses couches supérieures, où se passent les phénomènes de la végétation; c'est ce que

---

(1) *Cours d'agriculture*, t. III, p. 179.
(2) *Ibid*, p. 341.
(3) *Agronomie*, § 295, et *Cours d'agriculture*, t. III, p. 348.
(4) *Cours d'agriculture*, t. III, p. 346.

l'on fait au moyen de cultures réitérées. Sans recourir aux moyens d'expériences que nous avons indiqués plus haut [466-469], on donne dans la pratique le nom de tenace à un terrain où, dans son état de sécheresse, la motte et le guéret ne se pulvérisent pas quand ils sont soulevés et renversés, mais conservent leur forme et leur intégrité. Nous disons que le sol est naturellement meuble, quand la motte et le guéret se pulvérisent d'eux-mêmes ou par une légère pression. Ces deux états de la terre exigent une marche différente de la culture.

493. Cette culture a non-seulement pour but d'ameublir la terre, mais aussi de détruire toute végétation étrangère à celle que l'on veut y faire vivre et prospérer, et d'exposer la plus grande surface possible du sol au contact de l'air extérieur, afin qu'il puisse recueillir au profit des plantes les gaz fécondants répandus dans l'atmosphère, favoriser la fermentation des matières organiques et introduire dans les interstices du sol poreux l'oxygène ozoné qui, sous l'influence des alcalis contenus dans la terre, y produit l'acide azotique (*Appendice*, n° 12). Pour l'accomplissement de ces différents objets, la manière d'opérer n'est pas indifférente. Il faut soulever la terre, de manière à ce qu'elle présente le plus longtemps possible la plus grande surface possible à l'air. Au lieu de la surface plane qu'offrait le sol avant le labour, il faut lui donner une forme anguleuse, accidentée, présentant de nombreuses faces. On obtient ce résultat en produisant les mottes nombreuses formées par la bêche, par exemple, qui présentent, chacune indivi-

duellement, au lieu de la surface supérieure seule, ses six faces exposées à l'air, car la face inférieure elle-même ne repose le plus souvent sur le sous-sol que par un angle ou une arête et à l'état d'équilibre instable. Voilà ce qu'il est facile d'obtenir dans un sol tenace, soit par le travail de la bêche, le plus parfait de tous, soit par celui de la pioche ou de la charrue, dont les guérets sont cependant bien moins subdivisés que les mottes de la bêche.

494. Ce premier labour doit être donné le plus tôt possible, afin de n'être pas pressé de pulvériser les mottes par la nécessité d'un nouvel ensemencement. Dans les terres bien conduites, on le fait dès que le sol est assaisonné après la moisson. Nous disons qu'une terre est *assaisonnée* quand elle est dans cet état d'humidité moyen qui permet de la bêcher et de la labourer sans que la terre s'attache aux instruments. Si le nouvel ensemencement doit avoir lieu en automne, les guérets restent entiers pendant deux mois seulement. Quelques jours avant le semis, on passe un fort rouleau (le rouleau Crosskill par exemple), puis on donne un coup de herse, et la terre se trouve ainsi pulvérisée et préparée à recevoir la semence. Cependant, quand les herbes adventives pullulent abondamment, le coup de rouleau doit précéder de quinze à vingt jours l'époque du semis, pour donner le temps de germer aux graines de ces plantes et afin de pouvoir s'en débarrasser au moyen d'un coup de scarificateur ou d'extirpateur, selon leur nature.

495. Si le nouvel ensemencement ne doit avoir lieu

qu'au printemps suivant, on laisse le guéret entier pendant tout l'hiver. Les pluies et la gelée l'ayant pénétré et ayant rompu l'adhérence de ses parties, il tombe ordinairement en poussière de lui-même et par un simple coup de herse à la fin des grands froids. On attend ensuite la pousse des herbes adventives dont les graines mises à nu par la pulvérisation du sol sont disposées à germer. On détruit plus tard les jeunes pousses par une scarification soignée avant de confier de nouvelles semences à la terre. Si l'on fait une jachère complète, on renverse ces plantes par un nouveau labour, et l'on maintient la terre nette par des scarifications répétées à l'approche de chaque génération de ces herbes importunes.

496. Quant aux sols naturellement meubles, après un premier labour qui rompt l'adhérence de la surface, il suffira de les maintenir nets de plantes sauvages par l'emploi des scarificateurs, jusqu'à l'époque où on voudra les ensemencer de nouveau.

497. Si le terrain est gazonné ou abondamment couvert d'herbes lors du premier labour, on se sert d'une charrue qui ne creuse pas profondément, mais qui renverse complétement le gazon, de manière que la surface supérieure du gazon soit couchée au fond des sillons et que ses racines soient en l'air. On attend que les herbes soient pourries, et l'on déchire alors le guéret au moyen de vigoureux scarificateurs. C'est ce genre de travail que font les charrues anglaises; mais en même temps et pour approfondir l'ameublissement de la terre, on les fait suivre de charrues sous-sol et de forts scarificateurs, qui

creusent les sillons jusqu'à 30 et 40 centimètres de profondeur [490].

498. C'est par l'emploi judicieux de ces différents moyens que l'on défriche les terres nouvelles et qu'on les entretient dans un état convenable d'ameublissement. Est-ce à dire que la mécanique agricole soit parvenue à sa perfection et qu'il n'y ait pas à lui demander d'autres services? Quand on voit nos meilleurs instruments exiger de 4 à 5 mille kilogrammètres de travail (1) pour trancher et élever à une petite hauteur (10 à 20 centimètres) un mètre cube de terre pesant de 1,200 à 1,400 kilogrammes et, d'une ténuité exigeant 1,400 kilogrammes de force par mètre, on peut légitimement en douter. Il faut probablement tenter de nouvelles voies et ne pas rester indéfiniment dans la routine de la charrue.

§ 3. — Des forces mécaniques.

499. Pour accomplir les travaux que nous venons de décrire dans les paragraphes précédents, l'agriculteur peut disposer des mêmes forces que les autres industries mécaniques : les chutes d'eau, le vent, la vapeur, la force musculaire de l'homme et des animaux.

---

(1) *Rapport sur l'Exposition universelle de* 1855, *instruments aratoires* (M. Barral, rapporteur).

500. On ne se donne pas à volonté une chute d'eau; mais quand on la possède, elle peut être utilisée de plusieurs manières. On s'en sert, comme force motrice, pour élever les eaux d'irrigation, les engrais liquides; pour dépiquer les grains, hacher la paille, couper les racines, concasser les matières minérales, le plâtre, les phosphates, ainsi que les tourteaux. Mais cette force ne pouvant changer de place, elle ne saurait être employée à mouvoir les instruments de culture qui parcourent successivement toute l'étendue de la ferme.

501. Le vent peut servir aux mêmes usages que les chutes d'eau. Il pourrait même être appliqué à des machines mobiles que l'on disséminerait sur différents points; mais son irrégularité ne permet pas de compter sur un travail continu, et son secours vient souvent à manquer au moment où il serait le plus nécessaire, comme, par exemple, quand on voudrait s'en servir pour élever des eaux d'irrigation dans le temps de sécheresse accompagné du calme de l'air. On ne pourrait l'employer avec sécurité à un tel usage qu'en emmagasinant l'eau dans des réservoirs spacieux qui alimenteraient au besoin des canaux d'irrigation, ou qui s'emploieraient comme force au moyen d'une chute; mais ces réservoirs sont coûteux, si la nature n'a pas fait une partie des frais de leur enceinte (1).

502. La vapeur peut servir, comme les chutes d'eau, à faire mouvoir des machines fixes; mais en outre, en

---

(1) *Cours d'agriculture*, t. III, p. 15 et suiv., et t. I, p. 455.

plaçant les chaudières sur un véhicule porté par des roues, on a la machine locomobile qui peut se transporter partout où l'on en a besoin. On peut aller chercher les gerbes sur place pour les dépiquer, les engrais pour les pulvériser, les pailles et les racines pour les hacher. C'est un grand avantage qui permet de consacrer la locomobile à l'usage de plusieurs exploitations, d'en faire une entreprise spéciale au service de tous. Les frères Barrat ont construit une piocheuse mécanique douée de beaucoup d'énergie. On a aussi essayé d'adapter la vapeur à la traction de la charrue. Au moyen d'un cabestan central, attirant à lui deux charrues des deux extrémités d'un champ, on a pu labourer, à la profondeur de 60 à 70 centimètres, 15 à 16 ares par jour, avec une force de quatre chevaux, force qui serait facilement remplacée par la vapeur [appareil de Garcin, de Lisle (Vaucluse)]. Quant aux locomobiles qui marcheraient à la tête de la charrue, elles n'auraient pas un appui suffisant sur le sol pour vaincre la résistance, à moins qu'on ne leur donnât un poids considérable qui consommerait une partie de sa force. Au reste, l'emploi de la vapeur à de pareils usages sera toujours borné. Si les quatre millions de bêtes de travail qu'il y a en France étaient représentés par trois millions de chevaux-vapeur, la consommation de la houille élèverait tellement son prix, que cette force deviendrait beaucoup trop dispendieuse. Le prix d'achat des machines diminue progressivement à mesure que le nombre de charrues qu'elles représentent devient plus considérable. Une machine à un cheval coûtera, par exemple,

le double d'un cheval vivant ; dans celle à six chevaux, chaque cheval ne coûtera pas beaucoup plus que le cheval vivant. La consommation de la houille est, dans l'un des cas, d'autant plus forte relativement que la machine est plus faible.

503. Les forces vivantes diffèrent des forces animées en ce qu'il faut les entretenir même quand elles ne travaillent pas ; ce n'est donc pas, comme pour la machine à vapeur, le combustible consumé pendant le travail, mais la nourriture et l'entretien de 365 jours de l'année, divisé par le nombre de jours de travail, qui constitue leur dépense : c'est ce qui fait l'avantage des forces inanimées dans les travaux souvent interrompus.

504. La force de l'homme sera la première que nous examinerons parmi les forces animées. Le travail qu'elle produit offre de grandes variations, selon les muscles qui y sont appliqués ensemble ou séparément, et surtout selon la continuité ou la discontinuité du travail. Ainsi, faites tirer l'homme par-dessus son épaule, il ne peut ni cesser son effort, car le fardeau l'entraînerait en arrière, ni le réduire, car il faut qu'il avance ; alors il produit un travail mécanique de $10^{k}.9$ par seconde, et en montant une hauteur, un homme du poids de 65 kilogrammes s'élève d'autant plus vite que l'effort est moins prolongé. Coulomb a observé que, montant une rampe de 30 mètres de haut, il s'élevait de $0^{m}.23$ par seconde ; si elle avait 40 mètres, de $0^{m}.16$; et enfin, si la rampe avait 150 mètres, de $0^{m}.125$ seulement. Selon de Saussure, on s'élèverait avec une vitesse verticale de $0^{m}.11$ par seconde dans des ascensions de montagnes, ce qui

donne, pour l'effort expérimental continué pendant toute la journée, $7^{k}.48$ par seconde. S'agit-il maintenant d'élever un fardeau, l'homme chargé d'un poids plus fort que son propre poids ne s'élève plus que de $0^{m}.05$ dans une longue ascension. Comme l'homme emploie les six dixièmes du temps à monter et que pendant les quatre dixièmes restants il n'y a pas d'effet utile, nous avons donc $7.48 \times 0.6 = 4^{k}.69$, dont il faut retrancher le poids du corps multiplié par la vitesse d'ascension, et dans le cas cité $65 \times 0.05 = 3^{k}.25$, il reste donc $4^{k}.69 - 3.25 = 1^{k}.44$ d'effort réellement utile. Quand il s'agit de fardeaux portés à de petites hauteurs, travail sans cesse interrompu par la descente, Coulomb croit qu'on obtiendra la somme du travail produit, en multipliant 3.058 par les 0.72 du nombre de secondes employées à ce travail. Les observations faites dans les travaux publics conduisent à admettre que l'homme déblaye $15^{mc}.6$ de terre par journée de huit heures de travail. Cette quantité varie selon la hauteur du jet de la pelle ; mais elle ne donne jamais plus de 48,515 kilogrammètres par jour ou $1^{km}.69$ par seconde. Ici il y a intermittence entre chaque jet de pelle, intermittence d'autant plus prolongée que l'homme est moins surveillé et moins interressé, car les forts ouvriers, travaillant à la tâche, déblayent jusqu'à 20 mètres cubes par jour. Au lieu du travail de déblai à la pelle, faites travailler l'homme à bêcher un terrain, comme chaque temps de travail produit un plus grand effet et que les intermittences ne sont pas plus fréquentes, la somme de travail de la tournée s'élève à 88,000 mètres cubes ou à $3^{km}.06$ par se-

conde. M. Coignet, officier du génie, a eu l'idée d'employer le poids de l'homme en faisant passer sur une poulie une corde armée de deux plateaux, dont l'un porte l'homme et l'autre le poids à soulever; arrivé en bas, l'homme remonte sur le plateau supérieur au moyen d'une échelle. On est parvenu ainsi à élever journellement le poids de leur corps (70 kilogrammes) 310 fois à la hauteur de 13 mètres, ce qui fait un travail effectif de 282,150 kilogrammètres par jour, $9^{km}.79$ par seconde (1). Nous n'entrerons pas dans des détails plus circonstanciés sur ce que peut produire la force de l'homme. On tendra de plus en plus à l'affranchir de ces travaux pénibles où l'on ne met en jeu que ses muscles. Avec l'aide des animaux, des forces inanimées et de bons instruments, son intelligence et son adresse nous seront d'une bien plus grande utilité. Il deviendra alors le complément nécessaire de ces forces qu'il est appelé à diriger.

505. Les quadrupèdes exercent leur action par un tirage horizontal; elle est généralement proportionnée à leur poids. Dans une expérience, un cheval travaillant d'une manière continue huit heures par jour, déployait une force de 55 kilogrammes avec une vitesse de $0^{m}.90$ par seconde, ce qui donnait un travail mécanique de $49^{km}.5$. Attelé à une noria, il élevait 921 mètres cubes d'eau par jour; il aurait dû en élever 1,584 mètres; il y avait donc 0.40 de force perdue. Le cheval

---

(1) *Cours d'agriculture*, t. III, p. 38 et suiv., et 47 et suiv.

pesant 400 kilogrammes, on voit que son travail mécanique était à son poids dans le rapport de 1 : 8.08, ou de 12 : 100.

506. Les machines font toujours perdre une partie de la force des moteurs ou par les frottements ou par la disposition vicieuse de leurs parties qui agissent dans des directions où elles ne font aucun travail utile. Ainsi on peut donner à la force qui fait mouvoir les instruments des points où elle se perd, comme, par exemple, quand un cheval tire de trop haut et tend à soulever la voiture à laquelle il est attelé. Il ne faut donc jamais compter sur le résultat utile indiqué par l'effort sans connaître le coefficient de la perte, tel qu'il est indiqué par l'expérience. Ainsi, un cheval de 450 kilogrammes de poids devrait produire un travail mécanique de 54 kilogrammètres par seconde ou 1,556,200 kilogrammètres par journée de 8 heures ; supposons-le attelé à une charrue travaillant dans un terrain qui demanderait 112^{k}.5 pour pénétrer à 59 millimètres sur une largeur de 1 mètre [469]. Nous trouvons, d'après les expériences de Trappes, qu'avec certaines charrues on remuera un mètre cube de terre avec 3,409 kilogrammes d'effort; avec d'autres charrues avec 15,451 seulement. Si on labourait à 20 centimètres de profondeur, on aurait à renverser 2,000 mètres cubes par hectare, ce qui exigerait avec les premières charrues 6,818,000 kilogrammes, et avec les secondes 30,902,000. Supposons l'hectare formant un carré de 100 mètres de longueur sur 100 mètres de largeur, les sillons ayant 20 centimètres de largeur, il y aura 500 sillons de 100 mètres

de longueur parcourus chacun en 100 secondes. Le labour entier de l'hectare pourrait donc être fait en 50,000 secondes ou 14 heures. Mais il y a un temps d'arrêt au bout de chaque sillon pour retourner la charrue qui nous donne en moyenne 72 secondes par sillon ou 36,000 secondes pour l'hectare : total 86,000 secondes ou près de 24 heures, ou trois journées de huit heures, en marchant à 1 mètre par seconde et employant utilement $35^{k}.94$ ou les 0.67 de la force. Pour faire le travail avec les premières charrues, nous n'aurions besoin que de 4.39 journées d'un seul cheval $\left(\frac{6,818,000}{1,555,200}\right)$ ou de 2.04 journées de deux chevaux ; et avec les secondes charrues, il nous faudrait près de 20 journées d'un seul cheval ou 5 jours à quatre chevaux. Ces deux exemples montrent combien sont diverses les applications que l'on peut faire de la force d'un cheval, selon la machine que l'on emploie, la résistance que l'on a à vaincre et l'allure que pourront prendre les attelages.

507. Le cheval est capable d'un grand effort, qui surpasse de beaucoup sa force normale, quand il est arrêté par un obstacle ; il le renouvelle même plusieurs fois avant d'y renoncer. Mais si ces efforts sont souvent réitérés, ils finissent par l'épuiser d'une manière très-prolongée et quelquefois très-absolue. Le mulet est moins courageux contre les obstacles imprévus, mais il est capable d'un travail plus long et plus continu ; la construction convexe de son dos le rend aussi d'un excellent usage pour porter des charges. Le cheval porte sur son dos le tiers de son poids à la distance de 46 kilomètres, et la moitié à celle de 28 kilomètres. Le mu-

let et l'âne portent un quart en sus de cette quantité. Ces animaux résistent mieux à la chaleur et aux coups de soleil, qui peuvent causer de graves accidents aux chevaux ; ils digèrent des aliments plus grossiers. Si le foin n'est pas riche en principes azotés, s'il ne possède pas 1.30 à 1.40 par 100 de ces principes, le cheval ne donne un bon service qu'autant que la nourriture est rendue plus riche par l'addition de grains, tels que l'orge ou l'avoine, tandis que le mulet et l'âne utilisent parfaitement les fourrages de très-médiocre qualité.

508. L'allure du bœuf est plus lente que celle du cheval, mais la force qu'il déploie est en rapport inverse de ses allures. Le bœuf travaille d'une manière égale, continue, avec un maximum de résistance que l'on peut évaluer aux 0.12 de son poids avec la vitesse supposée de 1 mètre par seconde, et par conséquent aux 0.18 de son poids à sa vitesse ordinaire de $0^m.66$ à $0^m.67$ par seconde. Mais, de même que le chameau ne se relève pas quand on ajoute le moindre poids à la charge qu'il se sent capable de porter, de même, si le bœuf rencontre un obstacle qui ajoute quelque chose à son travail maximum, une racine, une pierre, il s'arrête sans vouloir tenter aucun effort. La question de préférence entre ces animaux est une question de calcul. En employant plus de temps avec les bœufs, on emploie plus de journées de conducteur ; mais il faut faire entrer aussi en ligne de compte la nature de nourriture que l'on peut fournir ; et, pour le bœuf en particulier, on doit observer que son capital d'achat est rarement perdu, et qu'a-

près avoir travaillé un certain temps, on peut l'engraisser et le vendre, lorsque ses allures se ralentissent et que ses forces diminuent; et qu'enfin ses frais d'entretien, de ferrure et d'harnachement se réduisent presque à rien (1).

---

(1) *Voir*, pour les effets et les produits de toute espèce, le *Cours d'agriculture*, t. III.

CHAPITRE IX.

Conclusions de la deuxième partie.

509. Nous avons fait connaître, dans les chapitres précédents, les effets produits sur la végétation par les diverses circonstances extérieures. En prenant possession d'un terrain pour le soumettre à la culture, l'agriculteur doit apprendre à le connaître, à l'apprécier, pour développer ses bonnes qualités et corriger ses défauts. Nous supposons qu'il s'est préparé à accomplir les prescriptions indiquées dans la première partie de cet ouvrage, et qui sont relatives à la nutrition des plantes, qu'il est prêt à fournir au sol toutes les matières alimentaires qui lui sont nécessaires; il lui reste maintenant à le considérer sous le rapport de ses propriétés physiques.

510. Mais, avant de se livrer à cette étude, nous lui rappellerons qu'il ne doit pas perdre de vue d'autres conditions qui ne sont pas directement du ressort de l'agronomie, mais que l'économie agricole devra lui enseigner. Il devra d'abord rechercher si la position géographique et statistique de ses terres lui permet d'échanger facilement les produits qu'il en retirera et

qui excéderont sa propre consommation, si elles sont situées dans le voisinage d'une population qui possède des moyens d'échange, s'il peut parvenir aux lieux des marchés par des communications faciles. A défaut de ces conditions, il devrait faire entrer en compte les frais de transport qu'il faudrait faire pour atteindre les points où ces avantages se rencontreraient, et les efforts dispendieux et pénibles, quelquefois les luttes et les dangers qui résultent de l'établissement d'une nouvelle population et de la constitution d'une société.

511. Quelque importantes que soient ces conditions économiques, elles le cèdent encore à celles qui se rattachent à l'hygiène. L'air est-il pur? N'est-il pas infecté habituellement, et dans certaines saisons, de miasmes funestes à la santé? Est-on au moins délivré de tout danger pendant la saison des cultures et des récoltes? Puis encore, la température des mois de travail est-elle de nature à être supportée par les travailleurs que l'on veut employer? On sait qu'entre les tropiques, les Européens ne peuvent se livrer à des travaux extérieurs et continus, et alors il faut leur substituer d'autres races qui peuvent braver ces influences. Cette substitution pourra-t-elle se faire par de libres contrats qui ne blessent en rien la morale et sans le concours de mesures de violence et d'injustice?

512. Ces questions résolues, le rôle de l'agronome commence; mais, avant de rechercher ce qui constitue une terre parfaite, rappelons, en peu de mots, les différents caractères qui doivent faire l'objet de notre examen. Ces caractères sont : 1° les saisons végétatives

auxquelles le sol est soumis, 2° sa profondeur, 3° sa ténacité. Nous croyons qu'au moyen de ces trois caractères nous pourrons distinguer et définir toutes les espèces de terres, sous le rapport de l'habitation des plantes, car on ne doit pas perdre de vue que leur composition minérale et organique a fait l'objet de nos études dans la première partie de cet ouvrage.

513. Quant à la répartition des saisons végétales, nous devons considérer la somme des températures de la grande saison et de la saison mineure, puis la réduction que ces saisons subissent par l'effet de la sécheresse. Les saisons ainsi réduites sont les plus essentielles à la culture pour tous les terrains qui ne jouissent pas du privilége de l'irrigation, et ce sont les plus nombreuses. Les deux limites de la culture se trouvent entre ces deux extrêmes ;

	Grande saison.	Grande saison réduite.	Saison mineure.	Saison mineure réduite.
Cayenne. . .	9,782°	6,418°	9,782°	6,418°
Nertschink. .	1,634°	1,634°	924°	924°

514. Dans ces saisons, il faut tenir compte non-seulement du temps où les plantes peuvent végéter, mais encore de celui où peuvent se faire les grands travaux de l'ouverture des terres, les premiers labours. Ainsi, dans le midi de la France, nous n'avons que quatre mois pour opérer ces travaux : mars, avril, octobre et novembre ; soit 122 jours. A Paris, ce travail est possible pendant cinq mois : moitié de mars, avril, mai, septembre, octobre et la moitié de novembre, ou 152 jours.

La faculté des grands travaux est donc, dans les deux localités, comme 122 à 152. On peut donc cultiver une plus grande étendue de terre, avec le même moyen, dans le nord de la France que dans le midi ; mais, dans le nord de l'Europe, la récolte touche de si près au retour des gelées, que le temps des grandes cultures se resserre de nouveau, et que l'étendue de terre qu'il est possible de cultiver diminue.

515. La profondeur du sol assure une bonne répartition de l'humidité et de la chaleur. L'humidité, n'étant pas arrêtée par un sous-sol imperméable ou durci, peut s'y répandre entre un plus grand nombre de particules, se loger dans un plus grand nombre d'interstices ; elle y persiste plus longtemps, n'étant pas enlevée immédiatement par l'évaporation de la surface. La chaleur solaire pénètre aussi entre les molécules de la terre meuble, échauffe l'air interposé, et entretient dans le sol une température moyenne élevée, parce qu'elle y a perdu avec sa qualité de chaleur rayonnante la rapidité qu'elle avait à son entrée, et qu'elle n'y agit plus que par la lente progression de la conductibilité. Dans un sol profond, les racines peuvent se développer dans tous les sens ; elles s'étendent dans un plus grand cube de terre, au lieu de ramper à la surface, sujettes à tous les contrastes d'humidité, de sécheresse, de chaleur et de froid, et elles peuvent y atteindre la plus grande quantité de substances alimentaires. Aussi Thaër (1) esti-

(1) *Principes d'agriculture*, § 747.

mait-il qu'en Allemagne la valeur d'un terrain augmentait de 3 p. 100 par chaque centimètre de profondeur au-dessus de 16 centimètres, et cela jusqu'à 27 centimètres, et qu'elle décroissait dans la même proportion par chaque centimètre moindre que 16 centimètres. L'expérience nous a appris que la valeur du terrain croissait encore de 2 p. 100 par chaque centimètre de 27 à 30 centimètres dans nos climats du midi.

316. La ténacité agit sur les plantes en prolongeant la saison d'humidité, en raison de la diminution de perméabilité qu'elle communique au terrain. Les terres tenaces exigent moins d'eau d'irrigation, pour être tenues dans un état de fraîcheur convenable, que celles qui sont plus meubles. C'est ainsi que dans le midi de la France il suffit d'un arrosement complet tous les quinze jours pour les terres qui n'ont que 0.20 de sable; qu'il faut le réitérer tous les onze jours pour celles qui en ont 0.40; tous les six jours dans celles qui en ont 0.60, et enfin tous les trois jours dans les terres qui ont 0.80 d'élément sablonneux (1).

317. Mais c'est surtout la nécessité d'employer plus de force pour les travaux qui donne de l'importance à la ténacité de la terre. Cette force est en rapport direct avec cette ténacité au moment où les travaux peuvent se commencer, c'est-à-dire quand la terre est ce que les agriculteurs appellent *assaisonnée* [494]. Nous avons vu que c'est par le moyen de la bêche dynamométrique qu'on la constate [469].

---

(1) *Cours d'agriculture*, t. I, p. 380, 3e édition.

518. Ces points rappelés, examinons quel est le type d'une terre parfaite. D'abord ce type de perfection existe-t-il? Il suffit de poser la question pour la résoudre négativement. Chaque plante a ses besoins particuliers, sa manière d'être et de se développer. Nous ne pouvons donc donner aucune règle absolue ; ici tout est relatif, et il y aurait autant de types que d'espèces de végétaux si, sans nous attacher à des différences trop légères, nous ne parvenions à grouper ces besoins en quelques subdivisions qui résumeraient ceux qui sont essentiels à un grand nombre de plantes. Dans nos cultures européennes, nous apercevons distinctement quatre groupes principaux auxquels viendront s'ajouter ceux que fournissent les cultures étrangères. Ces groupes sont : 1° celui des terres qui conviennent aux plantes céréales et aux plantes destinées à porter des graines; 2° celui des terres qui conviennent aux fourrages temporaires pris dans la famille des légumineuses et aux racines pivotantes; 3° celui des terres propres aux prairies permanentes; 4° celui des sols particulièrement convenables pour les arbres et les arbustes.

§ 1. — Terres convenant aux céréales et aux plantes portant graines.

519. Un grand nombre de nos céréales commencent à végéter avec la grande saison végétale, quand la température moyennne de l'air atteint 6°; c'est ce qui a lieu

pour le froment, le seigle, l'orge, etc.; d'autres, telles que le maïs, le millet, le riz, le sorgho, ne poussent qu'au commencement de la saison végétale mineure, quand la température moyenne est de plus de 12° [420]. La somme des températures qui amènent la maturité est très-différente, selon l'état hygrométrique de l'atmosphère, et aussi selon les espèces et les variétés des plantes : c'est ainsi que le grand maïs exige 2,500° et même plus pour certaines variétés, et que le maïs quarantain se contente de 1,500°; le froment mûrit avec 1,800° dans les pays secs et exige 2,500° dans d'autres contrées. Ainsi l'on ne peut tirer un caractère général, pour ces terrains, de la durée des saisons végétales de température.

520. Mais un caractère général de toutes les plantes qui doivent porter des graines, c'est la nécessité d'une humidité suffisante, variable selon les espèces, dans les premières périodes de leur végétation, puis d'une diminution progressive de cette humidité, se terminant à la limite de la sécheresse au moment de la maturité. Tout terrain qui n'offre pas cette progression plus ou moins marquée s'éloigne du type assigné à ces plantes. Ainsi, des printemps secs finissant par des temps humides sont contraires à la réussite de nos céréales. Mais, en désirant de l'humidité au début de la saison végétale, nous entendons toujours que cette humidité sera renfermée dans les bornes que nous avons définies comme constituant une terre fraîche [445], sans quoi nous tomberions dans tous les inconvénients que font éprouver les terres humides.

521. Il n'est pas moins essentiel que le temps sec dure après la maturité, pour faciliter l'enlèvement et la préparation des récoltes.

522. Quand les saisons sont favorables, les plantes réussissent dans les terrains de ténacité très-différente. Ainsi, dans les climats favorisés par une bonne répartition des pluies, on doit préférer les terres légères, sous le rapport de l'économie des travaux ; mais, en général, et si l'on peut se mettre à l'abri de l'humidité excessive, soit par des labours profonds, soit par le drainage ou par d'autres moyens, les terres d'une ténacité moyenne où l'humidité ne diminue que graduellement sont beaucoup préférables. Les terres légères sont trop sujettes à des alternatives de sécheresse quand le commencement du printemps est sec, et alors les plantes manquent de nourriture au moment du plus grand besoin. Ce serait donc, selon nous, des terres d'une ténacité normale de 1 à 2 kilogrammes qui fourniraient le type le plus avantageux pour ces plantes.

523. Les plantes à graines sont communément des plantes annuelles; c'est dire assez que leurs racines s'allongent moins que celles des plantes vivaces. En effet, nous voyons d'excellentes terres à blé dans les environs de Paris dont le sol n'a pas plus de 30 centimètres de profondeur; mais plus on avance vers le Midi, plus cette profondeur devient insuffisante. On a observé des racines de blé pénétrant jusqu'à 1 mètre et plus de profondeur, si elles pouvaient y atteindre de l'eau courante. En fixant donc le type des terres que nous examinons à une profondeur de 30 à 50 centi-

mètres, selon les latitudes, nous croyons déterminer la ténacité la plus convenable.

524. Ainsi, saison végétale variable selon l'espèce cultivée, mais ayant une humidité suffisante au début et décroissante jusqu'à la maturité, profondeur du sol d'au moins 30 centimètres : tel est le type que nous établirons pour les plantes à graines.

§ 2. — Terres convenant aux légumineuses et aux plantes à racines pivotantes.

525. Ce groupe de plantes comprend les plantes fourragères de la famille des légumineuses : la luzerne, le trèfle, le sainfoin, etc.; les betteraves, les carottes, les panais, etc. Le produit de ces plantes étant proportionné à la durée de leur végétation, et cette végétation n'ayant une activité remarquable qu'à partir du commencement de la saison végétale mineure, on peut dire que c'est la durée de cette saison, soit sous le rapport de la température, soit sous celui de l'humidité, qui constitue la valeur des terres dans ce genre de culture.

526. Pour nous en faire une juste idée, comparons ce qui se passe à Alger, à Orange et à Paris, relativement à la culture de la luzerne. Cette plante commence à végéter à une température moyenne de 10° (1) ; sa

(1) Et non pas de 8 degrés comme nous l'avions dit dans le *Cours d'agriculture*, t. IV, p. 425.

saison végétale donne les sommes suivantes de température : à Alger, 6,300°; à Orange, 3,789°; à Paris, 3,132°. Si, dans ces trois localités, la terre se maintient fraîche pendant toute la durée de la saison végétale de température, comme la pousse de la luzerne exige 700° d'une coupe à l'autre, qui se fait généralement à l'apparition des fleurs, ou quand il commence à y avoir temps d'arrêt dans la croissance, nous aurons à Alger neuf coupes, ou plutôt huit coupes et le regain; à Orange, cinq coupes et le regain; à Paris, quatre coupes et un faible regain. Si nous supposons les produits de ces coupes égaux, la valeur de ces terres serait comme 8:5:4. Mais, si le sol subit l'influence de la sécheresse, la pousse de la luzerne, sans être complétement arrêtée, la longueur de la racine lui faisant puiser profondément l'humidité, sera considérablement diminuée: nous n'avons plus à Alger, que 2,226° ou 3 coupes plus 1 faible regain; à Orange, que 1,786° ou 2 coupes plus 1 très-faible regain; à Paris, que 969° ou 1 coupe et 1 regain.

527. Les choses ne se passent pas tout à fait comme nous l'avons dit dans le paragraphe précédent. La luzerne puisant l'humidité profondément par ses longues racines, l'irrigation rend aux terrains tous leurs avantages; mais les coupes faites pendant la sécheresse sont faibles, si elles ne rencontrent pas un sous-sol humide. On voit, par cet exemple, combien l'état continu de fraîcheur est important pour les terres à fourrages temporaires.

528. Voyons ce qui se présente pour les racines. Dans

la betterave, par exemple, l'apparition d'un mérithalle est amenée par une somme de 100° de température moyenne environ; et la formation d'un cercle concentrique de la racine correspond à quatre mérithalles seulement au moment de la naissance de la racine, puis à cinq et enfin à sept, à mesure que la racine grossit; mais le rayon de ces cercles, s'élargissant toujours, leur donnera une beaucoup plus grande masse, à mesure que la végétation s'avancera. Dans les terrains du Midi, sujets à la sécheresse, la végétation n'est jamais complétement suspendue; elle se nourrit de l'humidité rassemblée dans les racines ; mais les cercles concentriques sont alors peu épais et augmentent peu la masse de la racine. Deux champs voisins, l'un sujet aux effets de la sécheresse, l'autre irrigué par infiltration, furent plantés en betteraves, semés en février, selon la méthode Kœcklin : le poids moyen des betteraves fut de $1^{k}.05$ le 25 octobre pour le terrain sec; dans celui qui était maintenu frais, elles pesaient $3^{k}.50$. Dans les deux terrains, elles avaient le même nombre de cercles concentriques. Dans le terrain sec, les racines ne pesaient que $0^{k}.75$ le 20 septembre; alors les pluies arrivaient, et le 25 octobre leur poids était de $1^{k}.05$. Le produit de cinq mois de printemps et d'été avait été de $0.^{k}15$ par mois ; celui d'un mois d'automne avec la terre fraîche avait donné le double, $0^{k}.30$ (1). Nous placerons donc la fraîcheur du terrain parmi les qualités

(1) *Cours d'agriculture*, t. III, p. 83.

exigées par les racines, comme nous l'avons fait pour les fourrages légumineux.

529. La nature même des plantes de ce groupe semblerait devoir placer la profondeur des terrains au premier rang des propriétés qui lui sont nécessaires, et cela est vrai pour celles de ces plantes qui ont une durée prolongée. Ainsi, la luzerne, qui occupe plusieurs années le terrain, en allongeant toujours ses racines dans le sol, ne peut se passer d'un terrain profond ; il en est de même du sainfoin, quand on veut prolonger sa durée. Le trèfle, que l'on défriche au bout d'un an ou de deux ans, n'exige pas un sol aussi épais ; mais la betteravè, qui n'est qu'une *pseudo-racine,* une tige souterraine ayant la forme renflée d'une racine, la betterave sait très-bien pousser cette tige radicellaire hors de terre quand elle trouve des obstacles à s'y enfoncer. Nous avons des variétés de betteraves entièrement aériennes; cette plante est donc bien moins exigeante sous le rapport de la profondeur. Il n'en est pas de même de la carotte et du panais, qui veulent un sol profond pour prospérer ; la garance est dans le même cas. Quant à la pomme de terre et à la patate, nous ne pouvons les classer parmi les plantes à racines pivotantes. Outre que les racines de la pomme de terre ne sont aussi que des tiges souterraines, nous avons souvent éprouvé qu'un labour profond n'avait pour effet que de multiplier et d'allonger ses pousses dans le sol, et de produire des filaments au lieu de tubercules. Les Irlandais cultivent la pomme de terre sur un gazon non défoncé et la recouvrent d'une couche de terre, et ce sont les premiers cul-

tivateurs de pommes de terre du monde; il est vrai que leur climat humide maintient la plante dans un état de fraîcheur constant, malgré la faible couche de terre qui recouvre. La patate présente les mêmes phénomènes et veut être cultivée dans des fosses à bord durci; M. Escudier (du Var) aurait désiré que le fond de sa terre fût pavé, tellement il craignait la divagation des racines qui s'opposaient au grossissement des tubercules (1). Cette méthode, transportée aux Antilles, vient d'y avoir un succès remarquable. En résumé, la profondeur est une qualité nécessaire à certaines de ces plantes, mais ne peut pas être donnée comme inhérente au groupe artificiel que nous avons formé.

530. Quant à la ténacité, la nature des plantes dont il est ici question, la facilité que doivent avoir leurs racines de se développer librement, les difficultés que présente une terre tenace à la récolte des racines profondes, indiquent assez que le terrain doit être naturellement meuble. Ainsi, sous le rapport des obstacles que présente l'arrachage des racines, nous voyons que, dans un travail fait à bras, la récolte de la garance exige, selon les degrés différents de ténacité des terrains, de 180 à 320 journées par hectare. Une ténacité normale qui ne dépasse pas 1 kilogramme nous semble donc être une propriété essentielle des terrains rattachés à ce groupe.

531. Ainsi, une longue durée de la saison mineure

---

(1) *Cours d'agriculture*, t. III, p. 64.

de température et d'humidité, une faible ténacité, mais une profondeur variable, selon la nature des plantes que l'on cultive, tels nous paraissent être les caractères généraux de ce groupe.

§ 3. — Terres propres aux prairies permanentes.

532. Les plantes qui composent les gazons des prairies sont en général des plantes graminées et des plantes légumineuses dont la tendance est de former un gazon dont les racines entrelacées s'enfoncent peu profondément. Ce qu'elles exigent surtout pour se développer d'abord, et pour s'élancer de nouveau quand elles ont été coupées ou mangées de près, c'est une humidité constante de la terre, maintenue au degré que nous avons qualifié du nom de fraîcheur; car, si l'eau excède dans le terrain ou atteint même la quantité que son hygroscopicité lui permet d'absorber, la nature des plantes qui composent la prairie change complétement, et au lieu d'avoir des graminées et des légumineuses, on n'a plus que des cariciées qui donnent un foin aigre et peu nourrissant.

533. La végétation des plantes des prairies commence avec la grande saison végétale ; c'est donc celle-ci qu'il faut prendre pour base des calculs. Plus cette saison de température et d'humidité dure, et plus l'herbe se reproduit et fournit des repousses nombreuses. Quand l'eau ne manque pas, on obtient une coupe avec

une somme de 1,000° environ de température moyenne, pourvu que l'on fauche le pré en fleur et avant la formation des graines. Ainsi nous pourrons avoir à Orange quatre coupes et un regain; à Alger, six coupes et un regain; à Paris, trois coupes et un regain. Le retard que l'on apporte aux fauchages réduit ces produits d'une coupe; mais en Lombardie, où l'on apprécie la qualité du foin jeune pour la nourriture des vaches, on fauche quatre fois avec une saison majeure de la même longueur qu'à Orange, où l'on ne fauche que trois fois.

534. Les prairies sèches s'arrêtent dès que le terrain est descendu au-dessous de l'état de fraîcheur. Si la longueur de la saison le permet, on a ensuite un regain en automne, quand la sécheresse du sol a cessé.

535. La profondeur du sol importe peu aux prairies constamment fraîches qui prospèrent sur un sol très-mince. Un sol profond est même un inconvénient en ce qu'il favorise la croissance des plantes à racines pivotantes, qui occupent une grande place : tels sont les grands ombellifères, les chardons, la bardane, et, dans les montagnes, les gentianes, les aconits, etc. D'ailleurs, dans les prés arrosés, le sol profond absorbe une beaucoup plus grande quantité d'eau, ce qui est bien à considérer quand on n'en a pas à discrétion.

536. Cette dernière raison et la considération de la facilité avec laquelle l'évaporation dessèche les terres légères font naturellement préférer les terres fortes. Les prairies y viennent très-bien, et en les consacrant à ce genre de produits, on les soustrait d'ailleurs à la culture toujours très-coûteuse des sols tenaces.

537. Ainsi, une longue saison végétale de température et d'humidité et une ténacité suffisante, tel est le caractère du groupe de terres consacré aux prairies.

§ 4. — Sols particulièrement convenables pour les arbres et les arbustes.

538. Les arbres vivant de longues années doivent pouvoir plonger leurs racines dans un milieu où elles trouvent les conditions constantes de leur existence, où elles soient à l'abri des froids qu'elles ne pourraient supporter, où elles rencontrent l'humidité nécessaire à l'alimentation de leur séve, et un espace où elles acquièrent un développement analogue à la masse de leurs rameaux. Aussi, leur réussite est surtout remarquable sur les terrains profonds. L'arbre n'y enfonce pas indéfiniment ses racines, leur empiétement s'établit à la moindre profondeur où il peut rencontrer à la fois ces conditions, sans s'éloigner trop de la surface où il est plus facilement en contact avec l'oxygène de l'air. Nous avons observé cette tendance dans les plantations de mûriers. Dans le midi de la France, plantés dans un terrain indéfiniment profond, on ne trouve plus leurs racines au-dessous de 60 centimètres, et c'est cependant sur de tels terrains qu'ils prospèrent. Les profondeurs excédantes maintiennent fraîches les couches supérieures par le moyen de la capillarité.

539. On peut donc affirmer d'une manière générale

qu'un sol profond est un caractère essentiel du groupe des plantes frutescentes perennes. Ce n'est pas que l'on ne voie des forêts venues sur un sol peu épais ; alors l'ombre projetée par un épais feuillage y maintient la fraîcheur ; un arbre isolé n'y réussirait pas. On voit des bois sur un fond de roche ; mais si ces bois sont bien venus, on peut être assuré que ces roches sont fendillées et que les racines s'insinuent dans les fentes pourvues de terre végétale et savent y trouver les qualités qui manquent à la surface. On remarque enfin des plantations, des vignes surtout, occupant des terrains pierreux et arides ; mais si elles sont prospères, on remarque que le sous-sol est d'une toute autre nature et compense les défauts des couches supérieures.

540. La durée de la saison végétale majeure pour les arbres qui ne doivent produire que du bois ; celle de la saison végétale mineure pour ceux qui produisent des fruits est une qualité indispensable de ces terrains. En prolongeant la saison végétale par l'irrigation, M. Chevandier a prouvé qu'on obtenait plus de bois ; et nous savons que la production de raisins s'arrête dans les lieux et les situations où la saison mineure ne donne pas au moins 2,500°. Pour la production des fruits comme pour celle des grains, il importe que le terrain se dessèche graduellement à mesure que le fruit se développe. Les racines profondes des arbres continuent à fournir suffisamment de séve pour entretenir la vitalité.

541. Enfin la ténacité du terrain est contraire à la végétation des arbres. L'air y pénétrant difficilement

et l'humidité s'y tenant à la surface, les arbres y étendant leurs racines horizontalement et à une petite profondeur; ils ne peuvent profiter des éléments de fertilité du fond, ils sont sujets à des variations de température fâcheuses, et enfin doivent occuper de vastes surfaces.

342. Concluons donc que les végétaux de ce groupe exigent une longue durée des saisons végétales, un terrain profond et un sol léger; et pour ceux qui doivent porter des fruits, une saison de température prolongée et une saison d'humidité plus courte.

§ 5. — Remarques sur la destination à donner aux terres d'une exploitation.

343. Nous sommes loin de penser que toutes les plantes puissent se ranger dans un des quatre groupes principaux que nous venons de signaler. L'étude de chacune d'elles en particulier fera reconnaître pour presque toutes des modifications importantes. Mais nous avons cru utile de présenter ces caractères généraux comme un cadre pour l'examen que l'on doit faire de la position à assigner aux végétaux dans le sol que l'on veut cultiver. En suivant cette marche, on reconnaît quelles sont les dispositions particulières du terrain, et on se trompe rarement, si on le destine à des produits analogues à ces dispositions. Combien de fermes produisant avec peine et à grands frais des récoltes onéreuses deviendraient lucratives par une plus

sage destination donnée à leurs terres! Nous avons ainsi successivement, et avec profit, planté en arbres et arbustes des terrains où les céréales donnaient de faibles produits; nous avons aussi substitué des prairies à des céréales; nous avons défriché des prairies naturelles pour les consacrer aux prairies temporaires et aux céréales; d'autres ont trouvé grand profit à convertir en bois des terres labourables. Prolonger la durée des saisons végétales et des temps de culture par le drainage, les labours et l'irrigation; porter les travaux de culture sur les terrains meubles; produire de l'herbe sur les terres qui sont trop tenaces; planter en végétaux fructifères les sols profonds dont la couche supérieure est peu fertile; tous ces soins récompensent fort largement le cultivateur de la peine qu'il a prise pour étudier son terrain.

FIN DE LA DEUXIÈME PARTIE.

TROISIÈME PARTIE

APPENDICES

TROISIÈME PARTIE

APPENDICES

N° 1.

Analyse qualitative des terrains.

Il ne s'agit pas ici de déterminer la quantité de chacune des substances que renferme le terrain, mais seulement de chercher si elles s'y trouvent en quantités sensibles. Ce n'est donc pas une analyse complète telle que celle qui se trouve décrite dans le *Cours d'Agriculture*, t. I, p. 43-60, que l'on devra entreprendre, mais des analyses partielles qui permettent de reconnaître quelles sont, parmi les substances contenues dans le sol, les plus essentielles à la nutrition des plantes. On les y cherche successivement.

1. *Chaux.* On met dans un verre à pied quelques grammes de la terre; on y verse de l'acide chlorhydrique affaibli par de l'eau pure. S'il se manifeste de l'effervescence, on juge que la terre contient des carbonates. On filtre, après avoir allongé le liquide avec de l'eau *distillée;* on sature l'acide par de l'ammoniaque en excès, et on ajoute de l'oxalate d'ammoniaque; la chaux se précipite au fond du verre à l'état d'oxalate de chaux. En séchant, calcinant au rouge dans un creuset et pesant le précipité, on peut même s'assurer dans quelle proportion la chaux existait dans la terre, pourvu que l'on ait eu soin d'opérer sur un lot de terre desséché et pesé.

2. *Magnésie.* On filtre l'eau de l'expérience précédente, après la précipitation par l'oxalate d'ammoniaque; on y verse une solution de phosphate de soude, qui précipite la magnésie, s'il y en a, sous forme de phosphate ammoniaco-magnésien.

3. *Sulfates.* En lessivant la terre avec de l'eau distillée, on dissout une petite quantité de sulfates, s'il y en a dans la terre. Pour le reconnaître, on filtre l'eau, ou tout simplement on la décante, après l'avoir laissée reposer, jusqu'à ce que les matières insolubles soient rassemblées au fond du verre. Dans l'eau filtrée ou décantée, on verse une solution de nitrate ou d'acétate de baryte, et il se produit alors un nuage blanc qui trouble l'eau et indique la présence des sulfates.

4. *Phosphates.* (Procédé de M. Malaguti.) On traite par l'acide nitrique 15 à 20 grammes de terre préalablement desséchée et pulvérisée. On fait bouillir un quart d'heure; on ajoute de l'eau, on filtre et on lave la matière restée sur le filtre. On évapore le liquide filtré, et sur le résidu obtenu par l'évaporation, on verse 12 à 15 grammes d'alcool, aiguisé de 2 à 3 gouttes d'acide nitrique. On sépare cet alcool au moyen d'un filtre et on ajoute au liquide alcoolique quelques gouttes d'une dissolution d'acétate de plomb. Si la terre examinée renferme du phosphate, il se formera un précipité de phosphate de plomb.

5. *Silicates.* On fait bouillir la terre avec une solution de potasse caustique qui dissout les silicates. On précipite l'alumine par l'ammoniaque, puis on acidifie de nouveau la liqueur, on l'évapore, on calcine au rouge le résidu qu'on obtient, on traite ce résidu par l'eau qui dissout les sels de potasse et laisse le silice à l'état pulvérulent.

Dans toutes ces expériences très-délicates, il est important de se servir d'eau distillée et non de l'eau de pluie ou de source qui renferme des substances qu'on pourrait attribuer au terrain analysé.

N° 2.

Des matières contenues dans les terres végétales.

I. — Des substances solubles [1].

Les savants ne sont pas tous d'accord sur les moyens qu'il faut employer pour arriver à connaître par l'analyse combien un sol renferme de principes pouvant être absorbés par les racines des plantes, et qu'elle est en même temps la nature de ces principes contenus dans la terre.

C'est là en effet le but de toute analyse rationnelle de terre, faite en vue d'une application agricole ; car il ne suffit pas de connaître la composition minéralogique d'un terrain, il faut encore savoir si les principes minéraux qu'il renferme sont dans un état propre à servir à la végétation, c'est-à-dire, s'ils peuvent être absorbés utilement, assimilés par les plantes.

On admet généralement : 1° que les plantes ne peuvent prendre à la terre que des principes à l'état de dissolution dans l'eau ; 2° que les racines des plantes n'ont pas la propriété de rendre solubles, par une action vitale particulière, les parties inorganiques avec lesquelles elles sont en contact. En conséquence, on doit chercher dans les moyens naturels physiques et chimiques les causes de la transformation des parties terreuses solides en un état liquide.

L'observation a démontré que c'est l'eau seule qui intervient dans ce phénomène.

Le transport des substances que contient la terre depuis le sol jusque dans l'intérieur des divers organes des plantes ne peut avoir lieu que par l'action de l'eau des sources, de l'eau des pluies, ou de l'eau des irrigations.

[1] Ce paragraphe m'a été communiqué par M. Verdeil.

Une lessive, ou une infusion de terre par l'eau, représentera donc exactement la richesse du sol, en principes pouvant être assimilés par les plantes, puisque ce liquide renfermera tous les principes solubles qui se trouvaient dans la terre.

L'analyse la plus rationnelle d'un sol, au point de vue agricole, consistera donc à étudier en gros la nature minérale du sol : terre calcaire, argileuse, siliceuse, etc. Nous disons à dessein, étudier en gros, car il est presque impossible d'établir d'une manière absolue, par une analyse, les rapports de quantité exacts qui existent entre les différents principes minéraux qui constituent un terrain. Pour y arriver, il faudrait agir sur de grandes masses de terre, ce que ne permettent pas les moyens d'analyse ; tandis que, par une analyse minéralogique, en se bornant à étudier les minéraux qui constituent le terrain, on parvient à avoir une idée très-juste de sa composition.

L'opération principale de l'analyse consistera donc à rechercher rigoureusement les diverses parties du sol que l'action de l'eau dissout.

Avant d'entrer dans les détails de cette analyse, il est nécessaire d'étudier, d'une manière générale, ces substances qui se dissolvent et que l'eau enlève à la terre ; substances qui, quoique variant en quantité et en nature pour les différents terrains, présentent cependant une certaine uniformité de composition.

Lorsqu'on traite par de l'eau distillée une certaine quantité de terre provenant de différentes parties d'un champ, terre qu'on a eu soin de dessécher, soit au soleil, soit dans une étuve à basse température, l'eau légèrement jaunâtre, qui s'écoule par la filtration, laisse après l'évaporation du liquide un résidu assez considérable.

Ce résidu n'est pas uniquement composé de matières minérales ; une grande partie de sa masse est formée par une matière organique particulière.

Les proportions dans lesquelles les principes minéraux et la matière organique se trouvent mélangés varient suivant la nature des terrains d'où ils ont été extraits. Ainsi certaines terres cèdent à l'eau une quantité de matière organique presque aussi considérable en poids que celle des substances minérales; d'autres terres en cèdent beaucoup moins.

Nous examinerons d'abord la partie du résidu qui est décomposable par la chaleur; elle est formée : 1° par des sels ammoniacaux; 2° par une matière organique non azotée.

Cette substance organique, d'après les analyses qui en ont été faites, est formée uniquement de carbone, d'hydrogène et d'oxygène, dans des proportions qui la rapprochent de la composition du sucre, de la cellulose, de l'amidon ; c'est en quelque sorte de la cellulose soluble. C'est une substance neutre, *sans goût particulier;* elle ne forme aucune combinaison avec les principes minéraux.

Cette substance prend naissance dans la terre; elle est le produit d'une catalyse que subissent les matières végétales qui ont été enfouies dans le sol comme engrais.

Cette transformation des matières végétales solides en une substance soluble s'explique aisément; il est reconnu, en effet, en chimie, que les conditions de mélange dans lesquelles certaines substances se trouvent influent sur leur modification et leur décomposition. Ainsi la même matière peut éprouver la fermentation, soit lactique, soit alcoolique, soit acétique, suivant les conditions du milieu dans lequel elle se trouve placée.

Il en est de même pour les débris de végétaux. Abandonnés à eux-mêmes, dans un lieu humide, ils fermentent et donnent des produits acides. S'ils sont mélangés à d'autres matières, ou bien placés dans d'autres conditions, cette fermentation acide peut être entravée ou modifiée.

C'est en vertu de ce principe que les matières végétales,

en contact avec de la terre dans des conditions convenables, subissent une catalyse particulière; au lieu de donner des produits acides et de l'acide carbonique, elles se transforment peu à peu en une matière neutre soluble qu'on retrouve dans toutes les terres fertiles.

S'il fallait, pour appuyer cette opinion, une autre preuve que la présence même de la substance soluble, nous ferions observer que toutes les lessives de terres fertiles sont alcalines; or chacun sait que la fermentation acide ordinaire ne se produit pas dans un milieu alcalin.

Toutes les terres fertiles cèdent donc à l'eau une matière organique particulière, mais cette matière organique n'existe pas seule dans l'extrait; elle est mélangée avec des substances minérales qui présentent des différences de composition suivant les terrains d'où les extraits proviennent. Ces principes minéraux doivent être analysés avec soin lorsqu'on les a séparés de la matière organique par la calcination au rouge en présence de l'air, c'est-à-dire par l'incinération.

Les substances minérales que l'on rencontre le plus fréquemment dans les cendres des extraits de terre, sont : la *silice;* le *carbonate*, le *sulfate*, le *phosphate de chaux;* l'*alumine*, la *magnésie*, le *fer*, les *silicates;* les *phosphates de potasse* et *de soude;* les *chlorures de sodium* et *de potassium*.

La plupart de ces substances minérales sont insolubles dans l'eau, et quelques-unes mêmes sont insolubles dans les acides concentrés.

Comment alors l'eau peut-elle primitivement avoir dissous ces substances et les avoir enlevées à la terre d'où elles proviennent? Quel changement, quelle transformation ont-elles donc subie? Le seul changement qu'elles aient éprouvé, c'est d'être séparées de la matière organique qui a été détruite par l'incinération.

Ces substances minérales étaient donc solubles dans l'eau, grâce à la présence de la matière organique soluble que contenait la terre.

Ce phénomène peut sembler étrange, puisque cette matière organique est une substance neutre, qui ne forme aucune combinaison nettement définie avec les corps inorganiques ; mais il y a, en chimie, des exemples analogues de l'action de matières organiques neutres, comme du sucre, par exemple, sur la solubilité de substances naturellement insolubles dans l'eau pure. Ainsi, il est reconnu que, lorsqu'il existe en dissolution dans un liquide, du sucre, par exemple, et un sel de chaux ou de fer, etc., et que, par l'addition d'un réactif, on détermine la formation d'un précipité, soit de carbonate de chaux, soit d'oxyde de fer, une partie seulement du nouveau sel insoluble se précipite, et il en reste toujours une certaine quantité qui est retenue en dissolution dans l'eau par l'action de la matière organique. De l'eau renfermant du sucre ou toute autre substance organique du même groupe, peut toujours retenir de même en dissolution une petite quantité de silice, d'alumine, de phosphate de chaux, etc.; on dit, dans le langage chimique, que la présence des matières organiques dans un liquide *masque les réactions*, parce que les précipités ordinaires qui ont lieu dans des dissolutions faites avec de l'eau pure ne se forment alors qu'incomplétement. Le quartz ne se dissout pas directement d'une manière sensible dans l'eau sucrée, si on ne lui fait pas subir des actions de désagrégation particulière comme la calcination et l'immersion brusque dans l'eau, ou bien encore le broiement prolongé du minéral en contact avec le liquide sucré ; ou bien encore, si on ne l'a pas combiné préalablement avec de la potasse ou de la soude pour décomposer ensuite la combinaison de potasse et de quartz à l'aide d'un acide, qui s'empare de l'alcali et laisse le quartz libre.

Toutes ces causes de désagrégation se retrouvent sinon semblables, du moins analogues, et cela, avec une grande intensité, à la surface du sol. Il existe, en effet, entre les divers principes minéraux qui constituent, par leur mélange,

la terre arable, un travail continu de désagrégation, occasionné par l'action de l'air, agissant par son oxygène et par son acide carbonique, auquel s'ajoutent l'action de l'eau, les changements de température ainsi que l'extrême division des corps qui permet un contact intime entre eux. Toutes ces conditions réunies concourent à la désagrégation des minéraux qui constituent le sol ; lorsque les parties les plus ténues se forment dans des conditions toutes semblables à celles de la formation d'un précipité de carbonate de chaux ou d'oxyde de fer, par l'action d'un réactif, dans un liquide renfermant du sucre, le produit de la désagrégation, silice, carbonate de chaux, oxyde de fer, alumine, etc., reste à l'état de dissolution dans l'eau saturée de la matière organique que contient toujours une terre fertile.

Comment serait-il possible d'expliquer autrement qu'il y a de la silice et du fer, à l'état de dissolution, dans la quantité si peu considérable d'eau qui se trouve dans la terre, quantité si petite que la terre semble seulement humide? Et cependant tous ces sels minéraux sont à l'état soluble, dans cette petite quantité d'eau, car, par les lavages de la terre par l'eau tiède, on ne fait qu'enlever les parties solubles, sans déterminer alors leur dissolution, puisque les plantes pouvaient déjà absorber par leurs racines ces substances minérales dans la terre quoiqu'elle parût presque sèche.

Quant à l'action de l'acide carbonique sur la solubilité des sels, elle ne peut guère s'appliquer qu'au carbonate de chaux qu'un excès d'acide carbonique dissout en formant du bicarbonate de chaux soluble ; or l'expérience montre qu'il n'en est rien, puisqu'un extrait de terre dans l'eau ne se trouble pas quand on chasse l'acide carbonique par l'ébullition, ce qui devrait nécessairement avoir lieu si le carbonate de chaux était uniquement retenu en dissolution par l'action de l'acide carbonique.

Les explications qui précèdent étaient nécessaires pour

faire comprendre les détails qui vont suivre sur l'analyse proprement dite, en indiquant d'une manière générale la composition des extraits obtenus d'une terre fertile quelconque.

II. — Procédés à suivre dans l'analyse d'un extrait de terre obtenu par l'eau [1].

Il est indispensable d'opérer sur une masse de terre d'un poids de 10 à 15 kilogrammes au moins. Cette terre, provenant de diverses parties d'un champ, est desséchée soit au soleil, soit dans une étuve dont la température est peu élevée; puis elle est mélangée, dans un vase, avec de l'eau distillée tiède, jusqu'à ce que la terre soit complétement pénétrée et recouverte par le liquide. La dessiccation préalable est nécessaire pour permettre à l'eau d'entrer en contact avec toutes les parties de la terre; une terre humide ne se laissera jamais pénétrer complétement, et il faudra employer une grande quantité d'eau pour obtenir un extrait; tandis que la terre sèche abandonne facilement à l'eau les principes solubles qu'elle renferme.

Au bout de quelques heures, le liquide qui surnage sur la terre est filtré; puis la masse entière est placée sur un linge, pour qu'elle puisse égoutter; lorsqu'il ne s'écoule plus aucun liquide de cette masse, on l'arrose de nouveau avec un peu d'eau tiède.

Le liquide qui s'écoule à travers un linge est légèrement jaunâtre; lorsqu'il a été filtré à travers du papier, il est parfaitement clair.

On l'évapore alors dans une capsule au bain-marie jusqu'à siccité.

Le résidu sec que l'on obtient ainsi est plus ou moins considérable; il est pesé pour établir la proportion de ma-

[1] Je dois aussi ce paragraphe à une communication de M. Verdeil.

tières solubles dans l'eau contenue dans le terrain qui a été analysé.

La quantité de résidu extrait d'une terre fertile est toujours assez considérable si l'on a soin de dessécher la terre et si l'on répète deux ou trois fois le lavage de la terre avec un peu d'eau distillée tiède, de manière à obtenir, pour 10 à 15 kilogrammes de terre, 3 ou 4 litres de lessive. Ces précautions sont indispensables, car il est reconnu que les matières poreuses, comme la terre, le charbon, l'alumine hydratée, etc., retiennent dans leur masse les substances qui sont en dissolution dans l'eau, et qu'il faut réitérer les lavages pour les en extraire. C'est grâce aussi à cette propriété des corps poreux que les premières pluies n'ont pas la possibilité de délayer outre mesure les terres arables.

Pour déterminer dans quelle proportion la matière organique se trouve mélangée avec les substances minérales dans l'extrait, on pèse une certaine quantité du résidu et on le brûle dans une capsule de platine; toute la matière organique est décomposée par l'action de la chaleur et s'échappe sous forme de gaz; il reste, dans la capsule, les sels inorganiques. On pèse de nouveau, et, si l'on a bien conduit l'incinération, si on n'a pas trop élevé la température, la différence de poids indique exactement la proportion de la matière organique renfermée dans le résidu.

Les sels fixes sont ensuite analysés comme il est dit dans l'*Appendice* n° 3.

Pour obtenir tout l'azote de l'extrait de terre, dans le résidu sec, il faut évaporer une petite quantité de l'extrait à part, en y ajoutant quelques gouttes d'acide sulfurique faible, pour transformer le carbonate d'ammoniaque en sulfate.

Le résidu sera brûlé dans un tube avec de la chaux sodée en procédant comme pour tous les dosages d'azote.

III. — Sur les propriétés de l'extrait de terre végétale[1]

Lorsqu'on met un kilogramme de terre séchée à 100° sur un filtre, le premier litre d'eau distillée froide que l'on verse dessus, sans remuer aucunement, passe en partie à travers le filtre et entraîne avec lui une quantité de substances dissoutes qui varie de 0gr.5 à 1 gramme, selon la nature des terres.

Il faut remarquer que beaucoup d'eau est retenue hygroscopiquement et avec elle une certaine quantité de matières solubles.

Le deuxième litre en entraîne un peu moins, et ainsi de suite.

Plus l'exposition de la matière à l'air, entre le premier et le deuxième lavage, dure de temps, moins la diminution des substances dissoutes est grande.

Si l'on fait digérer, pendant quelques heures, un kilogramme de riche terre de jardin avec de l'eau chaude, on peut en extraire de 0.55 jusqu'à 1 pour 100 de substances solubles.

L'extrait contient des proportions très-variables de substances organiques de 20 à 70 pour 100.

La composition de ces substances organiques varie beaucoup; cependant j'y ai trouvé constamment une plus forte proportion de carbone que dans la cellulose.

J'ai constaté la propriété qu'ont ces substances de favoriser la dissolution du sulfate de chaux.

Pour comparer les extraits obtenus par le lavage à l'aide d'une même quantité d'eau, j'ai opéré :

1° sur 500 grammes de terreau de chêne ;

2° sur 500 grammes de terreau de chêne, auquel j'ai ajouté 250 grammes de plâtre;

[1] M. Risler, ancien préparateur de chimie à l'Institut agronomique de Versailles, qui avait pris part aux travaux de M. Verdeil sur le terreau, a bien voulu ajouter la note suivante aux communications que m'a faites ce chimiste.

3° sur 250 grammes de plâtre.

J'avais mélangé ces substances avec du sable quartzeux très-blanc, afin de diviser le plâtre.

Dans le second mélange, il s'est non-seulement dissous plus de plâtre que dans le troisième, mais plus de substance organique que dans le premier mélange, ce qui ferait croire que l'action catalytique de la substance organique sur le plâtre est réciproque.

Lorsque l'on laisse un extrait de terre exposé pendant quelques semaines à l'air, il se forme à sa surface des pellicules insolubles.

Ces pellicules contiennent une plus grande proportion de matières minérales que l'extrait, elles contiennent aussi une beaucoup plus grande proportion de silice et surtout de sulfate de chaux.

La substance organique dissoute s'est, en partie, transformée en acide carbonique par l'action de l'oxygène de l'air.

J'ai comparé les extraits obtenus, en lavant un certain poids de terre, d'une part, avec de l'eau distillée pure, d'autre part, avec de l'eau distillée chargée d'acide carbonique. La quantité des matières dissoutes dans le second cas a été double de celles dissoutes dans le premier, mais elle ne contenait en plus que des carbonates terreux et alcalins et des phosphates.

N° 3.

Analyse des cendres de végétaux[1].

Les cendres qui proviennent de la combustion des végétaux renferment, en général, des alcalis (potasse et soude),

[1] Mon savant confrère de l'Académie des sciences, M. Berthier, si compé-

de la chaux et de la magnésie, des oxydes de fer et de manganèse, de la silice, des acides phosphorique, sulfurique et carbonique, et du chlore. On ignore dans quels états de combinaison ces différentes substances se trouvent dans les plantes; la solution de ce problème serait un important sujet d'étude (qui, dans l'état des choses, présenterait de grandes difficultés) ; mais on sait que les plantes renferment principalement des sels à acides organiques, que la combustion transforme en carbonates, et l'ensemble des expériences qui ont été faites jusqu'à présent montre que, dans les cas les plus compliqués, il y a dans les cendres : 1° des sels alcalins (sulfates, phosphates, carbonates, silicates et chlorures) ; 2° des oxydes de fer et de manganèse, soit libres, soit en combinaison avec de l'acide phosphorique; 3° des sels à base de chaux et de magnésie (phosphates et carbonates) ; 4° une proportion plus ou moins considérable de sable (en général quartzeux) et d'argile calcinée provenant de matières terreuses, qui, quoi qu'on fasse, adhèrent toujours aux tiges et aux feuilles des plantes.

Les matières végétales que l'on veut brûler doivent être desséchées préalablement, soit à l'air libre, soit dans une étuve, selon le but qu'on se propose.

L'incinération de ces matières est, en général, une opération assez embarrassante, et souvent même elle devient très-longue et très-difficile ; cela arrive lorsque les cendres contiennent une forte proportion de matières alcalines, qui les ramollissent et les font fritter, et qui, en empâtant le charbon, le soustraient à l'action de l'air, ou encore lorsque le charbon est de sa nature très-peu combustible. Dans le premier cas, on enlève les sels alcalins par un lavage à l'eau

tent pour tout ce qui concerne les procédés analytiques, et à qui la science doit un si grand nombre d'analyses de cendre de végétaux, a bien voulu rédiger cet appendice. Je dois faire remarquer que l'analyse des cendres des végétaux ne peut pas être réduite à des termes assez simples pour pouvoir être exécutée par quelqu'un qui n'aurait pas une pratique assez avancée des manipulations chimiques. Il faut toujours la confier à un chimiste.

distillée, et on brûle de nouveau le résidu. Dans le second cas, on porphyrise, et, si cela ne suffit pas, on traite par l'acide muriatique, qui dissout la plus grande partie des substances minérales, et on grille une seconde fois le résidu jusqu'à décoloration complète.

Quand on a à opérer sur de grands volumes, on commence la combustion dans de larges tests en terre que l'on chauffe sur un foyer, puis on l'achève dans une capsule de platine sous une moufle, en ayant soin d'ailleurs de porphyriser autant de fois que cela paraît nécessaire.

Pour qu'il soit facile de comparer entre eux les différents végétaux, sous le rapport des quantités de cendres qu'ils peuvent produire, et par suite sous le rapport de la quantité de substances minérales qu'ils renferment, il faut que les éléments salins de ces cendres y soient dans toutes au même degré de saturation, ou du moins à un degré de saturation connu. Or, comme elles contiennent le plus souvent du carbonate de chaux et du carbonate de magnésie, et que ces deux carbonates, surtout le dernier, se trouvent toujours décomposés en partie par l'action de la chaleur qu'ils subissent il résulte qu'il manque toujours aux cendres une certaine portion de l'acide carbonique qui est nécessaire pour la saturation de ces deux terres. Quand l'analyse est terminée, il convient donc d'ajouter au poids des cendres, qu'on peut appeler *cendres brutes*, le poids de l'acide carbonique que la chaleur de la combustion leur a fait perdre. D'un autre côté, il faut en retrancher le poids du sable et de l'argile que l'analyse y a fait trouver, et on a alors la proportion de ce que l'on peut appeler les *cendres pures*.

Les phosphates alcalins paraissent manquer dans toutes les parties ligneuses des plantes (racines, tiges, feuilles, etc.), mais, au contraire, il en existe en abondance dans les graines (surtout dans celles qui proviennent des céréales, des plantes oléagineuses et des légumineuses), dans l'amande des noyaux que contiennent les fruits, dans les tubercules, et aussi dans

les champignons. La présence de ces phosphates complique un peu les analyses, et à cause de cela, il convient de faire une distinction entre les cendres qui renferment des phosphates alcalins et les cendres qui n'en renferment pas.

Cendres qui contiennent des phosphates alcalins. — Ces cendres contiennent toujours, en même temps que des phosphates alcalins, des phosphates de chaux et de magnésie, souvent une petite quantité de phosphates et d'oxydes de fer et de manganèse, et quelquefois encore un peu de carbonate ou de silicate alcalin. Enfin, on y trouve, en outre, des chlorures et des sulfates alcalins, mais seulement en très-faible proportion. En général, on ne peut séparer d'une manière nette et facile les phosphates alcalins des phosphates terreux. Ceux-ci restent le plus souvent à l'état de quasi combinaison avec les phosphates alcalins, rendent les liqueurs louches et ne permettent pas la filtration. En faisant bouillir ou mieux en évaporant à sec et reprenant par l'eau, on parvient souvent à filtrer, mais l'opération est toujours longue et incertaine; néanmoins, on remarque que les *chlorures*, *sulfates* et *carbonates* se dissolvent très-facilement et en totalité dans les premières portions d'eau. On met à profit cette observation pour séparer et doser ces sels. Pour cela, on traite la cendre par de petites quantités successives d'eau chaude, on filtre, ou même on se contente de décanter, on évapore à sec, on filtre de nouveau et on analyse la liqueur. A cet effet, on la sature d'acide acétique, on en précipite l'acide sulfurique par le nitrate de baryte, et ensuite le chlore et l'acide phosphorique par le nitrate d'argent; on pèse ce dernier précipité, convenablement desséché, puis en le traitant par l'acide nitrique pur, on en sépare le phosphate d'argent, et il reste le chlorure pur que l'on pèse. Si du poids total du précipité on retranche le poids du chlorure, on a le poids du phosphate d'argent, d'où l'on déduit, par le calcul, le poids du phosphate de potasse ; enfin, si du poids total du résidu soluble dans l'eau on re-

tranche la somme des poids du chlorure et du sulfate, la différence obtenue est le poids du carbonate alcalin ; si l'on veut avoir ce dernier poids directement, il faut employer l'acide hydrochlorique au lieu de l'acide acétique pour saturer les sels, et il faut ensuite évaporer pour chasser l'excès d'acide, reprendre par l'eau, doser le chlore de nouveau, en retrancher le poids déjà obtenu de la première expérience, et déduire de là, par le calcul, la quantité de carbonate alcalin équivalente.

Quand ces opérations sont faites, on prend une nouvelle dose de la cendre, on la traite par l'acide hydrochlorique bouillant, on évapore à sec, puis on reprend le résidu par le même acide, après quoi on étend d'eau la dissolution. Il reste presque toujours un peu de sable qui est souvent mélangé d'une petite quantité de silice gélatineuse. On sépare celle-ci du dépôt au moyen d'une dissolution concentrée et bouillante de potasse caustique, qui la dissout, et on en a le poids en retranchant le poids du sable du poids du dépôt sec.

On sursature la dissolution d'ammoniaque, et il s'en précipite des phosphates de chaux, de magnésie, de fer et de manganèse. En pesant ce précipité après calcination, et en retranchant du poids primitif le poids obtenu auquel on ajoute le poids du sable et de la silice gélatineuse, on obtient le poids des sels alcalins ; on peut d'ailleurs obtenir une vérification directe en évaporant à sec les liqueurs filtrées et calcinant le résidu pour en chasser tous les sels ammoniacaux.

On porphyrise le précipité terreux, et on le redissout à chaud dans l'acide hydro-chlorique, employé en quantité aussi petite que possible ; il en faut très-peu, parce que les phosphates se dissolvent aussitôt qu'ils sont transformés en sels acides. En ajoutant alors à la dissolution étendue d'eau de l'oxalate d'ammoniaque, on en précipite toute la chaux et l'oxyde de manganèse, et il reste des phosphates de magné-

sie et de fer que l'on en précipite à leur tour par l'ammoniaque. Le fer et le manganèse ne se trouvant, en général, qu'en proportion extrêmement faible dans les cendres, on se contente le plus souvent d'en signaler la présence, que l'on reconnaît à la teinte ocreuse que donne le fer, et à la teinte noire que donne le manganèse ; mais il est d'ailleurs facile de les doser. Pour cela, il faut que la chaux provenant de la calcination de l'oxalate, soit traitée par l'acide nitrique faible ou par l'acide acétique, qui laissent l'oxyde de manganèse; ou bien qu'on la dissolve dans l'acide hydrochlorique et qu'on précipite le fer par l'ammoniaque. Quant aux phosphates de magnésie et de fer, on les redissout dans l'acide hydrochlorique, on fait bouillir la liqueur avec un excès de potasse, qui enlève tout l'acide phosphorique, et il reste les deux bases que, dans cet état, on peut séparer l'une de lautre au moyen d'un acide faible, comme on sépare de la chaux le peroxyde de fer et l'oxyde de manganèse.

Il importe de faire remarquer qu'il y a des cendres qui renferment des phosphates alcalins, et qui, pourtant, quand on les traite par l'eau pure, donnent des liqueurs limpides, contenant toutes les substances alcalines; telles sont, par exemple, les cendres provenant de la combustion des tubercules et des champignons. L'analyse de ces sortes de cendres est par là très-simplifiée, et on la fait comme l'analyse des cendres qui ne renferment pas de phosphates alcalins.

Cendres qui ne contiennent pas de phosphates alcalins. — Il y a dans ces cendres, en général, des carbonates, des sulfates, des chlorures et des silicates alcalins, du phosphate de chaux, du phosphate ou de l'oxyde de fer, de l'oxyde de manganèse, des carbonates de chaux et de magnésie, de la silice, et enfin du sable et de l'argile mélangés. En les traitant par l'eau bouillante, on dissout le plus souvent la totalité des sels alcalins; cependant, quelquefois, les silicates alcalins ne sont décomposés ou dissous qu'en partie, et alors dans le résidu inso-

luble il reste des sursilicates alcalins. Les pailles des céréales sont presque toujours dans ce cas. Quoi qu'il en soit, on analyse séparément la partie qui se dissout dans l'eau et la partie qui ne s'y dissout pas.

On évapore la dissolution aqueuse, on chauffe le résidu jusqu'à fusion, et on le pèse pendant qu'il est encore chaud, parce qu'il est presque toujours très-déliquescent. On le traite par de l'acide acétique dont on chasse l'excès par évaporation ; on filtre pour séparer la silice ; on précipite successivement de la liqueur l'acide sulfurique par le nitrate de baryte et le chlore par le nitrate d'argent : du poids de ces précipités on déduit par le calcul le poids du sulfate de potasse et du chlorure de potassium, et on a le poids des carbonates alcalins par différence.

Quant à la partie des cendres qui est insoluble dans l'eau, on en prend un certain poids que l'on calcine fortement, de manière à en chasser la totalité de l'acide carbonique, et l'on pèse le résidu. Il ne se trouve plus dans ce résidu que des substances terreuses avec des oxydes de fer et de manganèse, parce que le peu de charbon que pourrait retenir la cendre brute est dissous et enlevé par l'acide carbonique qui se dégage. On prend une autre portion de la cendre brute lavée, on la traite par l'acide hydrochlorique, on évapore à sec ; on traite le résidu par le même acide et on ajoute de l'eau à la dissolution ; il reste de la silice gélatineuse, mêlée de terre et d'argile, dont on la sépare par le moyen de la potasse caustique, comme il a été dit ci-dessus. En ajoutant de l'ammoniaque à la dissolution dans l'acide hydrochlorique, on en précipite du phosphate de chaux, du phosphate de fer, de la magnésie et de l'oxyde de manganèse, parce que la chaux se trouve presque toujours en très-grand excès par rapport à ces deux dernières substances. On pèse le précipité calciné, puis on le reprend par l'acide hydrochlorique, comme il a été dit plus haut, et l'on précipite de la dissolution, d'abord la chaux et l'oxyde de manganèse par

l'oxalate d'ammoniaque, puis la magnésie et l'oxyde de fer par le phosphate d'ammoniaque. Du poids de la chaux, provenant de la calcination de l'oxalate, on déduit le poids du phosphate de chaux (qui a la composition du phosphate des os), et enfin on décompose par la potasse caustique bouillante le phosphate de magnésie ferrugineux, après l'avoir fait dissoudre dans l'acide hydrochlorique, et on sépare l'oxyde de fer de la magnésie comme il a été dit plus haut. Il reste encore dans la liqueur, d'où l'on a précipité les phosphates terreux, de la chaux et de la magnésie; on les précipite successivement, la chaux par l'oxalate d'ammoniaque, et la magnésie par le phosphate, à moins qu'il reste en même temps dans la liqueur une quantité notable d'alcali, ce que l'on a dû rechercher par des essais préliminaires. Dans ce cas, après avoir précipité la chaux, on évapore la dissolution, on calcine le résidu, et il reste un mélange de chlorure alcalin, de chlorure de magnésium et de magnésie caustique que l'on pèse. On traite ce mélange par de l'eau bouillante, qui laisse la magnésie et dissout les chlorures ; en retranchant le poids du résidu du poids primitif, on a par différence le poids des chlorures tant alcalins que magnésiens. Enfin en précipitant la magnésie par le phosphate d'ammoniaque additionné d'ammoniaque, on calcule aisément la proportion de chlorure de magnésium, et par une soustraction de son poids du poids total de chlorures on a la proportion de chlorures alcalins.

Quand toutes ces opérations ont été effectuées, il est facile de calculer la composition de la cendre en donnant à la chaux et à la magnésie toute la quantité d'acide carbonique qui leur est nécassaire pour leur saturation, et par suite on a aussi la proportion de cendre pure qui équivaut à la cendre brute que l'on a eu à analyser.

Il convient, pour l'usage des agronomes et surtout des physiologistes, d'exprimer la composition des cendres de deux manières : premièrement, en fractions décimales du

poids des cendres pures, et secondement, en fractions décimales du poids des plantes ou matières végétales, soit sèches, soit dans leur état naturel, qui ont été brûlées.

N° 4.

Note sur le lupin.

Le lupin est l'engrais vert le mieux adapté aux terrains argilo-siliceux. Dans les terrains calcaires, il pousse, très-ras du sol, un épi dont les fleurs se dessèchent du haut en bas, sans pouvoir fructifier.

Dans les environs de Nîmes, de Vienne et de Lyon, on cultive le lupin sur les alluvions argilo-siliceuses qui composent les plaines caillouteuses des bords du Rhône, et s'étendent parallèlement à la mer en Languedoc.

Dans cette partie du Midi, on sème le lupin en février sur un bon trait de charrue ; ensuite on enterre les grains à la herse. Ils ne doivent pas être enfouis profondément. Quand ou veut obtenir du grain, on sème à raison de 120 litres par hectare ; on met 150 litres de semence lorsqu'on veut se procurer la fane pour l'enterrer. Cependant de bons cultivateurs prétendent qu'il ne faut pas dépasser la quantité de 120 à 140 litres, même pour se procurer la fane ; ils ajoutent que, quand le lupin est trop épais, les plantes montent sur une seule tige et ne deviennent pas touffues. A Nîmes, le prix moyen de l'hectolitre de graine de lupin est de 15 fr. ; à Lyon, nous l'avons obtenu souvent pour 13 à 14 fr. En mai, quand le plant a fleuri et pris tout son développement, on l'enterre avec une charrue à versoir, en ayant soin de placer sous l'age une planche qui courbe les tiges avant l'arrivée du soc. Il est essentiel de pratiquer l'enfouissement quand le sol est assez frais pour que le labour puisse être régulier et

exempt de mottes. Dans le cas contraire, beaucoup de plantes sont perdues puisqu'elles sont mal enfouies dans le sillon.

Les produits en grain varient nécessairement selon la richesse déjà acquise par le terrain. Ici, on n'obtient que six hectolitres de grain ; ailleurs, on a douze hectolitres. Quant à la quantité du fourrage, elle varie aussi selon le terrain et les circonstances météorologiques.

Après avoir enterré le lupin, on sème du blé sur le sol ainsi engraissé; on regarde la récolte de ce blé comme moins chanceuse que celle qui vient sur du fumier d'étable. La paille en est moins abondante, mais les grains sont plus pesants et plus nets; les champs sont moins souillés de plantes adventices.

D'après une note de MM. J. Roland et Fabre, de Nimes, les frais de culture sont les suivants :

Labour pour semer et pour enfouir les plantes. . . .	48 fr.
12 décalitres de semence à 2 fr. 50 c.	30
Loyer de la terre, demi-année.	30
	108

On obtient 4,000 kilogrammes de fanes de lupin séchées au soleil, dosant 1.65 pour 100 d'azote ; ainsi, en totalité, on a 66 kilogrammes d'azote, valant :

$$\frac{108}{66} = 1 \text{ fr. } 63 \text{ c. le kilogramme.}$$

N° 5.

Note sur l'invention d'un nouveau moyen de transport d'engrais imaginé en Angleterre.

La distribution des engrais au moyen de tuyaux souterrains dirigés sur les différents champs de la ferme, et dans lesquels l'engrais liquide est poussé au moyen d'une pres-

sion, a été d'abord annoncée par M. Moll, dans le *Journal d'Agriculture pratique*, 3e série, t. V, p. 45, 177; ce savant agriculteur a fait honneur de la découverte du système à M. Kennedy; plus tard M. de Lavergne, page 218 de son *Essai sur l'Économie rurale de l'Angleterre*, a cité M. Huxtable comme inventeur. Dans l'incertitude où me laissaient ces deux assertions, je me suis adressé à M. Chadwick, secrétaire du bureau de la santé à Londres, pour savoir la vérité. Voici la traduction d'un extrait de la lettre qu'il m'a écrite, en date du 16 décembre 1853 :

« Quant à la question qui concerne l'invention du nouveau système de traitement agricole pour la distribution d'eau simple ou d'engrais liquide, à travers des tuyaux d'irrigation, sous forme de pluie ou de jet d'eau, c'est moi qui en suis l'inventeur. Je mets plus de persistance à réclamer pour les autres que pour moi-même, et telle est sans doute la raison qui a pu laisser mon nom dans l'ombre. Mes études sur la question agricole ont été liées à l'amélioration des conditions hygiéniques des populations des villes. Depuis 1850, j'ai suivi avec une sérieuse attention toutes les questions qui avaient rapport à ce sujet. J'ai réuni tous les documents, étrangers et nationaux, qui ont été publiés, et j'ai publié mes propres travaux, sans mettre en avant mes prétentions personnelles.

« Il arrive souvent que les ingénieurs proposent, comme leur appartenant, des moyens dont ils n'indiquent pas l'origine. J'ai été peut-être négligent en passant sous silence le fruit de mes propres observations; je puis cependant affirmer que l'ensemble des conclusions du n° 1er au n° 6, page 50, des publications du bureau de santé de Londres, sur l'application des boues de villes aux produits agricoles, est mon œuvre, ainsi que les conclusions nos 6, 10, pages 60 et 61. Je ne crois pas qu'aucun autre exposé ait été préalablement fait sur ce sujet, et qu'aucun fait matériel ait été produit antérieurement, ayant quelque analogie avec le nouveau système

d'engrais dont il a été parlé, et qui a été développé dans la publication *sur l'application des fumiers des villes aux produits agricoles.*

« Appelé à penser sérieusement et constamment aux moyens d'améliorer l'hygiène de nos villes, et trouvant qu'elles ne pouvaient être parfaitement et économiquement nettoyées que par l'enlèvement perpétuel de toute matière animale en dissolution dans l'eau, et que cette eau infecte ne pouvait, sans préjudice, être jetée dans les cours d'eau naturels ; prévoyant, de plus, l'importance d'utiliser ces eaux grasses ; m'étant aperçu que la distribution de ces eaux servait à l'irrigation des prairies à Édimbourg et à Milan, et pouvait occasionner des émanations préjudiciables, j'ai pensé qu'il était nécessaire de trouver un autre moyen d'employer cet engrais liquide des égouts.

« J'avais d'abord songé à transporter le fumier des villes par la méthode que j'appellerai *irrigation souterraine*. Elle consite à faire circuler ces eaux à travers des tuyaux de poterie, de manière à engraisser la couche inférieure du sol, où les plantes puisent leur nourriture. Je crois encore que cette méthode peut être appliquée avec succès, mais je n'ai pas eu le bonheur de la voir mise assez souvent à l'essai, pour être à même de présenter au public des applications pratiques suffisantes.

« J'avais imaginé en même temps la méthode de distribution de ces eaux par jets fonctionnant au moyen de la pression exercée par la vapeur ou tout autre moyen dans un long tube, terminé par une partie flexible. On obtient ainsi, au prix de 10 à 15 centimes, une quantité d'eau qui eût coûté plusieurs francs si l'on eût dû la charrier à bras. L'extrême modicité de la dépense, même dans les lieux élevés, m'a suggéré l'idée d'appliquer la même méthode à l'enlèvement des eaux vannes et à leur distribution, comme fumier, sur les champs et sur les prairies. J'avais déjà observé que l'eau qui approvisionne nos villes contient autant de limon que

l'eau chargée de fumier liquide, destinée à une seule fumure. Pendant l'été de 1842 (page 12 de mon *Rapport*), je persuadai au fils d'un éminent manufacturier, M. Henry Thimpson, de Cliterhoe, d'en faire le premier essai. Vous trouverez le compte rendu de cet essai dans l'*Appendice* du *Rapport*, page 149. M. le docteur Lyon Playfair était alors en visite chez M. Thimpson, et fut témoin de ces premiers essais du tuyau et du jet. J'ai moi-même provoqué d'autres essais, cités page 12 des *Minutes*, et page 147 de l'*Appendice*, et j'affirme comme constatée par l'expérience l'immense puissance absorbante du terrain, indiquée à la page 15. Ces détails ont été plus amplement développés par M. le professeur Way, et des expériences chimiques qu'il a faites à l'appui ont été publiées dans le *Journal de la Société royale d'Agriculture d'Angleterre*.

« M. Smith, de Deanston, avait proposé précédemment l'application des eaux des égouts des villes aux prairies; je la recommandai à M. Thimpson; M. Smith adopta alors mon principe et en fit l'application dans une ferme de Glasgow, appartenant à M. Hervey. Cette expérience, rapportée à la page 113 du *Rapport*, me semble tout à fait décisive.

« J'ai moi-même attiré l'attention de M. Huxtable sur cet objet, et je l'ai invité à en faire l'essai ; il avait eu l'intention d'en parler dans un comice agricole réuni chez sir Robert Peel. Un des fils de sir Robert, le capitaine Peel, m'a consulté sur l'application de ce principe chez lui, où l'on avait déjà fait un essai. A la formation de la commission chargée d'examiner la question des égouts de Londres, j'insistai pour qu'on exécutât quelques essais, et j'en fis l'objet d'un rapport qui fut imprimé. J'ai distribué grand nombre d'exemplaires de ce rapport, et j'en ai envoyé un à l'honorable M. J. Kennedy, qui l'a communiqué à une personne de sa connaissance, M. Kennedy d'Ayr. M. Kennedy dit qu'après l'avoir étudié il a dirigé ses pensées de ce côté, et que, voyant surtout ce qui

avait été fait à Glasgow, il a invité un habile ingénieur à venir établir chez lui un système complet de travaux. C'est ainsi qu'a été faite la première grande et complète expérience. Son exemple a été suivi par M. Telfair et dans plusieurs fermes de l'Ecosse.

« L'honorable M. Dudley de Forstcue et moi-même nous avons examiné en détail ces exemples, et, après les avoir consignés dans les minutes de l'information, nous avons pu les rédiger de manière à les mettre à la portée des différentes localités dont l'hygiène réclamait une distribution intelligente des fumiers des villes.

« J'ai remis ces minutes d'information à M. Mechi. Il a été convaincu et s'est décidé à en adopter tous les principes.

« D'après mon conseil, il a consulté sur l'exécution de ses travaux M. See, un de nos ingénieurs inspecteurs. L'exemple de M. Mechi a été des plus décisifs et des mieux appliqués dans le sud de l'Angleterre.

« Un de nos plus savants et de nos plus habiles horticulteurs, M. J. Paxton, se servait assez habituellement d'engrais liquides; je lui ai donné des conseils sur l'application des canaux souterrains à leur distribution, et il me répond qu'il a adopté le système des tuyaux irrigateurs, sur une étendue de 80 hectares de jardin, au palais de cristal de Sydenham. Il compte aussi couvrir la surface de ce jardin d'un double système de tuyaux, l'un contenant de l'eau pure, et l'autre de l'engrais liquide. Ces nouveaux moyens, placés sous la direction d'horticulteurs expérimentés, sachant déjà se servir des engrais liquides, donneront de brillants résultats agricoles; ils seront tels qu'on n'en a pas vu de pareils jusqu'à présent. »

Cette lettre renferme l'histoire complète de l'invention du système des tuyaux souterrains chargés de distribuer l'engrais sous la forme liquide; cette invention ne peut plus, selon nous, être contestée à M. Chadwick.

N° 6.

Frais d'une irrigation avec de l'engrais liquide.

Nous donnons ici l'état des dépenses faites pour l'établissement d'une irrigation avec de l'engrais liquide, dans une ferme de la Grande-Bretagne.

M. HUXTABLE : ÉTENDUE DE LA FERME, 105 HECTARES.

	fr.	fr.
1,001 mètres de tuyaux de fonte de 0m.10 de diamètre	3,726.90	18,223.65
3,904 mètres de tuyaux de 0m.08 de diamètre	9,252.07	
Ajustage	4,614.43	
25 robinets et leur ajustage	630.25	
182 mètres de tuyaux de jets en toile préparée		352.94
		18,576.59

Dépenses capitales. . . . . 176 fr. 92 c. par hectare.

CHARGES ANNUELLES.

Intérêts de 18,223 fr. 65 c. à 7 1/2 pour 100	1,366.77
Intérêts de 352 fr. à 25 pour 100	88.00
Nettoyage des conduits	1,461.00
Ouvriers pour manœuvrer les tuyaux	853.60
	3,769.37

ou par hectare. . . . . 35 fr. 89 c.

Au lieu d'être faits de toile, les tuyaux de jets sont généralement en gutta-percha ; ils coûtent davantage, mais durent plus longtemps.

Au lieu de tuyaux en fonte, on peut se servir de tuyaux faits en béton, d'après le procédé de M. A. de Gasparin, que je vais décrire; ces derniers tuyaux ne coûtent que de 1 fr. à 1 fr. 50 le mètre, au lieu de 3 fr. 75 à 4 fr., et quel que soit leur diamètre intérieur, pourvu qu'il ne dépasse pas 0m.12 à 0m.15; on peut obtenir ainsi, sur le capital primitif, une diminution de 5,620 fr. dont l'intérêt, à 7 1/2 pour 100, est de 420 fr. Les

charges annuelles ne seraient donc plus que de 3,348 fr. 31 fr. 88 cent. par hectare, au lieu de 35 fr. 89 cent.

Le moyen employé par mon frère, M. Augustin Gasparin, pour établir des conduites d'eau, consiste à creuser une rigole, de la profondeur que l'on veut donner à la conduite. On tapisse le fond de la rigole d'une bonne couche de béton; on place sur cette couche un tuyau en toile semblable à celui des pompes à incendie, et rempli d'eau. On en soulève l'extrémité à l'air, pour que la pression maintienne le tuyau bien rempli et gonflé; puis on recouvre le tout d'une épaisse couche de béton. Alors on retire le tuyau, qui se vide, et on l'emploie de nouveau à recommencer la même opération, et ainsi de proche en proche. Plusieurs de ces conduits, qui existent depuis plus de douze ans, n'ont éprouvé aucune dégradation.

N° 7.

Prix du kilogramme d'azote du fumier.

D'après des expériences faites au célèbre Institut d'Hohenheim (Wurtemberg), le compte du fumier produit par des vaches ayant 760 kilogrammes de poids vif, peut s'établir de la manière suivante :

DÉPENSES :

	fr.	
Valeur de la vache, 240 fr.; intérêts. . . .	12.00	
Renouvellement $\frac{1}{20}$.	8.00	
Intérêts de la valeur des ustensiles.	10.00	
Entretien desdits..	0.57	
Balais.	0.65	
Médicaments.	0.58	85.20
Éclairage..	0.72	
Soins à 13 cent. par jour.	47.45	
Intérêt des bâtiments.	2.50	
Taureau.	3.00	
Nourriture : foin, 6,925 kilogrammes à 3 fr. 20 c.	221.60	29.082
Litière, 1,460 kilogrammes à 2 fr.	29.22	
		336.20

PRODUITS :

	fr.
Les 0.77 d'un veau à 34 fr.	26.56
Lait, 1,992 litres à 10 cent.	199.36
Fumier dosant 41k.41 d'azote (*Voyez* ci-après) . . .	90.10
	336.02

Le kilogramme d'azote de l'engrais vaut .

$$\frac{90.10}{41.41} = 2 \text{ fr. } 17 \text{ c.}$$

PRODUCTION DU FUMIER.

	kil.
5,135 kilogrammes de foin dosant 1.15 pour 100 donnent en azote.	59.00
Dont les 0.83 font.	48.97
A déduire, pour 1,992 litres de lait dosant 0.57 d'azote pour 100 litres.	11.35
	37.62
A ajouter, pour 1,460 kilogrammes de paille.	3.79
Total de l'azote de l'engrais.	41.41

On voit que chaque vache a donné dans son engrais 5 kilogrammes d'azote par chaque 100 kilogrammes de poids vif.

N° 8.

Produit d'une étable composée de vaches bretonnes.

D'après un compte qu'a donné M. Heuzé, on peut établir de la manière suivante les frais de nourriture et les produits d'une étable formée de vaches bretones.

Supposons 13 vaches de 400 kilogrammes, poids vivant moyen.

Leur nourriture consiste dans les aliments suivants :

5,850k	navets	dosant	0.13	d'azote pour 100. .	7.60
9,360	rutabagas	—	0.17	— . .	15.91
6,240	pommes de terre	—	0.36	— . .	22.46
7,360	betteraves	—	0.21	— . .	16.46
35,640	choux	—	0.28	— . .	99 79
55,770	trèfle	—	1.54	— . .	358.86
7,020	maïs	—	0.18	— . .	12.63
					532.71

Cette quantite est l'équivalent de 46,323 kilogrammes de foin, et non de 56,160 kilogrammes, comme le dit M. Heuzé. Au reste, c'est une ration suffisante pour les vaches de cette taille.

DÉPENSES :

		fr.	fr.
Prix de la vache : 150 fr., intérêts.		97.50	
Renouvellement ou amortissement de valeur, $\frac{1}{30}$.		65.00	
Entretien du mobilier.		20.00	
Éclairage.		10.00	
Médicaments.		30.00	887.50
Loyer des bâtiments.		50.00	
Soins. Une domestique. . .	120	612.00	
Une vachère.	60		
Nourriture et blanchiss.	432		
Taureau.		3.00	
Nourriture, 46,323 kilogrammes de foin à 3 fr. 20.		1,482.33	2,043,33
Litière, 28,000 kilogrammes de paille à 2 fr.		560.00	
			2,929.83

PRODUITS.

	fr.
11 veaux.	110.00
1,920 litres de lait par vache, ou pour les 13 vaches, 23,040 litres de lait à 10 c..	2,304.00
Fumier dosant 387k.63 d'azote.	515.83
	2,929.83

Le kilogramme d'azote coûte $\frac{515.83}{387.62} = 1$ fr. 83 c.

On vend les veaux beaucoup plus jeunes qu'à Hohenheim, aussi la quantité de lait est proportionnellement plus considérable. (*Voir* Appendice, n° 7.) Cette différence augmente la valeur du fumier et en diminue la quantité.

PRODUCTION DU FUMIER.

	kil.
La nourriture donne en azote.	532.71
Dont les 0.83.	442.14
Production de 23,040 litres de lait à 0.57 pour 100 d'azote; à retrancher.	131.82
Reste.	310.32
Pour la paille, à ajouter.	86.80
Total de l'azote du fumier. . .	387.62

Chaque 100 kilogrammes d'animal vivant a donné, sans compter la litière, $5^{k}.97$ d'azote dans son engrais. A Hohenheim, chaque 100 kilogrammes de chair vivante recevait dans sa ration annuelle $10^{k}.48$ d'azote ou dans sa ration journalière $28^{g}.7$.

M. Heuzé indique $10^{k}.24$ d'azote par an, par 100 kilogrammes de poids vif, ou $28^{g}.6$ par jour.

Si nous augmentons le prix du fourrage, nous augmenterons dans la même proportion le prix de revient de l'engrais.

Si nous baissions le prix obtenu du lait, nous augmenterions aussi la valeur de l'engrais. Ainsi, portons dans le compte des vaches bretonnes, le fourrage à 4 fr. au lieu de 3 fr. 20, le prix du lait restant le même, et nous trouverons que le fumier reviendrait alors à $2^{f}.09$ le kilogramme d'azote; le fourrage étant compté à 5 fr., le kilogramme d'azote du fumier coûterait $3^{f}.50$; et, si le fourrage était porté à 6 fr., le prix du kilogr. d'azote du fumier deviendrait $4^{f}.68$.

M. Heuzé a fait un travail fort intéressant sur la valeur du lait dans ses différents emplois, suivons-le dans ses déductions pour voir l'influence que ce prix aura sur la valeur du fumier.

Si le lait était vendu à la ville au prix de $0^f.20$ le litre, le fumier ne coûterait rien au cultivateur; il en serait encore de même si le prix du lait descendait à $0^f.15$. Quand on fait du fromage, le lait n'est payé que $0^f.10$ et le mètre cube de fumier revient à $1^f.32$; si on fait du beurre, le lait n'est payé que $0^f.078$, et le fumier coûte $3^f.20$; enfin si le lait est employé à élever des veaux, cet usage ne permet de le payer que $0^f.058$ et le fumier revient à $3^f.83$.

On doit donc faire une grande attention à l'emploi des produits. Les gens négligents se croient quittes de soins quand ils ont obtenu d'une vache une grande quantité de lait; les hommes soigneux savent qu'avec la moitié de cette quantité ils peuvent réaliser la même somme de bénéfices, s'ils parviennent à faire du lait un meilleur emploi.

N° 9.

Compte d'un engraissement de moutons.

Nous reproduisons ici le compte d'un engraissement de 100 moutons fait en 1850, chaque tête pesant en moyenne 40 kil. de poids vif.

DÉPENSES.

	fr.	fr.
100 quintaux métriques de luzerne à 5 fr. . . .	500.00	554.00
Paille.	54,00	
Prix d'achat à 50 centimes le kilogramme vif. .	2,000.00	2,332.50
Intérêts pour 3 mois à 6 pour 100.	40.00	
Assurance 2,5 pour 100 pour 3 mois.	50.00	
Loyer d'un bâtiment de 1,250 fr. à 6 pour 100.	62.50	
Frais de garde pendant 3 mois.	180.00	
		2,886.50

PRODUITS.

	fr.
100 moutons pesant 52 kilogrammes à 50 cent.	2,600.00
Fumier dosant 183.6 d'azote	286.50
	2,886.50

La cherté des bêtes à engrais et la connivence des bouchers n'ont pas permis de retirer de leur chair après l'engraissement un prix plus élevé qu'avant.

1 kilogramme d'azote du fumier coûte :

$$\frac{236.50}{183.60} = 1 \text{ fr. } 56 \text{ c.}$$

DÉTAIL DE LA PRODUCTION DE L'ENGRAIS.

	kil.
100 quintaux métriques de luzerne contiennent en azote.	194.00
Dont le mouton reproduit les 0.91.	176.80
La paille contient.	7 10
Total.	183 60

N° 10.

Compte de l'entretien des chevaux.

Voici quelles ont été les dépenses faites pour l'entretien d'un cheval du poids de 450 kilogrammes :

	fr.	fr.
Achat du cheval, 700 fr. Intérêts à 6 pour 100.	42.00	
Assurances, 10 pour 100	70.00	
Harnais, 65 fr. à 25 pour 100.	17.00	
Instruments aratoires et chariots 215 fr. pour 2 chevaux, ou 107 fr. 50 c. pour chacun, à 20 pour 100.	21.40	181.62
Ferrure.	12.00	
Vétérinaire.	3.00	
Éclairage.	0.72	
Soins.	10.50	
Logement.	5.00	
6,570 kilogrammes de foin ou l'équivalent à 3 fr. 20 cent.	210.25	227.85
879 kilogrammes de paille de literie à 2 fr. .	17.60	
		409.47

Le produit est composé de deux inconnues : le prix du travail (le cheval fait 210 journées) et le prix de l'engrais.

Nous prenons pour type du travail de labour fait dans une terre moyennement forte, où la bêche dynamométrique (*Cours d'Agric.*, t. I, p. 147) enfonce de 50 millimètres et laboure à la profondeur de 0^{m}.16. Le travail d'une journée produit le labour de 47 ares 60 centiares; ce qui est l'équivalent d'une force qui élèverait 332 mètres cubes d'eau à la hauteur d'un mètre. Un cheval appliqué à une noria élève de 600 à 900 mètres cubes d'eau par jour, c'est un travail beaucoup plus fort que le travail moyen de nos bêtes de labour.

L'eau distribuée par les canaux coûte environ 0^{f}.0342 le mètre cube; c'est le prix que les agriculteurs trouvent suffisamment modéré. A ce taux, la journée des chevaux d'agriculture vaudrait 1 fr. 39 cent.

Quant au fumier, son prix s'établit ainsi qu'il suit :

	kil.
6,570 kilogrammes de foin dosant azote.	75.55
A réduire à 0.81 à cause des pertes.	61.19
A déduire pour 10 heures de travail pendant lesquelles le cheval est absent de l'écurie, et pendant 210 jours. Reste.	46.52
Paille.	2 28
	48.80

La recette se compose donc ainsi qu'il suit :

	fr.
210 journées à 1 fr. 39 c.	291.90
48^{k}.80 d'azote pour solde.	117.57
	409.47

Le kilogramme d'azote vaut $\frac{117.57}{48.80} = 2$ fr. 41 c.

Ce chiffre varie comme le prix du fourrage ; par exemple, souvent le foin coûte 5 fr., le kilogramme d'azote coûte alors 4 fr. 83 cent. Mais aussi on peut tirer un prix plus élevé du

travail du cheval : 1° si on parvient à lui faire faire un plus grand nombre de journées de travail ; 2° si ses journées de travail sont occupées d'une manière plus lucrative. Nous n'avons eu en vue ici que le travail ordinaire de la ferme, et nous concevons qu'il peut être organisé d'une manière plus avantageuse. Il y a des améliorations à réaliser, sous ce rapport ; nous l'avons démontré dans cet ouvrage.

N° 11.

Valeur du fumier de ferme.

La valeur du fumier de ferme dépend du nombre et de la qualité des animaux que l'on rassemble sur une exploitation rurale, et aussi des modifications que peuvent subir les résultats énoncés dans les notes précédentes, selon le prix du fourrage, selon que les animaux sont rationnés plus ou moins abondamment, et enfin, selon le prix que l'on retirera de leurs produits.

Nous ne pouvons ici que donner un exemple de la manière de procéder pour trouver cette valeur, après que l'on aura fait à la valeur des différentes espèces d'animaux les corrections que nous venons d'indiquer.

Soit une ferme qui contienne les animaux suivants :

	Nombres de kilog. d'azote produits.	Valeur du kilog. d'azote.	Valeur totale de l'azote du fumier.
	kilog.	fr.	fr.
4 chevaux produisant ensemble.	195.20	2.41	470.43
13 vaches bretonnes.	387.63	1.32	512.83
100 moutons d'engrais.	183.60	1.56	286.50
	766.43		1269.76

Le prix du kilogramme d'azote est $\frac{1269.76}{766.43} = 1$ fr. 657.

N° 12.

Sur la nitrification et sur la source de l'azote absorbé par les plantes.

M. Cloez a cherché par des expériences rigoureuses si l'acide nitrique (azotique) peut se former par la combinaison directe de l'azote et de l'oxygène de l'air, sous l'influence d'une matière poreuse, alcaline ou calcaire, et en l'absence de toute substance organique azotée ou ammoniacale.

Dans ce but, il a fait passer un courant d'air, débarrassé de toutes vapeurs acides ou ammoniacales, à travers une série de flacons placés à la suite les uns des autres et remplis de fragments d'une substance poreuse, imprégnés d'un carbonate alcalin ou terreux.

L'expérience, commencée le 15 octobre 1854, a cessé à la fin du mois d'avril suivant, au moment où l'on a vu des efflorescences salines apparaître dans quelques-uns des flacons. Ces efflorescences étaient formées de nitrates en quantité notable dans les flacons contenant de la craie, de la ponce calcinée et de la ponce ordinaire.

On a trouvé aussi des nitrates dans la craie de Bougival et dans d'autres calcaires purs ou mélangés de carbonates alcalins, et dans du kaolin mélangé de carbonate de chaux; on n'en a point trouvé dans les os calcinés, ni dans la terre argileuse. Il paraîtrait donc que dans certaines circonstances l'azote et l'oxygène de l'air pourraient se combiner et se fixer dans le sol à l'état de nitrate de potasse, de nitrate de soude ou de nitrate de chaux. On sait que ces nitrates sont d'excellents engrais. De semblables recherches méritent donc d'être continuées, parce qu'elles ont un très-grand intérêt agronomique.

N° 13.

Modification du sol par les agents mécaniques.

Lettre à M. Léonce de Lavergne, ancien Professeur d'Économie rurale à l'Institut agronomique de Versailles.

Monsieur,

En lisant les articles que vous avez publiés sur des sujets agricoles, dans la *Revue des Deux Mondes*, depuis notre séparation à Versailles, je me félicite chaque jour de l'heureuse circonstance qui vous a appelé à étendre vos études économiques à des sujets qui touchent à l'agriculture ; ces articles remarquables me font déplorer de plus en plus les suites de l'orage qui a dispersé ce groupe de jeunes professeurs et de jeunes élèves dont l'émulation promettait de si beaux résultats à une science si intimement liée au progrès de la prospérité publique. Nous sommes cependant à une époque où il importe que l'agriculture française ne se laisse pas devancer, surtout si l'on considère les perfectionnements qui se réalisent chaque jour dans la Grande-Bretagne et aux Etats-Unis.

Votre article sur l'exposition de Gloucester [1] touche à trois points principaux dont il importe de développer les conséquences, et sur lesquels je vous demande la permission de vous entretenir quelques instants. Ainsi, laissant de côté tous les perfectionnements de détail qui s'appliquent à des machines déjà connues, et dont les effets ne sont pas toujours en rapport avec leur prix d'achat, je ne vous parlerai ici que de la moissonneuse, de l'application de la vapeur aux machines agricoles et de ce que vous avez dit dans le *Jour-*

[1] *Revue des Deux Mondes*, 1er août 1853.

nal d'Agriculture pratique, sur ce livre excentrique qui compare la culture perfectionnée de la terre au travail de la taupe.

Dans la pratique de l'agriculture, on distingue deux ordres de travaux : le travail annuel, qui peut se faire à ses heures, sans nécessité absolue de commencer et d'achever dans un intervalle de temps trop servilement limité ; puis les travaux qui ont une échéance fatale, et qui ne peuvent être retardés sans risque de tout perdre. Les premiers, tels que les labourages, les binages, les semis, les plantations, etc., sont exécutés au moyen des valets de la ferme, loués à l'année, et que l'on peut nommer les troupes régulières de l'armée agricole ; les seconds sont principalement ceux qui se rapportent aux récoltes, et surtout à certaines récoltes. Faute de procéder à temps à ces dernier travaux, les céréales, le colza, etc., s'égrènent ; le raisin pourrit ; les pluies détrempent le terrain, et ne permettent plus la récolte des racines ; le ver à soie meurt faute d'aliments. Les valets attachés à la ferme ne peuvent suffire à ces travaux ; on leur adjoint des ouvriers à la journée, qui sont à proprement parler les troupes irrégulières de l'armée agricole.

On parvient facilement à se procurer le nombre de bras nécessaire pour la première espèce de travaux, parce que, répartis sur un espace de temps considérable, ils n'emploient à la fois qu'une partie de la population ouvrière ; mais, comme les travaux de la seconde espèce se présentent simultanément sur tous les points du territoire, et qu'ils exigent le concours de tous les bras disponibles, le recrutement, l'organisation immédiate de bandes d'ouvriers, il en résulte souvent les plus grandes contrariétés.

On a d'abord à lutter contre la concurrence de tous les ateliers agricoles qui se disputent les bras, font renchérir la main-d'œuvre, et débauchent les ouvriers déjà engagés ailleurs ; de là des récoltes compromises par les retards qu'éprouvent les cultivateurs qui n'ont pas su en temps utile se pourvoir

d'ouvriers ; de là aussi l'insubordination des ouvriers, qui se sentent indispensables. On a vu encore (1853) des ouvriers refuser absolument leur concours, trouvant plus avantageux de glaner, à cause de la cherté des grains et du mauvais état du blé versé dans des champs, où les moissonneurs, peu nombreux et mal secondés, laissaient beaucoup d'épis sur les champs après le sciage. En un mot, dans les années où la maturité est hâtée par de grandes chaleurs, on éprouve toutes sortes d'embarras et des pertes de toute espèce, si ce n'est dans les pays voisins des montagnes, où, la maturité étant retardée, les habitants peuvent prendre part à la moisson de leurs voisins avant de songer à leur propre moisson.

Toutes ces difficultés poussent les entrepreneurs de culture à chercher tous les moyens qui peuvent leur permettre de licencier les forces irrégulières pour ne conserver que les forces mieux disciplinées, dont la solde connue permet d'apprécier d'avance le résultat économique des opérations ; on ne veut plus que des travaux qui ne laissent aucun doute sur la possibilité d'employer en temps utile des ouvriers dont l'action sera suffisante.

Pour y parvenir, on a d'abord appliqué la mécanique à une opération qui exigeait un grand nombre de journées d'ouvriers, et que l'on ne pratique qu'après les récoltes : je veux parler du battage des grains. On a remplacé l'action musculaire de l'homme par celle des machines, comme plus anciennement on avait remplacé la houe à la main par la houe à cheval. Mais la suppression du travail d'hiver de la grange a pu avoir pour résultat une économie, sans influer en quoi que ce soit sur l'emploi des bras étrangers. D'ailleurs le battage en grange pouvait commencer, être suspendu, repris ou prolongé sans graves inconvénients : l'ouvrier ne peut nullement ici dicter la loi au fermier. Là n'était donc pas la solution du problème qui préoccupait l'industrie agricole.

On s'est rapproché du but par l'invention des machines à faner le foin ; mais, le temps propice pour la fauchaison des prairies étant moins rigoureusement circonscrit que celui de la moisson des céréales, et la fenaison ne figurant que pour un quart dans les frais de la récol'e du foin, on a moins besoin de remplacer les bras pour cette opération par les machines à faner qui, quoique très-bonnes, sont cependant peu usitées en Angleterre, pays qui adopte si facilement l'application des machines à l'agriculture.

Il en est tout autrement d'une moissonneuse dont on annonce les essais avantageux. Si l'on parvenait à résoudre le problème d'effectuer en temps utile la récolte des blés sans augmenter le nombre des ouvriers habituels de la ferme, on toucherait à un moment qui pourrait être très-critique pour nos cultures continentales. En effet, la production des céréales est maintenant partagée entre la culture extensive des steppes et des terres vagues, et la culture intensive des terrains fertilisés par une longue suite de travaux. Dans la culture extensive on défriche à volonté et sans limites, et aussi souvent qu'on le juge nécessaire l'on transporte la culture d'un terrain épuisé à un terrain neuf. Un produit relativement médiocre suffit pour dédommager amplement le cultivateur qui ne donne que des façons légères à ses terrains. Dans la culture intensive, on a à payer une rente élevée, et il faut réparer, par des engrais, la fertilité enlevée au terrain par les récoltes.

La question entre les deux cultures serait bientôt décidée si, pour une population agricole donnée, les pays neufs pouvaient produire du blé en quantité plus considérable que les pays anciens; mais le manque de population s'y oppose. Le contingent apporté sur les marchés par les plaines défrichées de l'Amérique et celles de la Russie est un secours pour l'Europe en temps de disette, mais il ne peut abaisser que dans une faible proportion le prix des grains quand ce prix n'est pas élevé en Europe.

Or, chez nous, la culture du blé exige cinq à six journées d'ouvriers par hectare, jusques et inclus l'ensemencement. Les journées sont réparties sur plusieurs mois. La moisson, comprenant le fauchage et le liage des gerbes, exige par hectare cinq journées d'ouvriers, mais doit être faite dans un intervalle de douze à quinze jours. Ainsi l'on aura beau avoir les forces nécessaires pour cultiver et ensemencer une vaste étendue de terrain, on sera fatalement renfermé dans un nombre d'hectares égal au cinquième du nombre des bras dont on pourra disposer pour la moisson, multiplié par le nombre de jours qu'elle doit durer. Avez-vous seulement dix ouvriers disponibles? s'il faut opérer en quinze jours, l'extension de votre culture devra se borner à trente hectares, tandis que ces mêmes ouvriers avec quatre charrues, auraient pu en cultiver et en ensemencer quatre-vingts. Sans s'attacher à discuter ce détail, qui peut varier selon les lieux, il suffit de montrer qu'il y a une limite assez étroite posée à la culture des céréales dans l'état actuel de nos procédés agricoles, si l'on ne peut pas appeler à son secours des populations étrangères à la localité.

On concevra maintenant quelles espérances font naître chez les Américains du Nord, qui ont une étendue illimitée de terres et une population encore très-dispersée, l'annonce d'une machine qui faciliterait et accélérerait les récoltes.

Une moissonneuse a été imaginée en Écosse, dans les premières années de ce siècle; aussi ce pays réclame la priorité de l'invention, mais les essais de la machine d'Amérique sont les seuls qui nous soient encore connus comme ayant une certaine valeur pratique. Vous avez vu marcher cette machine, et vous nous dites qu'elle accomplit, d'une manière fort imparfaite, la tâche de moissonner cinq hectares par jour avec l'aide de deux ouvriers. On arrivera certainement à faire mieux et à faucher fort nettement le champ, à ranger la paille en ondains et à gagner quelque

chose sur le temps de la moisson ; mais le fameux problème ne sera pas résolu si la machine à moissonner se borne à économiser pour le fauchage du blé le tiers du nombre de bras employés jusqu'à ce jour.

Par le procédé ordinaire, il faut pour moissonner en un jour soixante ares de blé, il faut un faucheur et deux autres ouvriers employés aux opérations accessoires, ou cinq ouvriers pour un hectare. La moissonneuse exige deux ouvriers pour diriger la machine qui coupe cinq hectares, et dix ouvriers pour ranger les javelles et lier les gerbes, ou 2.4 ouvriers par hectare ; elle procurerait donc l'économie de la moitié des bras. C'est déjà beaucoup, mais ce n'est pas encore assez ; on est déchargé d'une partie du fardeau, mais on n'en est pas délivré.

Il en serait tout autrement si l'on pouvait se dispenser de lier les gerbes ; mais il faudrait recourir à une autre construction de la machine à battre, et occasionner d'assez grands embarras dans le battage, à moins que la moissonneuse ne sépare immédiatement les épis de la tige, sans s'embarrasser de fouler aux pieds la paille dont les habitants de ces pays déserts ne font pas grand usage, et qu'ils consentiraient sans scrupule à laisser pourrir sur le sol si cela pouvait faciliter leurs opérations.

Or cette manière d'opérer la moisson n'est pas nouvelle : au dire de Pline et de Palladius, elle était usitée chez les Gaulois, nos ancêtres. Pline n'en donne qu'une indication rapide[1] ; Palladius décrit cette méthode en détail[2], et je mets sous vos yeux la traduction de ce passage : « Les habitants des plaines de la Gaule se servent, pour moissonner, d'un appareil au moyen duquel un bœuf remplace le travail des hommes pour toute la récolte. C'est un chariot monté sur deux petites roues, et dont les quatre côtés sont garnis de planches inclinées en dedans, de sorte que la sur-

[1] Lib. XVIII, cap. LXXII.
[2] Lib. VIII, cap. XI.

face supérieure du chariot est plus spacieuse que le fond. Son côté antérieur est plus bas que les autres côtés, et garni de dents recourbées par le haut et espacées de manière à arrêter les épis. Derrière le chariot est placé un brancard très-court, semblable au brancard des litières. On y attèle, avec des courroies, un bœuf dont la tête est tournée vers le chariot. Il faut que cet animal soit très-doux, et qu'il mesure ses efforts sur la volonté de son conducteur. Quand il pousse le char à travers les moissons, la paille s'engage entre les dents du peigne, se rompt, et l'épi tombe dans le char. Le bouvier qui dirige l'opération élève ou abaisse le peigne selon la hauteur des épis, et en un petit nombre d'allées et de venues tout le champ est moissonné. Cette méthode est usitée dans les terrains plats et sans inégalités, et dans ceux où l'on ne fait pas grand cas de la paille. »

Lasteyrie, dans sa collection de machines et instruments[1], a donné un dessin qui représente assez bien la machine décrite par Palladius.

Si l'on parvenait à recueillir isolément les épis, la machine à battre serait bien simplifiée ; elle pourrait se réduire à l'action de deux meules suffisamment écartées pour dépouiller le grain de la balle en froissant l'épi. Sans doute alors; les steppes (je continue à désigner par ce nom les vastes terrains peu peuplés) pourraient produire une grande quantité de grains, mais cette quantité serait encore limitée par la possibilité de cultiver et d'ensemencer une étendue proportionnée de terres. Supposez qu'une charrue puisse donner à trente hectares ces cultures légères qu'on regarde comme suffisantes dans de tels pays, et que le sol produise quatorze hectolitres de grains par hectare, semence déduite. Chaque cultivateur produirait donc quatre cent vingt hectolitres de blé, dont la plus grande partie pourrait être exportée.

[1] Voir la partie de cet ouvrage qui traite de l'origine des instruments d'agriculture, planche VIII, fig. 50.

Or, dans l'état actuel des choses, avec les moyens restreints que l'on possède pour effectuer la récolte, chaque ouvrier ne peut cultiver que deux hectares, et produire seulement vingt-huit hectolitres, à moins que des bras étrangers ne lui viennent en aide. La production des steppes pourrait donc devenir quinze fois plus grande par le seul perfectionnement des procédés de récolte dont nous venons de supposer l'adoption.

Mais on est aussi sur la voie de procédés de culture plus expéditifs. L'auteur du petit écrit intitulé *la Taupe*, dont vous parlez, vit dans l'attente de nouveaux moyens plus puissants pour ouvrir le sol, et témoigne d'avance son dédain pour la bêche, la charrue, les herses, qu'il considère comme l'enfance de l'art. Ne méprisez pas trop ces prévisions, qui pourraient bien aussi se réaliser prochainement. Quand la défonceuse Guibal fut présentée au Concours de Versailles, et que, grâce au champ d'expérience, aux attelages de l'Institut agronomique et au zèle de ses professeurs, on put en faire l'essai sur le terrain, vous avez vu comme moi les effets remarquables de cette machine et il nous fut facile de reconnaître dans cet instrument le rudiment et l'idée fondamentale d'un nouveau système de culture. Je persistai seulement à regarder comme impossible l'application de la vapeur au labourage ordinaire, application qui semblait une vraie chimère quand on cherchait à faire mouvoir la charrue, laquelle ne peut recevoir qu'un mouvement direct, continu et horizontal.

Quatre bœufs mettaient en action la puissante défonceuse Guibal et remuaient énergiquement la terre à trente centimètres de profondeur, aussi bien que la pioche aurait pu le faire. Ils la soulevaient, l'ameublissaient, la mélangeaient et agissaient sur les terres les plus durcies comme sur les terres les plus meubles. Dans son état actuel, la défonceuse inventée par M. Guibal, de Castres, est une roue en fonte de quatre-vingt centimètres de diamètre, pesant 300 kilo-

grammes, armée de trente-deux dents ou pioches de trente centimètres de longueur et disposées sur deux rangs à son pourtour. Elle fait sans contredit, avec quatre bœufs ou quatre chevaux, le travail que l'on n'obtiendrait pas de huit de ces animaux, obligés de réduire la terre dans le même état par plusieurs labours consécutifs.

Supposons maintenant que la défonceuse soit armée de neuf rangs de dents au lieu de deux. Il faudrait dix-huit chevaux pour la mettre en mouvement, et probablement plus encore à cause de la perte de force qu'occasionne l'élasticité des cordes dans les attelages nombreux; on ne tarderait pas à voir qu'il serait préférable de se servir de machines moins fortes et d'attelages de quatre chevaux au plus. Mais cette grande machine serait mise en mouvement sans obstacle par douze chevaux-vapeur. Ainsi d'un côté, nous employons dix hommes, et de l'autre deux hommes seulement. Une population agricole cinq fois moindre mettrait en un mois cinquante-quatre hectares de terrain en état d'être ensemencés, ce que deux hommes ne pourraient faire maintenant qu'en dix mois; or ce temps dépasse celui pendant lequel le travail de la terre peut être fait utilement dans le cours de l'année.

On peut juger maintenant quelle extension est susceptible de prendre la culture dans les vastes plaines incultes, et quelle masse énorme de denrées s'écoulerait alors vers les pays populeux de l'Europe, surtout de céréales, qui, dès qu'elles ont été récoltées, ont besoin de moins de préparation que toute autre denrée. Le mouvement commencera sans doute par les États-Unis d'Amérique, pays qui est au courant de tous les progrès, qui les devance souvent, et qui dispose à la fois de l'activité de la race anglo-saxonne, de grands capitaux et d'un crédit très-considérable. Ce n'est que plus tard que ce progrès pourra s'étendre à des pays moins avancés. Quelles sont les ressources de l'Europe pour résister à cette invasion?

Écartons d'abord la possibilité de s'enfermer longtemps dans une ligne de douanes. Cela se pouvait quand il ne s'agissait que de petites différences; mais, si nous ne faisions pas de progrès et que le pain étranger à moitié prix se présentât à notre frontière, il serait bien difficile de persuader longtemps au peuple de manger le pain de France à un prix double. Le patriotisme et le zèle pour la protection de l'agriculture nationale ne pourraient se maintenir longtemps à ce degré de ferveur.

Il ne reste donc qu'à abaisser le prix de revient de nos grains, de manière qu'ils puissent être vendus au même prix que le blé étranger, chargé de ses frais de transport. Or ce résultat peut être obtenu par des améliorations agricoles telles que : le drainage des terrains humides, l'irrigation des terrains secs; l'engrais obtenu à un prix aussi bas que possible et réparti libéralement sur les terres, de telle sorte qu'avec la même quantité de main-d'œuvre, la quantité de la récolte double et triple; l'association à la culture du blé de cultures intercalaires qui ne laissent jamais le terrain sans emploi; l'introduction d'instruments d'agriculture perfectionnés, qui réduisent la somme du travail appliqué aux cultures.

On sait avec quelle ardeur l'agriculture de la Grande-Bretagne se livre à ces perfectionnements : le drainage; l'amélioration et l'accroissement du bétail; la nourriture à l'étable que l'on substitue rapidement au parcours, comme moyen d'augmenter la production des engrais; l'importation du guano et des tourteaux de graines oléagineuses; l'adoption des moyens mécaniques les plus perfectionnés.

En France, nous procédons bien plus lentement, et pour des causes qu'il faut examiner avec quelque détail Si cette lettre vous paraît avoir quelque intérêt, je vous demande la permission de vous entretenir de cette question si importante dans une prochaine lettre.

Agréez, etc.

N° 14.

Sur les moyens d'améliorer le sol.

Deuxième lettre à M. Léonce de Lavergne.

Orange, le 20 octobre 1853.

Monsieur,

Vous désirez que je continue à vous entretenir des probabilités que présentent les changements agricoles qui sont imminents; que j'insiste de nouveau sur l'ascendant qu'ils peuvent donner aux pays vastes et peu peuplés sur les contrées qui sont plus avancées en civilisation et en population, vous voulez que je m'explique sur les moyens que les nations placées dans les conditions où se trouve la France peuvent employer pour soutenir la lutte contre des puissances telles que la Russie ou l'Amérique. Je reprends donc mon sujet, et, avant tout, je ne crois pas inutile de chercher à donner une juste idée de la position actuelle des pays qui peuvent devenir nos rivaux, et de l'état de leur production.

Je prends mes exemples dans la Russie méridionale, qui est aujourd'hui la principale source des approvisionnements de l'Europe. Jusqu'en 1847, les blés, arrivés dans les entrepôts européens d'Ancône, de Marseille, de Hambourg, y étaient cotés 13 à 14 fr. l'hectolitre; leur prix d'achat était de 8 à 9 fr. à Odessa. Il semble étonnant que des grains, qui ont quelquefois 800 kilomètres à parcourir pour arriver à ce dernier port, puissent être cédés à si bon marché; mais les frais de transport sont presque nuls pour les propriétaires de l'intérieur de la Russie.

« Leurs serfs ou mouzics effectuent ces transports. Ils

chargent le blé sur de petites charrettes attelées de deux bœufs. On leur remet une provision de farine dans un petit sac. Le voyage dure quelquefois un mois. Le soir, quand le mouzic arrive au bord du ruisseau, il dételle ses bœufs, les laisse paître dans la steppe, prépare un peu de bouillie avec la farine qu'il a apportée, et se couche sur la terre. Le lendemain matin, il renouvelle son frugal repas et se remet en marche. Arrivé à Odessa, il décharge sa charrette, vend ses bœufs pour la boucherie, sa charrette comme bois à brûler, et revient à pied dans son pays. Il ne met que huit jours pour parcourir la distance qu'il a parcouru en un mois quand il conduisait son attelage... Les terres cultivées de son pays sont tellement étendues, et les bras si rares, qu'on ne sème guère à la même place que tous les quinze à vingt ans. On ne pratique jamais qu'un labour très-superficiel, au moment de l'ensemencement. On n'y emploie aucun engrais[1]. »

En accordant à une telle culture les mêmes prix de main-d'œuvre qu'à celle de nos pays, en supposant encore que les terrains neufs ne produisent que dix-huit hectolitres de blé par hectare, nous trouverions que le prix de revient n'est pas de plus de 3 fr. 75 c. par hectolitre, et qu'avec le prix de vente de 8 à 9 fr. à Odessa, le transport est encore payé de 4 à 5 fr. Faut-il s'en étonner? Comme le travail est une redevance du paysan, et que le seigneur l'obtient gratuitement, il s'agit pour celui-ci de vendre son blé le mieux possible, sans doute, mais de le vendre pour avoir un revenu qui, dans tous les cas, est toujours un bénéfice. Le prix du blé à Odessa n'est pas fondé sur un prix de revient, mais sur la concurrence des acheteurs.

En Amérique, le travail a un prix; mais avec les nouveaux instruments il sera réparti sur une si grande masse de produits, que l'aliquote qui pèsera sur chaque hectolitre pourra ne pas être plus considérable qu'en Russie. Les be-

[1] *Notice sur l'alimentation des pays chauds et les blés de Russie*, pages 20 et 21, par Bergasse.

soins éventuels de l'Europe détermineront donc les prix des grains, et ses besoins habituels l'étendue de la production.

Pour n'avoir pas besoin d'importer des denrées de l'étranger, il faut d'abord pouvoir satisfaire soi-même ses propres besoins, avoir en tout temps son approvisionnement complet; c'est-à-dire avoir un approvisionnement suffisant dans les années de mauvaises récoltes, avoir de l'excédant à exporter dans les années de bonnes récoltes; il faut que le prix de revient de cet approvisionnement soit encore inférieur au prix de vente sur les marchés vers lesquels on peut expédier son excédant; c'est-à-dire que, le blé de notre littoral coûtant de 13 à 14 fr., il faut que le blé qui y arrive de l'intérieur ne coûte que ce même prix, y compris les frais de transport sur le littoral. De même, s'il s'agit de conduire des grains du littoral vers l'intérieur, le prix du marché de littoral y compris les frais de transport doit être égal à celui du marché de l'intérieur. Ainsi les frais de transport étant, par exemple, de 4 fr. l'hectolitre de Marseille à Lyon, et le prix du marché de Marseille étant de 14 fr., le blé de Lyon soutiendra la concurrence de l'importation étrangère, si Lyon le produit à 18 fr. Au contraire, si Lyon veut exporter, et que le prix de Marseille soit encore de 14 fr., Lyon devra produire à 10 fr. pour que ses blés puissent y être vendus.

Plus un pays est éloigné du point où s'effectue l'importation, plus il peut produire à un prix élevé en temps de disette, et plus il doit produire à bas prix en temps d'abondance. Ces différences, où nous ne faisons entrer en ligne de compte que l'exportation étrangère, sans parler des inégalités de production de l'intérieur du pays, rendent sensible ce que vous avez si bien dit des effets de la proximité des marchés pour encourager la production, et elles indiquent le rôle que le gouvernement peut jouer dans cette répartition plus égale des ressources sur tout le pays, en perfectionnant les voies de communication, et en abaissant

les prix de transport sur les denrées de première nécessité.

D'autres que vous s'attendraient peut-être à me voir indiquer un moyen prompt et facile, un secret inconnu qui opérerait comme par miracle, qui agirait sur l'agriculture avec la rapidité des chemins de fer et du télégraphe électrique; mais, hélas! personne encore n'a fait de ces brillantes découvertes que l'on puisse appliquer à l'art de produire les aliments. Platon disait qu'il n'y avait pas de méthode royale pour apprendre la géométrie. Il n'y a pas non plus d'arcane pour dispenser l'homme de la loi du travail, à laquelle il a été condamné; mais, si je ne puis abréger la distance qui nous sépare du but que nous voulons atteindre, je puis du moins indiquer le chemin direct et prévenir les détours dans les quels on pourrait s'égarer. Voyons d'abord clairement quel est ce but.

La récolte moyenne du blé s'est tenue, en France, au niveau de sa population, qui, jusqu'à présent du moins, s'accroît chaque année de 160,000 individus. La consommation en céréales de toute espèce est de 2.82 hectolitres par individu. Ainsi, notre agriculture augmente chaque année ses produits de 451,000 hectolitres, ce qui suppose un engrais complémentaire résultant de 90,200 quintaux de bétail vivant, et une dépense de 17,138,000 fr. en achat d'élèves et en constructions. Si cet accroissement provenait d'une autre source qu'une quantité complémentaire d'engrais, il ne serait probablement pas obtenu à plus haut prix. Tel est le modique sacrifice fait par l'exploitation et la propriété du sol, pour fournir du blé au prix moyen de 16 fr. l'hectolitre, prix qui, dans les années de disette, s'élève jusqu'au-dessus de 40 fr.

La plus forte importation des grains étrangers a eu lieu en 1847. On a dit qu'il y avait eu alors un déficit de cinquante-deux jours de la consommation de blé en France, un septième environ de l'approvisionnement total. Si donc

nous parvenions à accroître la production d'un quart, c'est-à-dire de 25 millions d'hectolitres, non-seulement nous serions à l'abri de toute disette, mais nous exporterions une grande quantité de blé, même dans les années de mauvaise récolte. On peut obtenir cette quantité en faisant produire un excédant de treize hectolitres par hectare à deux millions d'hectares, c'est-à-dire au septième de la surface cultivée en céréales.

Pour y parvenir, il faut prendre la route indiquée par tous les habiles agronomes, et suivie par les Anglais ; sans augmenter le travail nécessaire, il faut obtenir de plus fortes récoltes par l'application d'engrais plus abondants ; il faut obtenir ces engrais en augmentant la quantité de bétail, et en tirant de ce bétail un parti plus avantageux. Les Anglais ont obtenu ce résultat en perfectionnant les qualités, les formes des animaux; en augmentant la production de la chair et en diminuant la production des os; en rendant la croissance du bétail plus précoce, et en diminuant ainsi la consommation de fourrage nécessaire pour créer une quantité donnée de viande ou de lait, de sorte que le prix de l'engrais que le bétail fournit soit modique.

Pour juger de l'efficacité de ce moyen, qui comprend tous les secrets de l'agronomie appliquée à des pays où la rente des terres est élevée, en même temps pour en apprécier la dépense, nous nous placerons successivement dans deux hypothèses principales ; ce que nous en dirons s'appliquera ensuite facilement à d'autres situations.

Nous choisissons d'abord, pour y appliquer notre amélioration, des terrains produisant en moyenne 18 hectolitres de blé, et payant une rente de 60 fr. par hectare. Avec la culture actuelle, on y obtient déjà le blé à 14 fr. 50 l'hectolitre, si l'assolement est combiné de manière à ce qu'une trop forte partie de la rente ne pèse pas sur la sole de blé. Or c'est ce qui n'arrive pas avec l'assolement triennal ; aussi le blé revient-il de 18 à 19 fr. à une grande partie des cultivateurs.

Le premier pas à faire est donc de rendre profitables les années intercalaires, et l'agronomie enseigne des moyens que je ne répéterai pas ici.

Mais si, sur ces terres qui sont suffisamment assainies, nous appliquons des engrais plus abondants; par exemple, nous donnons chaque année, aux terrains qui ne sont pas cultivés en plantes légumineuses, une fumure par hectare de 17,500 kil. de fumier de ferme dont les matières organiques contiennent 70 kil d'azote, nous obtiendrons par hectare un excédant de douze hectolitres de blé, coûtant 8 fr. seulement l'hectolitre. Comme sur des terres ainsi fumées, l'hectare de prairie légumineuse, de trèfle, sainfoin ou vesce, produira au moins 6,500 kil. de foin, et comme les racines donneront un semblable équivalent: on peut admettre que deux hectares cultivés en blé, et trois hectares cultivés en récoltes fourragères, constitueront définitivement le surcroît de productions céréales que nous demandons. Avec la luzerne bien fumée, il suffirait même de deux hectares de fourrages, contre deux hectares de céréales. Si on applique ce traitement à deux millions d'hectares cultivés en blé, sur cinq millions d'hectares soumis à ce régime, ce qui exigera un accroissement de 280 kil. de chair vivante par hectare moyen, coûtant, avec les constructions nécessaires, 350 fr., l'amélioration totale reviendra à 1,750,000,000 de francs.

Mais, comme l'amélioration ne portera pas uniquement sur des terres de première classe, choisissons, pour second exemple, une autre situation agricole. Prenons une de ces terres humides, compactes, n'absorbant pas l'eau, impraticables en hiver, et l'été se fendant, se durcissant et rendant impossible l'action des instruments agricoles; de ces terres, en un mot, pour lesquelles le drainage est si clairement indiqué, qui payent, au plus, une rente de 30 fr., et produisent en moyenne sept à huit hectolitres de blé. En drainant convenablement la terre, en facilitant ainsi l'écoulement de son

humidité stagnante, et lui appliquant d'ailleurs la dose d'engrais indiquée ci-dessus, on parviendrait aussi, en peu d'années, à en obtenir par hectare trente hectolitres, coûtant seulement 6 fr. 80 c. par hectolitre,, et il suffirait de 1,136,000 hectares semés en blé, ou 2,840,000 hectares soumis à l'assolement indiqué, coûtant 660 fr. par hectare en frais d'améliorations, pour obtenir les vingt-cinq millions d'hectolitres qu'on veut obtenir en sus de la récolte totale de la France.

Enfin, si l'on admet que l'amélioration porte sur une égale quantité de terres de première qualité et de terres inférieures, nous aurons un total de 3,920,000 hectares à améliorer avec une dépense de 1,427,000,000 fr.

Ces perfectionnements dans la culture seront bientôt accompagnés de tous ceux qui font la prospérité de l'agriculture anglaise : l'adoption des instruments qui épargnent les forces, le traitement convenable des engrais, et la stabulation permanente, avec l'introduction des races de bétail les plus appropriées au sol et au climat. A cet égard, remarquez aussi qu'en augmentant d'un quart notre approvisionnement de blé nous accroissons en outre notre bétail d'un poids vif de 798 millions de kilogrammes, ou un quart en sus des 3,300 millions de kilogrammes que nous possédons actuellement.

Et cette transformation agricole aurait lieu sans augmenter le personnel attaché à la culture, et par conséquent sans occasionner une plus forte consommation ; à moins que des débouchés plus importants et plus faciles permettent à la classe industrielle de prendre un développement que l'étendue de la concurrence chez tous les peuples et l'avance que quelques-uns ont sur nous dans le commerce du monde ne rendent pas très-probable.

Ce serait donc un sacrifice de 1,400 millions que nous croirions nécessaire de faire dans un délai assez court, pour nous mettre à la fois à l'abri de toute concurrence et de toute inquiétude sur nos approvisionnements. La somme paraît

prodigieuse ; mais qu'on la compare à celle de 200 à 300 millions que coûtera le déficit d'une seule année, et l'on sentira la nécessité de ne pas reculer devant cette dépense. Eh bien, je le déclare, dans ma conviction, cet effort est impossible sans des changements considérables dans l'état de la propriété agricole. La dette hypothécaire est immense ; chaque année les emprunts nouveaux l'augmentent de 500 millions [1], et dans cette somme énorme nous avons vu que la part faite à l'amélioration du sol est de 17 millions de francs; le reste de la somme est employé en achats de nouveaux terrains; en payement en numéraire de la part héréditaire fait par un des co-héritiers qui veut conserver la propriété du sol; en dépenses d'entretien, d'éducation, en dots fournies par les familles dont les revenus et les économies sont insuffisantes ; enfin, parfois, en spéculations plus ou moins aléatoires des propriétaires qui espèrent accroître leur fortune ou en réparer les brèches.

Ces causes de ruine ne sont pas sur le point de cesser; une partie des propriétaires français a peine à subvenir au payement de l'intérêt de sa dette et est incapable de tout effort salutaire. Une autre partie, dont la fortune est moins obérée, se laisse entraîner, par l'exemple, par la mode, par la vanité, à des dépenses de luxe, à de nouveaux goûts d'aisance, de dissipation, de voyages, qui l'éloignent de la vie champêtre, lui font perdre de vue la nécessité de s'occuper de ses terres, et lui font dépenser intégralement son revenu pour ses jouissances annuelles. Viennent ensuite les gens sensés, les économes, et ceux-ci, faute de connaissances agricoles, si nécessaires à leur position, mais que l'on semble abandonner à la classe ouvrière, ne sachant pas que l'on peut faire des placements avantageux sur la terre, n'y voyant autre chose que la rente, qui est un intérêt chétif du capital d'achat, emploient leurs épargnes en prêts hypothécaires, en

[1] *Documents sur le régime hypothécaire*, 1844, t. III, p. 512 *et alibi*.

achats d'effets publics, détournant ainsi le capital économisé de la source dont il sort, et ne rendant jamais à la terre la moindre partie de ce qu'on en tire. Reste, enfin, le petit nombre de ceux qui, soit par goût, soit par leur position, font à la terre les avances convenables et visent à une agriculture perfectionnée et lucrative. Parmi ces derniers, nous remarquons surtout des fonctionnaires publics parvenus à l'âge de leur retraite, dégoûtés des plaisirs bruyants de la ville, qui prennent en affection leurs domaines ruraux ; des négociants, des industriels retirés des affaires, et qui ont une longue habitude de l'emploi, du mouvement et du résultat des avances faites à une spéculation ; enfin des industriels dont les entreprises sont liées à une bonne culture : tels sont principalement les fabricants du sucre indigène, qui, pour se rendre indépendants des cultivateurs placés dans le voisinage de leurs usines, cherchent à produire une grande partie des betteraves dont ils ont besoin, et qui, dans cette entreprise, portant le même esprit que dans leurs fabrications, savent dépenser largement et à propos pour obtenir des récoltes avantageuses.

A côté de la grande propriété, la petite propriété tient en France une très-grande place, et c'est elle qui a accompli jusqu'à présent les plus grands progrès ; mais ces progrès sont dus presque uniquement à un travail opiniâtre ; c'est dire assez que ces progrès sont limités par la quantité toujours plus faible d'engrais qu'emploie la petite culture ; ses prairies et ses pâturages disparaissent de plus en plus par le défrichement, qui accroît les champs labourés sans accroître proportionnellement leurs produits.

Telle est l'idée que l'on peut se former des propriétaires français, dans leurs rapports avec la propriété rurale. Reste ensuite l'immense classe des tenanciers, métayers ou fermiers, qui cultivent une grande étendue du sol. Par la nature de leurs contrats, les métayers améliorent peu ; ils ne doivent en effet percevoir que la moitié des profits de l'amé-

lioration. Pour les fermiers, la brièveté et l'incertitude du renouvellement de leurs baux sont un des principaux obstacles aux progrès de leur culture. On doit citer ensuite : le désir de devenir propriétaire, qui enlève au cheptel et au fonds de roulement les économies qui pourraient vivifier l'exploitation ; l'ignorance et la routine, qui font méconnaître la voie qui pourrait conduire à la fortune ; enfin, l'insuffisance du capital et le recours à l'usure. Toutes ces causes retiennent les fermiers dans un état d'infériorité déplorable. Les plus riches et les plus avancés sont ceux qui, placés près des grandes villes, peuvent se passer d'un cheptel considérable; leur agriculture simple et lucrative consiste seulement à envoyer vendre leurs pailles et leurs foins à la ville et à en rapporter du fumier.

Dans tout le personnel propriétaire et exploitant, je vois bien se détacher du groupe inerte un certain nombre d'individualités qui comprennent et acceptent le progrès ; celles-ci arriveront toutes préparées à la crise ; mais la masse ne sera ébranlée que lentement, et résistera longtemps aux conseils et aux prévisions menaçantes des hommes prévoyants. Il faudra que l'orage fonde sur eux pour qu'ils cherchent à s'en garantir, et alors ils éprouveront bien des souffrances avant d'avoir pourvu à leur sûreté.

Il faut pourtant le dire à tout ce peuple imprévoyant. Le premier effet d'une importation considérable de grains sera un grand abaissement du prix moyen, et alors il arrivera ce qui est arrivé en Angleterre, il faudra aussi abaisser le taux de la rente. Elle a été abaissée dans ce pays de 10, de 20 pour 100 et au delà ; les travaux considérables en drainage, faits par les propriétaires, ont pu seuls lui conserver son taux antérieur ; c'est-à-dire que les propriétaires ont ajouté à leurs terres un capital dont l'intérêt représente la réduction qu'ils avaient subie, et dont probablement ils retireront plus tard un plus haut intérêt.

La petite propriété et les métayers qui consomment leurs

propres denrées auront moins à souffrir ; mais les fermiers dont le bail aura encore quelque durée pourront être ruinés en attendant son expiration.

C'est aux hommes intelligents que je m'adresse, en les conjurant de prévenir ces extrémités. Je sais que bien des personnes regarderont mes craintes comme chimériques ; mais qu'elles se rappellent l'effet subit de l'établissement des machines à filer le chanvre et le lin, la détresse où fut tout à coup plongée la population des Flandres et d'une partie de la Bretagne, et elles comprendront que l'adoption d'autres machines pourrait avoir un effet aussi rapide et aussi funeste sur nos cultures ; surtout quand ces machines seront mises aux mains d'une race aussi entreprenante et aussi active que la race qui peuple l'Amérique du Nord.

Que les propriétaires se mettent donc promptement à l'œuvre et améliorent leur sol, en aidant leurs tenanciers à accroître leur capital de cheptel ; que les exploitants augmentent leurs moyens de production d'engrais pour diminuer la part de rente et de travail que leurs récoltes ont à supporter ; que, par la concession de longs baux, les fermiers puissent placer avec sécurité leurs économies sur les terres qu'ils cultivent. Ces exemples, donnés par les hommes les plus distingués, les plus considérés de chaque pays, entraîneront à leur suite des imitateurs. Que le gouvernement ensuite facilite les moyens de crédit en dégageant l'hypothèque et ses suites de toutes les entraves légales. Les facilités accordées ne devront pas constituer un monopole pour quelques entreprises utiles, mais d'un effet assez borné, car la France seule est en état de pouvoir prêter à la France le capital qui lui est nécessaire. Que le Gouvernement en outre continue à perfectionner et à augmenter nos voies de communication, à assurer une libre circulation aux produits ruraux et aux machines nécessaires à l'exploitation. Alors tous ensemble, concourant dans un même esprit au perfectionnement de notre agri-

culture, nous pourrons attendre l'avenir avec plus de sécurité.

Recevez, etc.

N° 15.

Nécessité des engrais spéciaux démontrée par quelques faits observés dans la culture de la garance.

On sait l'extension qu'ont prise la culture de la garance, la pulvérisation de sa racine et l'extraction de sa matière colorante, dans le département de Vaucluse. Tant d'activité s'est liée à cette industrie, tant d'esprits éclairés se sont livrés à son étude, qu'elle reçoit chaque jour de nouveaux perfectionnements, et que nous pouvons en connaître les moindres circonstances.

Or il se présente un fait saillant, confirmé par tous ceux qui s'occupent constamment, depuis trente ans et plus, du traitement et du commerce de cette racine : c'est la diminution graduelle de la matière colorante que l'on en retire dans les contrées où elle est le plus anciennement cultivée. Les garances qui proviennent des anciens dépôts paludiens du centre du département de Vaucluse ont toujours été réputées comme les plus riches en couleur, et les fabricants les plus instruits constatent que, depuis l'époque que nous venons de citer, la propriété colorante de ces garances a baissé de 25 pour 100.

Pendant que cette grande détérioration se manifeste, on reçoit de l'Asie Mineure des garances qui conservent toujours les mêmes propriétés ; on récolte dans d'autres cantons de notre pays même des garances qui ont gardé toutes leurs qualités. Qu'est-il donc arrivé dans les palus qui ait pu détériorer ainsi les racines? A-t-on négligé la culture? a-t-on économisé les engrais? a-t-on changé leur nature?

Quant à la culture, ses procédés ont été améliorés sous tous les rapports. On a accru la quantité d'engrais employés ; et, pour ce qui tient à leur nature, on a introduit, il est vrai, l'usage des tourteaux de plantes oléagineuses concurremment avec le fumier, mais les cultivateurs qui ont continué à faire usage du fumier d'étable et d'écurie seul, ont vu décroître la qualité de leurs produits de même que les propriétaires qui associaient le tourteau au fumier, qui employaient presque uniquement le tourteau.

Mais une circonstance particulière aux palus, c'est que le terrain très-meuble facilite beaucoup les travaux si coûteux du défoncement qu'il faut faire pour atteindre les racines, et qu'ainsi on y obtient les produits à un prix moindre que dans les terrains compactes. De là est née une tendance, un entraînement à répéter cette culture le plus possible, à la faire revenir plusieurs fois de suite ou à de très-courts intervalles sur le même terrain. C'est ce qui distingue la culture des palus de la culture générale du pays; et, comme on remarque aussi la diminution de la matière colorante sur les terrains ordinaires, où la culture de la garance est fréquemment répétée, et qu'on n'obtient pas de diminution dans des terrains nouvellement consacrés à cette culture , il faut conclure que ces cultures réitérées coup sur coup sont bien la cause du mal dont on se plaint.

C'est donc à un véritable épuisement que l'on peut attribuer la décroissance de la couleur. Mais épuisement de quoi ? Ce n'est ni le carbone ni l'azote qui manquent à un terrain abondamment fumé ; ce n'est pas l'oxygène, dans un sol aussi meuble, où l'air circule avec facilité ; ce n'est pas non plus l'humidité : les palus, desséchés à leur surface, sont de vastes lacs souterrains entretenus par les filtrations de la Sorgue à travers un sol perméable. Ce n'est pas la chaux qui manque, ces terres contiennent jusqu'à 90 pour 100 de carbonate de chaux ; ni les phosphates, on les y trouve en quantité très-appréciable ; ni les sulfates, ils y sont

transportés par toutes les eaux qui coulent des montagnes gypseuses qui entourent ce bassin: ni les chlorures, qui effleurissent à la surface du sol pendant les grandes chaleurs; enfin aucune des substances dont l'analyse élémentaire peut rendre compte n'a été enlevée par la végétation. Il faut donc admettre que la coloration de la garance tient à l'existence dans le sol d'une substance composée, qui se forme peut-être par les modifications de la cellulose, comme on en voit l'exemple dans les analyses de terre de Versailles faites par MM. Risler et Verdeil [1]. On peut alors faire deux hypothèses : ou cette substance provient d'un dépôt primordial que les réactions actuelles des éléments chimiques ne produisent plus, parce qu'elles ne sont plus favorisées par les circonstances qui existaient à son origine ; ou bien cette substance se produit encore, mais avec une lenteur qui ne peut suivre du même pas la consommation qu'en font les récoltes répétées de la garance, plante qui en serait très-avide.

Ce ne serait donc pas l'aliment des plantes, considéré sous le rapport de ses principes élémentaires, mais un aliment composé de ces principes, préparé par les forces naturelles et dans des circonstances particulières qu'il faudrait fournir à la garance pour en obtenir toujours des récoltes fortement colorées ; et cette préparation ne paraît pas se faire partout, dans tous les terrains, avec la même facilité. Dans les terrains de Vaucluse, où la nature colorante était la plus abondante, la garance avait trouvé un sol très-calcaire, une porosité très-grande, une fraîcheur entretenue par capillarité à l'aide du réservoir inférieur et constant d'humidité. La preuve que ces circonstances particulières sont nécessaires, c'est qu'il y a des sols où la matière colorante ne se crée point ; qui, dès la première récolte, ne produisent que des racines grises; d'ailleurs, dans les palus mêmes, chaque pièce

[1] Voir l'appendice n° 2, p. 363.

de terre, pour ainsi dire, produit son degré spécial de coloration.

Réparera-t on le mal au moyen d'un assolement qui n'admette qu à de plus longs intervalles le retour de la garance? Si la substance enlevée à la terre par la culture longtemps continuée provient d'un dépôt primordial, ou de réactions qui n'existent plus, ce moyen retardera l'épuisement du sol, le rendra plus lent, plus insensible, et la garance pourra être cultivée pendant très-longtemps sans diminution appréciable de son principe colorant. Mais, si la matière se reproduit encore, quoique avec lenteur, il suffirait de proportionner son retour au temps de sa production pour que la culture de la garance pût continuer indéfiniment sans altération. Nous savons bien que la couleur paraît se conserver dans la garance des agriculteurs sages qui ne la font revenir que tous les douze ans sur leurs terres; mais, comme il faudrait 144 ans pour la ramener douze fois, et que nous n'avons pas une si longue expérience, nous ne pouvons pas affirmer qu'il n'y ait à chaque retour de la garance une diminution peu appréciable, qui pourrait finir par produire une racine contenant une proportion de matière colorante inférieure de 1 à 3 douzièmes à la quantité primitive, tandis que cette diminution a pu être constatée en trente ans dans des terrains qui, probablement, ont porté plus de douze fois de la garance dans cet intervalle de temps. Cependant il est plus sûr d'adopter la seconde hypothèse; puisque, si elle est vraie, on perpétuera cette riche culture; et que si, au contraire, la matière n'existe qu'en quantité définie et non renouvelable, on prolongera la richesse de la garance pendant un grand nombre d'années.

Le fait mis en lumière par l'observation dont je viens de rendre compte nous prouve que, s'il est vrai de dire que les aliments des plantes sont identiquement les mêmes, considérés sous le rapport de leurs principes élémentaires, il n'en est pas toujours de même, au moins en ce qui concerne la

garance et la production de certains sucs propres, sous le rapport des combinaisons diverses dans lesquelles ces éléments peuvent se trouver engagés. La garance croîtra abondamment sous l'influence des fumiers et en quantité proportionnelle à ces fumiers ; elle produira des tiges, des feuilles, des racines ; mais, si elle ne trouve pas dans le sol certaine matière que l'on n'a pas isolée et dont on ignore la composition, les racines ne se coloreront pas. Ce fait a été bien pressenti par M. Chevreul, qui, voyant se multiplier sous sa main le nombre des espèces chimiques provenant des mêmes éléments, émettait des craintes sur les erreurs que la trop grande simplification de l'analyse élémentaire introduirait dans l'agronomie.

Est-ce à dire cependant que l'on ait fait fausse route ? Ne faut-il pas connaître ces parties élémentaires des terres et des engrais? Ne sont-ce pas ces éléments dont la combinaison fournira les solutions spéciales dont les plantes ont besoin? D'ailleurs, il faut en convenir, la plupart des végétaux donnent des produits tellement en rapport avec les équivalents des engrais tirés des analyses élémentaires, qu'il est permis de croire que le plus grand nombre d'entre eux n'exige pas, pour sa nutrition, ces composés rares, d'une difficile formation, dont la garance paraît avoir besoin. Ainsi les céréales donnent toujours des récoltes proportionnées aux équivalents des engrais; il en est de même des plantes des prairies et d'un grand nombre de végétaux qui peuplent nos champs, soit que les principes élémentaires qui doivent constituer la fécule, le gluten, l'albumine, etc., se combinent dans les organes des plantes; soit que les composés qu'elles absorbent se forment avec facilité dans le sol, et soient pompés en solution par leurs radicelles. Peut-être, si l'on examinait attentivement plusieurs cultures dont on regarde les produits comme étant en décroissance, plusieurs autres qui semblent répugner à se succéder à elles-mêmes, malgré les fumures abondantes qu'elles reçoivent, serait-

il possible de trouver l'explication de ces phénomènes dans des causes semblables à celles que nous signalons pour la garance? Ces considérations me semblent ouvrir un nouveau champ de recherches qui conduiront à des modifications importantes dans la théorie de la nutrition des plantes et dans la théorie des assolements.

N° 16.

De la radiation solaire et de ses effets sur la végétation.

Les effets de la radiation solaire sur la végétation sont si apparents et si connus, que personne n'est tenté de les révoquer en doute. Il ne faut pas être physicien pour choisir une position méridionale et inclinée quand on veut planter une vigne; pour placer les arbres fruitiers au pied d'un mur qui reçoit et réverbère les rayons du soleil; pour couvrir les plantes qui exigent beaucoup de chaleur de châssis vitrés qui, recevant la chaleur lumineuse, et émettant avec plus de lenteur la chaleur obscure, accumulent ainsi le calorique sous leur abri; tous ces faits sont passés dans la pratique ordinaire, sans que les cultivateurs puissent se rendre compte, ni des effets de la lumière, ni de ceux de la chaleur.

Mais il est beaucoup d'autres effets qui ne tombent pas aussi directement sous les sens, et qui tiennent aux mêmes causes. Quand on voit les lignes isothères (lignes qui passent par les lieux ayant la même température estivale), se redresser presque dans la direction des méridiens, couper les lignes isothermes (lignes qui passent par les lieux ayant la même température moyenne annuelle), sous un angle très-aigu, et obéir à cette distribution de la température des étés; quand on voit en même temps les limites de la végétation des différentes plantes incliner dans le même sens du sud-ouest au nord-est; quand on trouve l'olivier improductif à

Agen avec 14° de température moyenne, et fertile en Dalmatie avec 13°; quand on constate que la limite de la vigne s'arrête à 12° sur les bords de la Loire, et atteint 10° sur les bords du Rhin; quand on voit la moisson mûrir à Londres avec une température estivale de 17°.1, en même temps qu'à Upsal avec 15°.1 ; on est obligé de reconnaître que ces phénomènes tiennent à la présence ou à l'absence d'un élément important, la chaleur lumineuse qui élève la température des corps opaques au-dessus de celle qu'ils peuvent recevoir de la chaleur diffuse de l'atmosphère.

Lorsqu'on remarque ensuite que l'absorption et l'assimilation du carbone qui compose la moitié à peu près de la masse des plantes, n'ont lieu que sous l'impression de la lumière et sont proportionnées à son intensité, on sent qu'il y a un grand intérêt agricole à déterminer ses effets.

Nous avons essayé à deux reprises de nous en rendre compte.

En 1840, dans un mémoire lu à l'Académie des sciences de l'Institut, nous rapportâmes l'observation suivante. Nous avions choisi trois mûriers de la même variété, dont les feuilles n'avaient pas été cueillies de l'année : l'un, exposé de toutes parts aux rayons du soleil ; l'autre mûrier ne recevant les rayons de soleil que le matin, et en étant privé à midi par l'interposition d'un mur prolongé aussi au couchant ; le troisième mûrier enfin, croissant entièrement à l'ombre et éclairé seulement par la lumière diffuse. Les feuilles cueillies le 24 août, dépouillées de leurs pétioles et desséchées au bain d'huile, ont donné les résultats suivants :

Les feuilles du mûrier exposé au soleil.	0.45	de matière solide.
Celles du mûrier qui recevait le soleil le matin.	0.36	—
Celles du mûrier à l'ombre.	0.27	—

Il était évident, d'ailleurs, que la quantité de feuilles ne compensait pas la perte du poids, et qu'au contraire

les feuilles étaient d'autant plus rares sur les arbres, qu'ils étaient moins exposés au soleil.

Nous avons voulu, en 1852, obtenir un résultat plus concluant. Une plate-bande a été divisée en deux parties par une cloison en planches dirigée de l'est à l'ouest ; on y avait ajouté deux ailes qui, au nord de la cloison, empêchaient les rayons du soleil de frapper la plate bande le matin et l'après-midi. Dix graines de fève ont été semées au sud et au nord de la cloison. Le 1er avril, a lieu la sortie de terre des plantes semées à l'exposition du midi ; le 7 avril, se manifeste la sortie des plantes à l'exposition du nord. Le 1er mai, des boutons de fleurs apparaissent sur les fèves du midi, qui sont si fortes, qu'elles versent; huit jours après, les boutons de fleurs se montrent seulement sur les fèves à l'exposition du nord, qui sont grêles et élancées.

Le 23 juin, on cueille les plantes avant la maturité complète de leurs fruits, à cause d'un voyage que nous devions faire.

	kil.
Les plantes à l'exposition du midi pesaient en vert. . .	1.835
Les plantes exposition nord	1.009
Après la dessiccation, les plantes exp. du midi pesaient.	0.581
Les plantes exposition nord.	0.337
Les poids relatifs des plantes du midi et des plantes du nord sont comme.	100 : 58.

Les plantes du midi avaient 131 gousses ; celles du nord seulement 47.

C'est donc principalement en herbe qu'a poussé le lot de plantes du nord, tandis que les plantes du midi ont donné une fructification abondante.

Pour constater les effets de la radiation solaire dans cette expérience, nous avions les données suivantes :

	Température moyenne de l'air.	Radiation moyenne.	Durée du jour.
Avril.	12°00	4°46	13h43
Mai..	16.20	5.74	14.50
Juin.	18.40	5.90	15.76

Ce qui donne, pour la température totale de chaque mois :

$$\text{Avril.} \quad \frac{12°.00 \times 24° + 4.46 \times 13.43}{24} = 14°08 \times 30 = 422°.40$$

$$\text{Mai.} \quad \frac{16.20 \times 24 + 5.74 \times 14.50}{24} = 19.06 \times 31 = 607.60$$

$$\text{Juin.} \quad \frac{18.40 \times 24 + 5.90 \times 15.76}{24} = 22.27 \times 23 = 51.221$$

Total.	1542.21
Sur ce total la température de l'air entre pour. .	1286.50
La radiation intervient donc.	255.71
Ou par jour moyen.	3 07

Certainement une addition de 3°.07 de chaleur obscure reçue dans une serre, pendant 84 jours n'aurait pas produit les résultats que l'on a obtenus de cette addition de chaleur lumineuse. Il est donc impossible de ne pas attribuer à la lumière la plus grande part dans l'effet qui a été produit.

Un autre fait devait nous exciter à tenir grand compte des effets de la radiation solaire, c'était la végétation alpine d'une si grande richesse comparativement à la végétation des climats du Nord, où l'atmosphère a la même température moyenne ; c'était la rapidité de cette végétation, comparée à celle des vallées d'une température plus chaude. M. Martins a trouvé que le sol de la cime du Faulhorn avait une température moyenne égale à la température maxima de l'air, ce qui est loin d'être l'état du sol des plaines et des vallées. Cela tient incontestablement non à ce que la radiation solaire doit traverser 2,680 mètres de moins, mais à ce que l'air y est plus dégagé de vapeurs et que les rayons solaires y sont moins interceptés par les nébulosités.

L'énergie de la radiation solaire sur les montagnes avait frappé Bénédict de Saussure, ce grand voyageur des Alpes, et il chercha à la constater bien plus qu'à la mesurer. Il fit construire une caisse de sapin de $0^m.22$ de longueur, sur $0^m.24$ de largeur et autant de hauteur, doublée intérieurement de

plaques de liége d'une épaisseur de 27mill., et noircies. Cette caisse était fermée par trois coulisses garnies de glaces bien transparentes, posées les unes au-dessus des autres. Un thermomètre était placé au fond de cette boîte.

Le 16 juillet, de 2h 12m à 3h 12m, il exposa cet appareil à la radiation solaire sur le sommet du Cramont. Le thermomètre monta à 87° centigrade, tandis qu'un thermomètre extérieur, placé sur ces plaques de liége noircies et exposé au soleil, montait à 26°.25, et qu'un thermomètre à l'ombre et à boule nue se soutenait à 6°.25.

Le lendemain, à Courmayeur, à 1,514 mètres plus bas et aux mêmes heures, le thermomètre de la boîte monta à 86°.20, celui de la plaque de liége à 33°.75, et le thermomètre à l'ombre, à 23°.75.

Ainsi la radiation solaire avait produit, en une heure, sur le Cramont, en agissant

Sur le thermomètre de la boîte, un échauffement de. . .	81°25
Sur le thermomètre de la plaque de liége, de	20.00

Et dans la vallée,

Sur le thermomètre de la boîte un échauffement de. . .	42°45
Sur le thermomètre de la plaque de liége, de.	10.00

Ces observations, reprises à la Chenalette, le 23 juillet, à la même hauteur que sur le Cramont, donnèrent :

Thermomètre de la boîte.	86°25
Thermomètre à l'air libre, à l'ombre.	10.00
Radiation.	76.25

Dans la vallée,

Thermomètre de la boite..	25°00
Thermomètre à l'air libre.	10.00
	15.00

Tout en montrant les effets incontestables de la radiation solaire, si différents selon les temps et les lieux , ces observations indiquaient que la manière de recevoir cette radiation, la nature et la disposition des corps qui y étaient soumis, n'étaient pas indifférentes, et qu'on ne parviendrait à obtenir des résultats comparables qu'en convenant d'un mode uniforme d'observations.

Pendant que de Saussure essayait d'apprécier ces différences dans les effets de la radiation, d'autres physiciens, remontant jusqu'à la source des effets, avaient cherché à mesurer rigoureusement la quantité de lumière et de chaleur solaire qui parvient, dans un temps donné, à la limite de l'atmosphère ; l'absorption que cette chaleur éprouve en traversant l'air, selon les divers degrés d'obliquité sous lesquels elle parvient à la terre. Bouguer avait trouvé que la lumière transmise t était égale à la lumière A reçue à la limite de l'atmosphère, multipliée par un terme p, qui serait constant si l'air était toujours pur, sec, et également comprimé, mais qui varie à chaque instant , selon les matières adventives, et surtout selon la vapeur aqueuse mêlée à l'air ; enfin que ce terme p devait être élevé à une puissance ε, indiquant l'épaisseur de la couche d'air traversée, selon l'inclinaison des rayons solaires. On avait donc la formule $t = Ap^{\varepsilon}$. Après de nombreuses recherches expérimentales, M. Pouillet arrivait à la même formule pour la chaleur rayonnante du soleil, et il trouvait en une minute 1°.7633 pour la valeur de A. Quant à la valeur de p, il a trouvé, à Paris, pendant la durée de ses observations, une moyenne de 0°.7590; M. Forbes a obtenu, pour la Suisse, 0°.685 ; M. Quetelet, à Bruxelles, 0°.615; à Orange, nous avons trouvé, en juillet et août 1842, une moyenne de 0°.676; en février 1853, une valeur de 0°.680; mais ces résultats moyens résultent d'oscillations de 0°.490 à 0°.872. Ces nombres indiquent la fraction de chaleur solaire qui parviendrait à la terre, si le soleil était au zénith.

Mais ce n'est pas encore là ce qui importe à l'agriculture.

Nous voulons savoir non-seulement la quantité de chaleur solaire qui frappe les corps opaques, mais encore celle qui peut s'accumuler dans ces corps ; en un mot, l'état variable de la température de ces corps, exposés au soleil, aux différents jours de l'année, et aux différentes heures du jour, pour pouvoir en conclure les échauffements moyens de chaque saison, de chaque année. Tel est le problème à résoudre.

Quand on voit que la radiation solaire produit des effets si différents sur les corps opaques soumis à son action, selon leur nature, leur volume, leur figure, leur couleur, on ne peut se flatter de trouver un moyen qui puisse indiquer généralement ce qui se passe dans chacun des corps du règne végétal. Ainsi l'épi de blé, frappé par le soleil, acquiert une température différente de celle du grain de raisin, du melon; les feuilles acquièrent une autre température que les tiges; les troncs d'arbres, une autre température que le chaume des céréales ; les parties sèches, privées de vie, s'échauffent tout autrement que les corps vivants, dont la surface transpire constamment, et dont la chaleur ne surpasse pas de beaucoup celle de l'air environnant. Tout cela est vrai, mais aussi il ne faut pas avoir la prétention de trouver immédiatement les détails du phénomène. Choisir un corps de grandeur, de forme, de couleur déterminées, observer les effets que produit sur lui la radiation, telle est l'œuvre du météorologiste; le botaniste et l'agriculteur auront un point de départ, un étalon qu'ils compareront au développement des différentes plantes, et c'est ainsi que la radiation solaire pourra entrer, pour la part qui lui appartient, dans l'étude des phénomènes que présente la végétation.

La surface de la terre ne peut être le corps à choisir pour ce genre d'observation. Il s'y produit plusieurs effets qui diffèrent de ce que l'on observe sur les corps isolés. D'abord le soleil la frappe obliquement et agit selon le sinus de l'angle d'incidence, tandis que les corps ovoïdes sont à peine affectés

de ces différences, et que les corps sphériques n'en sont pas affectés du tout. En outre, l'évaporation enlève bientôt les gouttes de pluie ou de rosée sur les corps isolés, tandis que la terre ne se ressuie que lentement et reçoit sans cesse de nouvelles doses d'humidité de son intérieur par l'effet de la capillarité; d'où résulte une source de refroidissement prolongé que n'éprouvent pas les corps isolés. Point de doute, cependant, qu'en agriculture il ne faille tenir grand compte de la température du sol, mais c'est l'objet d'un autre ordre d'observations qu'il ne faut pas confondre avec celles dont nous nous occupons.

Pour faire choix de l'appareil destiné à estimer la chaleur solaire reçue par les corps opaques, nous nous sommes livré à quelques expériences. Il s'agissait de déterminer : 1° la forme du corps exposé à la radiation ; 2° sa nature ; 3° sa couleur et l'état de sa surface ; 4° ses dimensions.

1° *Forme de l'appareil.* — La seule forme qui n'oblige pas à faire subir au corps un mouvement continu pour qu'il présente toujours au soleil la même surface, est la forme sphérique. En effet, un corps sphérique reçoit toujours les rayons solaires sur la moitié de sa surface, et comme s'ils tombaient perpendiculairement sur un de ses grands cercles. Il fallait donc présenter au soleil une sphère assez isolée pour qu'elle ne fût pas influencée par le rayonnement des corps environnants.

2° *Nature de l'appareil.* — La fragilité du verre, quand on lui donne d'assez grandes dimensions, en rapport avec celles des corps du règne végétal, a d'abord fait écarter les thermomètres à boule très-renflée et les thermomètres simples. Nous avons essayé une boule de bois mince et une sphère de cuivre, l'une et l'autre minces et creuses en dedans.

Le bois mince, bon conducteur, laisse échapper plus difficilement la chaleur reçue par la radiation lumineuse du soleil.

Vers le milieu de mai, la boule de bois se fendit, et on ne put continuer les observations. Cet accident, qui se serait souvent renouvelé, indiquait assez qu'il fallait renoncer à cette substance. Nous nous décidâmes donc pour le cuivre mince.

3° *Coloration.* — Ayant exposé au soleil deux thermomètres, le réservoir du premier étant incolore, celui du second étant noirci, Flaugergues a obtenu des résultats qui montrent que, soit par la réflexion sur la face éclairée, soit par la rapidité de son rayonnement sur la face qui n'est pas éclairée, la boule nue ne manifeste que la moitié de la chaleur solaire acquise par la boule noircie.

Le noir de fumée est la substance qui absorbe le plus de chaleur et la conserve le mieux; mais son application, répétée à chaque observation, rend le travail de l'observateur pénible et souvent imparfait; nous avons donc pensé devoir fixer le noir de fumée sur l'appareil, au moyen d'une huile siccative. Cette peinture reste longtemps intacte, et il suffit de la laver pour enlever les poussières qui s'y attachent.

4° *Dimensions.* — Toutes les fois que l'on expose des corps opaques de même nature et de même forme au soleil, ils acquièrent des températures différentes selon que leur volume change. Pour pouvoir déterminer ces différences il faudrait des expériences nombreuses, suivies, avec des instruments bien préservés des effets de l'humidité et du vent. D'après les premiers essais que nous avons tentés, si l'on attend dans chaque expérience le moment du maximum de l'échauffement, cette température maximum est d'autant plus élevée que les dimensions des appareils sont plus grandes. Ces expériences ont besoin d'être reprises et continuées. Il en est tout autrement quand les corps ont à subir les influences extérieures, celles de l'humidité de l'air et du vent.

Les tâtonnements auxquels nous nous sommes livré nous

ont amené à nous arrêter au diamètre de $100^{mill.}$ pour type de l'instrument sur lequel nous voulions mesurer les effets de la radiation.

La sphère creuse de cuivre, de 1 décimètre de diamètre, qui a servi à nos expériences, pèse 97 grammes. Sa chaleur spécifique est de $0.097 \times 0.092 = 0.008924$; pleine d'eau, sa chaleur spécifique est de 0.633281.

Comparaison de radiations observées en différents temps et différents lieux. — Pour pouvoir comparer deux observations de radiation solaire, il faut les réduire à une même épaisseur de l'atmosphère, et en déduire la portion de chaleur solaire qui arrive au lieu de l'observation. Cette portion de chaleur, indiquée par la valeur de p dans la formule de Bouguer, montre l'état relatif de la diaphanéité du ciel dans les deux stations, ou les deux époques comparées.

Mais ce n'est pas seulement la quantité de chaleur solaire reçue à chaque instant que nous voulons déterminer, c'est surtout celle qui peut s'accumuler dans le corps opaque ; or, dans ce cas, la formule de Bouguer doit être affectée d'un coefficient D, qui indique sa faculté d'accumulation. C'est un terme variable, non-seulement d'un corps à l'autre, selon sa chaleur spécifique ; mais aussi selon la température de l'air et son humidité, etc.

Ainsi, dans notre observation du 31 janvier 1853, nous avons obtenu pour la valeur de $p = 0.593$; et nous avions $t = 1.7638 \times 0.593^{1.99}$, ce qui nous donnait $t = 0.70$. Mais après 40 minutes, la boule était restée stationnaire avec une différence de 10°.4 avec l'ombre ; D était donc égal à $\frac{10.4}{0.70} = 14.85$.

Dans l'expérience faite avec le pyrhéliomètre de M. Pouillet, la radiation en une minute avait été de 0.9, avec une épaisseur de l'atmosphère de 1.12, ce qui nous donnait pour $p^{1.12}$, la valeur de 0.5102, et pour p, celle de 0.548. Or, en 55 mi-

nutes, l'accumulation du calorique avait été de 28°.6, ainsi D était égal à $\frac{28.6}{0.90} = 31.77$.

Ces deux résultats obtenus, l'un avec une boule pleine d'air, et l'autre avec un disque plein d'eau, montrent les différences que l'on peut attendre de la nature des corps exposés au soleil, quant à la chaleur qu'ils peuvent accumuler.

Maintenant, si nous supposons la valeur de p constante et égale à 0.8, et que les instruments employés soient de même forme, de même matière, de même poids, et qu'ils aient la même chaleur spécifique; il est évident que le terme D nous montrera seulement la chaleur accumulée sur ce corps, en raison des obstacles divers que lui ont opposés et la nébulosité de l'air et la température de l'atmosphère, et son humidité et les vents. Le terme D, le résumé de tous ces obstacles, sera donc le véritable *criterium* des effets de la radiation solaire, dans deux lieux différents ou dans le même lieu à deux instants donnés, et nous aurons la valeur de D au moyen de la formule suivante : appelant T la chaleur solaire accumulée sur le corps, c'est-à-dire la différence entre sa température et celle de la température à l'ombre, on aura :

$$D = \frac{T}{1.7633 + 0.8\varepsilon}$$

ε désignera l'épaisseur de l'atmosphère.

Si, d'après cela, nous voulions comparer les radiations solaires, à Versailles, pendant le mois d'août 1852, à 3 heures du soir; à Orange, à deux heures et demie, et au grand Saint-Bernard, à 2 heures, nous aurions les résultats suivants :

Versailles. Radiation moyenne.	7°08	
Épaisseur moyenne de l'air des jours observés. .	1.61	$p^{1.61} = 0.697$

$$D = \frac{7°.08}{1.7633 \times 0.697} = 5.756$$

Orange. Radiation moyenne. . . . . 9°.20
Épaisseur moyenne de l'air des jours observés. . 1.42 $p^{1.42} = 0.729$

$$D = \frac{9°.20}{1.7633 \times 0.729} = 7.132$$

Saint-Bernard. Radiation moyenne. . . . 17°.30
Épaisseur moyenne de l'air des jours observés. . 1.36 $p^{1.36} = 0.738$

$$D = \frac{17°.3}{1.7633 \times 0.738} = 13.266$$

Ainsi la moyenne de la radiation des jours où le soleil a échauffé la boule a été d'une intensité qui, pour ces trois lieux, peut être représentée par les nombres 5.756, 7.132, 13.267.

La grande quantité de chaleur solaire du grand Saint-Bernard n'a rien qui doive étonner, si l'on remarque que cette station est élevée de 2,491^{m} au-dessus du niveau de la mer, que la moyenne de la pression barométrique y est de 563$^{mill.}$77; et qu'ainsi, l'épaisseur de l'atmosphère au zénith étant 1, le baromètre au niveau de la mer 762$^{mill.}$34, la couche d'air qui surmonte le grand Saint-Bernard n'est que 0.7395 de celle qui pèse sur la mer.

Il est facile de concevoir aussi que les rayons solaires éprouvent bien moins d'obstacles dans un air moins dense, plus froid, et par conséquent moins chargé de vapeurs aqueuses ; car la tension des vapeurs dissoutes décroît plus rapidement que le poids de l'air ; ainsi à Marseille, pour 14°.1 de température moyenne, la tension de saturation est de 11$^{mill.}$.99 ; et au Saint-Bernard, par une température moyenne de —2°.66, cette tension n'est plus que de 3$^{mill.}$75 ; c'est-à-dire que, pour un poids atmosphérique des trois quarts de la pression observée à Marseille, la tension de la vapeur n'est plus que d'un tiers (0.31).

Effet total de la radiation sur le sol. — Pour apprécier l'effet de la radiation dans un lieu donné, il faut additionner les observations faites à toutes les heures de la journée où le soleil éclaire sans être caché par les nuages, et diviser le to-

tal de l'addition par le nombre total des journées éclairées et non éclairées. C'est le résultat réellement climatologique et agricole que nous cherchons.

L'emploi de cette méthode présente plusieurs difficultés : 1° les observations ne sont pas toutes horaires ; 2° elles ne comprennent pas, le plus souvent, les premières et les dernières heures de la journée; 3° la moyenne des épaisseurs de l'air observées ne représente pas la véritable épaisseur moyenne de la journée, depuis le lever jusqu'au coucher du soleil.

Voyons comment nous devons opérer pour obtenir au moins une approximation. Prenons, par exemple, le mois d'août 1852, que nous avons déjà cité.

Les observations ont été faites à Versailles, à 6 heures du matin, 9 heures, midi, 3 heures et 6 heures du soir.

Heures.	Épaisseur moyenne.	Total de la radiation du mois.	Ou par jour moyen.
6	5.14	26°2	0°84
9	1.60	161.8	5.22
12	1.24	159.4	5.14
3	1.61	155.7	5.02
6	5.20	60.0	1.94
Totaux. . . .	14.79	563.1	18.16
Épaisseur moyenne.	2.95 $p^s = 0.518$	Moyenne. . .	3.63

D'après notre formule, il vient $D = 4.0$.

Mais l'épaisseur moyenne du jour est un peu différente de celle qui nous est donnée par les heures des observations. Nous avons, pour le 15 du mois :

Heures.	Hauteur du soleil.	Épaisseur.
12	59° 49′	1.16
1	52 54	1.27
2	47 13	1.36
3	39 14	1.58
4	30 2	1.99
5	20 16	2.81
6	10 29	4.80
		14.97
Épaisseur moyenne.		2.14 $p^s = 0.621$.

D = 4.35

La radiation qu'on suppose durer tout le jour a donné, à Versailles, 4°.35, et, le jour étant de $14^h\ 30^m$, le 15 août, nous avons 63°.07, pour la somme des températures de la boule prises heure par heure dans le jour moyen du mois.

Voyons quels seront les résultats pour Orange. Ici, nous n'avons que deux observations, celle de 8 heures du matin et celle de 2 heures et demie du soir. L'état moyen du ciel devient plus douteux.

		Épaisseur.	Total de la radiation du mois.	Par jour moyen.
Nous avons, à 8^h	épaisseur moyenne	1.93	155.5	5.01
— à 2 1/2	—	1.39	239.4	7.72
		3.32		12.73
	Épaisseur moyenne	1.66	Radiation moyenne	6.36
	$p^e = 0.690$		D = 5.2.	

Mais l'épaisseur moyenne du jour est la suivante :

Heures.	Hauteur du soleil.	
12	59°49′	1.16
1	57 13	1.20
2	50 27	1.30
3	41 20	1.51
4	31 5	1.93
5	20 23	2.78
6	9 40	5.05
		14.93
	Épaisseur moyenne.	2.13 $p^e = 0.622$.

La radiation, qu'on suppose durer tout le jour, à Orange, le 15 août, est donc $\frac{6.36 \times 0.622}{0.690} = 5°.73$, et le jour étant de $13^h 50^m$, nous obtenons 79°.25 pour la somme des températures de la boule, prises heure par heure dans le jour moyen du mois.

Examinons enfin ce qui s'est passé au Saint-Bernard. Nous avons ici six observations : 8 heures, 10 heures, midi,

2 heures, 4 heures et 6 heures du soir. Nous sommes donc bien plus sûrs de l'état moyen du ciel.

Heures.	Épaisseur moyenne de l'air.	Total de la radiation du mois.	Par jour moyen.
8.	2.05	86.6	2.79
10.	1.37	174.4	5.63
12.	1.22	275.0	8.87
2.	1.36	259.6	8.38
4.	2.04	186.4	6.01
6.	5.79	46.6	1.50
	13.83		33.18
Moyenne. . .	2.30	$p^2 = 0.598$	5.53

Mais l'épaisseur moyenne de la journée, par 46° degrés de latitude, est la suivante, le 15 août.

Heures.	Hauteur du soleil.	Épaisseur.
12.	57°57′	1,19
1.	55 33	1,22
2.	49 13	1,32
3.	40 33	1,54
4.	30 41	1,95
5.	20 22	2,79
6.	9 59	4,98
		14,99
		2,19 $p^2 = 0,613$

La radiation qu'on suppose durer tout le jour au Saint-Bernard, le 15 août, donne $\frac{5.53 \times 0.613}{0.598} = 5°.67$; et, le jour étant de 14 heures, 79°.38 est la somme des températures de la boule, prises heure par heure dans le jour moyen du mois. C'est une température aussi élevée que celle d'Orange, quoique l'on n'ait eu à deux heures que 15 jours de soleil au Saint-Bernard et 27 à Orange, et plus élevée que celle de Versailles qui a eu 22 jours de soleil.

Ainsi, pour déterminer approximativement la radiation moyenne d'un jour ou d'un mois, il faut : 1° connaître la radiation observée au plus grand nombre possible d'heures de

la journée ; 2° diviser la somme de ces radiations par le nombre d'observations pour avoir la radiation moyenne ; 3° connaître l'épaisseur de l'atmosphère interposée entre le soleil et l'instrument à chacune de ces observations et en prendre la moyenne ; 4° élever 0.8 à la puissance indiquée par cette épaisseur moyenne, première valeur p^{ε} (ce qui devient très-facile au moyen d'une table préparée d'avance); 5° déterminer l'épaisseur moyenne de l'atmosphère prise d'heure en heure pendant toute la journée ; 6° élever 0.8 à la puissance indiquée par cette épaisseur, dernière valeur de p^{ε} ; 7° faire la proportion : la première valeur de p^{ε} est à la radiation moyenne observée comme la seconde valeur de p^{ε} est à la radiation réelle approchée. p^{ε} est donc le nombre qui, multiplié par le rayonnement du soleil à la limite de l'atmosphère, indique le rayonnement moyen d'une journée complétement claire. Ce nombre varie selon la latitude et selon les mois.

Plusieurs de mes appareils ont été employés à des observations sur différents points; mais les expérimentateurs paraissent s'être attachés surtout aux usages secondaires que l'on peut faire de ces sortes d'instruments, et n'ont pas cherché à les appliquer à une suite d'observations qui pût servir à la détermination du climat solaire du lieu. Quelques expérimentateurs ont cherché seulement à trouver les maxima de radiation solaire; d'autres ont cherché à déterminer la chaleur solaire elle-même, et la quantité qui en arrive à notre globe, usage pour lequel cet instrument n'a pas été assez étudié, et pour lequel d'autres instruments sont préférables.

Il n'y avait, au commencement de 1853, que trois observatoires où les observations de l'échauffement des corps opaques fussent faites d'une manière regulière : l'observatoire du grand Saint-Bernard, où l'obligeance des pères de l'hospice, et en particulier celle du P. de l'Église, leur supérieur, ne s'est pas démentie un moment ; l'observatoire de Versailles, où les observations ont cessé à la mort de notre

si regrettable collaborateur, M. Haeghens; enfin l'observatoire d'Orange qui est sous ma direction.

Voici d'abord les résultats des moyennes de radiation pour chacun des mois de 1853, obtenus dans ces observatoires :

	SAINT-BERNARD.	VERSAILLES.	ORANGE.
Janvier.	6°.44	1°.42	2°.27
Février.	6.61	2.43	3.73
Mars..	5.82	3.94	3.70
Avril.	4.59	3.11	5.25
Mai.	2.31	4.75	3.43
Juin..	7.89	4.58	5.27
Juillet.	8.78	4.97	6.66
Août.	8.37	"	6.15
Septembre.	6.18	"	4.69
Octobre.	6.57	"	2.90
Novembre.	4.34	"	1.63
Décembre.	9.37	"	1.92
Moyenne..	6.44	"	3.97

C'est surtout en hiver et au printemps que la température du Saint-Bernard est supérieure à celle de la plaine.

Le tableau suivant indique les maxima de radiation obtenus, pour chaque mois, dans les observatoires du Saint-Bernard, de Versailles et d'Orange, et en outre dans l'observatoire de Genève, par les soins de M. Plantamour, et dans celui de Morges, par les soins de M. Burnier.

	SAINT-BERNARD.	GENÈVE.	MORGES.	VERSAILLES.	ORANGE.
Janvier.	25°.4	13°.0	"	14°.1	9°.4
Février.	38.1	14.8	"	9.5	12.6
Mars..	20.4	17.5	"	18.1	12.2
Avril.	29.3	15.2	"	16.0	12.2
Mai..	29.8	16.3	"	16.7	12 0
Juin.	35.0	17.8	"	15.1	15.8
Juillet..	23.8	18.5	"	15.8	13.2
Août.	34.2	17.2	"	"	14.5
Septembre. . . .	26.5	"	17°.7	"	12.2
Octobre.	25.9	"	15.1	"	11.8
Novembre. . . .	24.1	"	"	"	9.8
Décembre. . . .	31.1	"	17.1	"	1.12
Moyenne des maxima.	28.58	"	"	"	12.24

Ainsi les maxima de radiation se manifestent de préférence dans les altitudes et les latitudes les plus élevées. La valeur de la radiation moyenne dépend de l'élévation du lieu et aussi du nombre de jours où le soleil n'a pas été caché par des nuages; nous indiquons ci-après le nombre de ces jours au mont Saint-Bernard, à Versailles et à Orange. Pour l'obtenir, nous divisons le nombre total des observations de radiation faites dans le mois, par le nombre des observations qui ont été faites chaque jour à l'observatoire considéré. Ainsi, 30 observations où le soleil a agi sur la boule, dans un lieu où l'on fait trois observations par jour, donnent dix jours de radiation pour ce lieu.

Nombre de journées éclairées par le soleil.

1853	SAINT-BERNARD.	VERSAILLES.	ORANGE.
Janvier.	16	22	17
Février.	9	24	25
Mars.	17	24	28
Avril..	10	24	29
Mai.	5	26	26
Juin.	15	25	28
Juillet.	21	23	30
Août..	24	"	31
Septembre.	16	"	28
Octobre.	11	"	25
Novembre.	8	"	18
Décembre.	14	"	13
Moyenne..	13.8	"	24.8

Ainsi, dans la plaine, il y a un plus grand nombre de jours éclairés; mais, sur la montagne, l'intensité de la radiation fait plus que compenser cet avantage pour la végétation qui doit y marcher par secousses successives.

Enfin, j'ai cru qu'il serait intéressant de comparer entre elles, dans une même localité, les radiations de plusieurs années consécutives. Je donne ici par saison les radiations

observées à Orange, en 1851, 1852, 1853. Les saisons considérées ne sont pas les saisons astronomiques, mais les saisons météorologiques, composées de trois mois chacune, commençant à décembre et finissant avec novembre de chaque année.

Radiation des saisons à Orange (Vaucluse).

	1851.	1852.	1853.
Hiver (décembre à février).	"	4.53	3.39
Printemps (mars à mai).	5.05	5.52	4.13
Été (juin à août).	5.51	7.44	6.02
Automne (septembre à novembre). .	4.61	5.42	5.07
Moyennes.	"	5.45	4.15

La récolte de 1853, qui a été faite après un printemps à faibles radiations solaires, a été très-mauvaise; on verra plus tard, quand on aura réuni un plus grand nombre d'années d'observations, si cette influence se confirme. Les recherches de cette nature se multiplient, et elles permettront de résoudre un grand nombre de questions que je ne fais qu'indiquer. Ainsi, M. Quetelet a bien voulu, à ma prière, faire à Bruxelles, pendant trois ans, l'observation d'un thermomètre exposé au soleil. En outre, on fait en Russie des observations complètes dans sept observatoires différents, de 39° à 60° de latitude et sous des méridiens qui s'étendent du 28e au 222e dégré de longitude. Cette belle entreprise du gouvernement russe est dirigée par M. Kuppfer.

J'ai recherché si les thermomètres à boule noircie, et les thermomètres enfermés dans une boule de $0^m.10$ en cuivre noirci, donnaient des résultats comparables; j'ai trouvé qu'il y avait identité presque complète entre ces deux genres d'observation, sauf pour les matinées humides où le thermomètre à la boule de cuivre indique un dégré moins élevé.

En calculant les observations de radiation, il faut tenir compte de l'épaisseur de l'atmosphère, du temps pendant lequel le ciel est pur et de la longueur du jour pour chaque

latitude. Des exemples de la manière dont il faut faire tous ces calculs sont donnés dans le Mémoire que j'ai inséré dans le tome III de l'*Annuaire de la Société météorologique* (p. 253).

Le nombre des observations faites jusqu'à présent est encore trop peu considérable pour qu'on puisse en tirer des conclusions définitives; cependant on peut regarder les résultats suivants comme à peu près acquis à la science :

1° Le chiffre de la radiation moyenne augmente de l'ouest à l'est, sur l'ancien continent; il redevient faible à l'ouest de l'Amérique. Il augmente beaucoup avec l'altitude. C'est que l'intensité de la radiation peut être considérée comme étant la mesure de la quantité de vapeurs diffuses qui se trouvent dans l'atmosphère; ces vapeurs sont d'autant plus abondantes que l'on est plus voisin des grands réservoirs d'eau situés dans la direction des vents; de plus, cette quantité de vapeur est d'autant moins grande, que la couche d'air dans laquelle on se trouve est plus rare.

2° La durée du jour influe beaucoup sur les effets de la radiation : ainsi à radiations diurnes égales, en été dans les régions septentrionales, ces effets sont moindres en hiver et à l'automne et plus grands au printemps que dans les pays à latitudes moins élevées.

3° La radiation augmente beaucoup en été; cela explique la prépondérance de la chaleur estivale dans les climats intérieurs du continent, et les effets considérables de la chaleur solaire dans les régions où l'on peut souffrir d'une insolation de 29 à 30 degrés pendant le jour, tandis que l'obliquité du rayon incident à la terre n'échauffe pas la terre dans les mêmes proportions que les corps opaques isolés.

4° Ces effets combinés de la radiation solaire des corps opaques isolés et de la radiation de la terre sont exprimés par la température moyenne de l'air, qui, avec l'action des rayons solaires détermine la température des corps opaques; les deux températures, très-différentes en hiver à des latitudes diverses, diffèrent encore beaucoup au prin-

temps et en automne, et se rapprochent de l'égalité en été.

5° Les plus fortes radiations ont lieu quand le soleil perce au travers des nuages appelés *cumuli*, le fond du ciel étant bleu; il semble qu'alors les vapeurs s'attirent et se groupent pour former les masses nuageuses et laisser libres et exempts de nébulosités les espaces intermédiaires.

N° 17.

Influence de la température sur les progrès de la végétation.

Dès que Réaumur eut régularisé les indications du thermomètre, il demanda qu'il fût établi des comparaisons entre la somme des températures et la durée de la végétation des plantes [1]. Adanson [2] et Cotte [3] cherchèrent à réaliser ce vœu, mais ils manquaient encore des éléments nécessaires pour obtenir des résultats exacts. Depuis cette époque, M. Boussingault, dans un Mémoire présenté à l'Académie des sciences et dans son *Économie rurale*, calcula les sommes de degrés de température reçues par les plantes en des lieux divers depuis l'époque de leur germination jusqu'à l'époque de leur maturité. Nous avons fait plus tard les mêmes calculs pour les végétaux cultivés en Europe, en joignant à ces calculs les effets de la radiation solaire. M. Quételet, frappé de quelques anomalies, proposa de mesurer les effets calorifiques par les sommes des carrés des degrés de température au lieu de prendre simplement pour élément du calcul les sommes des degrés. Enfin, M. Babinet a conclu de quelques données théoriques, qu'il fallait multiplier la somme des degrés

[1] *Mémoires de l'Académie*, 1735, page 559.
[2] *Familles de plantes*, tome I, pages 87, 102, 108.
[3] *Traité de Météorologie*, pages 422 et suivantes.

par le carré du nombre de jours de durée de la végétation.

Tel était l'état des choses, quand nous avons résolu d'étudier de nouveau la question. Cette étude nous a conduit d'abord à reconnaître l'insuffisance de toutes les méthodes proposées pour comparer les phases de la végétation à la température; puis nous avons cru reconnaître les causes des anomalies, et nous avons entrevu ce qui reste à faire pour élucider la question.

Dans les tableaux présentés par M. Boussingault en 1837 et dans ceux de son *Économie rurale*, notre savant confrère cherche la somme des températures qui ont eu lieu depuis l'époque de la cessation des gelées (qu'il fixe pour Paris au 15 février, et pour le midi de la France, au 1er février), jusqu'à la maturité des plantes. Il obtient :

En Alsace. .	2,150	degrés.
A Paris. .	2,160	—
A Kingston (New-York).	2,066	—
A Quiachaqui (zone équatoriale). .	2,534	—

On remarque ici l'accord des trois nombres qui représentent les sommes des degrés de température des lieux placés dans la zone tempérée; le nombre de degrés calculés pour Quiachaqui, sous la zone équatoriale, diffère beaucoup des trois premiers nombres.

Nous avons traité de la même manière les observations faites à Orange, pour une moyenne de 33 ans, et en particulier les observations des années 1853 et 1854, les observations de cinq années différentes, faites à l'école régionale de la Saulsaie, près de Lyon. Toutes les sommes que nous avons obtenues pour ces lieux pris dans la vallée du Rhône nous ont donné un minimum de 1,613 degrés et une moyenne de 1,748 degrés ; ce nombre diffère notablement des chiffres qui ont été obtenus dans d'autres bassins météorologiques. Enfin, à Lougan, chez les Cosaques du Don, la maturité du blé exige 2,537 degrés, comme à Quiachaqui, sous la zone équatoriale. .

Passant à la culture spéciale de l'orge de printemps, nous trouvons les chiffres suivants :

Lyngen, en Norvége (70° de latitude).. .	1,055	degrés.
Vertichinsk (Sibérie) (59°, 18′).	1,482	—
Bruxelles.	1,765	—
Versailles (1852).. .	1,549	—
Orange, moyenne. . .	1,500	—

Les anomalies que présentent ces nombres prouvent que a marche de la végétation, visiblement influencée par les sommes des degrés de température reçus, dépend pourtant aussi d'autres causes, d'où il résulte qu'on ne peut pas dire qu'une plante ait besoin d'une même somme de degrés de température pour parcourir, en quelque lieu qu'on la cultive, un cycle normal, uniforme, depuis sa germination jusqu'à sa maturité.

Ces discordances ont conduit M. Quételet à penser que la somme des degrés de température reçus par une plante pendant tout le temps de sa végétation n'est pas la seule chose à considérer, qu'il faut aussi examiner comment ils se répartissent. Deux journées donnant 10 degrés de température moyenne, par exemple, ne produisent pas sur les plantes le même effet qu'une journée à 20 degrés. En conséquence, M. Quételet considéra la température comme une force vive, dont il faut employer non pas la somme des degrés simples, mais la somme des carrés.

Cependant, en appliquant cette méthode à la floraison des lilas, M. Quételet a obtenu pour les deux sommes des résultats identiques pendant plusieurs années, à partir de l'époque de la cessation des gelées, savoir : 476 degrés pour la somme des degrés de chaque année, et 1,296 degrés pour la somme de leurs carrés. Nous avons essayé la même application sur deux années différentes, où la floraison des lilas nous était donnée par Cotte, dans le climat de Laon. En 1782, du 22 février au 5 avril, nous avons 577 degrés pour la somme de degrés et 4,770 degrés pour celle des carrés ; en 1790, du

22 janvier au 10 avril, nous avons 477°.7 pour la somme des degrés, et 3,410 degrés pour celle de leurs carrés. Nous ne trouvons ici aucun trait de ressemblance ni entre les observations faites pendant deux années à Laon, ni entre les observations faites à Laon et celles qui ont été faites à Bruxelles.

Pour la récolte du vin à Orange, nous avons trouvé, depuis le moment où s'ouvrentles bourgeons jusqu'à la vendange :

En 1844, 3,160 pour la somme des degrés, 62,462 pour celle des carrés.
En 1847, 3,010 pour la somme des degrés, 67,321 pour celle des carrés.

La méthode des carrés nous donne donc entre les deux années une ressemblance moindre que celle de la comparaison des sommes des degrés simples.

Notre savant confrère, M. Babinet, considérant que l'effet produit par une cause mécanique constante, agissant pendant un certain temps, est proportionnel à l'intensité de la force multipliée par le carré du temps pendant lequel elle agit, conseilla d'appliquer ce principe aux effets de la température. Appliquons cette méthode aux exemples que nous venons de citer. La végétation du lilas jusqu'à sa floraison a duré 81 jours en 1782, et la température moyenne a été $\frac{577}{81} = 7°,12$; en multipliant ce nombre par 6,581. carré de 81, nous obtenons 44,856. En 1790, la végétation ayant duré 79 jours, la température moyenne a été de 6°.06 ce nombre étant multiplié par 6,241, carré de 79, nous obtenons 57,820. La dissemblance de ces résultats prouve que l'on ne peut avoir confiance dans la méthode.

Si l'on ajoute la radiation solaire à la température de l'air, ainsi que nous l'avions proposé, les chiffres qui expriment la somme des températures ne cessent pas d'être dissemblables. La chaleur lumineuse a une action indubitable sur la végétation, mais cette action n'est pas entièrement de même nature que la chaleur obscure, et on ne peut obtenir aucun bon résultat de l'addition de deux quantités hétérogènes.

Ainsi, les faits que nous venons de citer prouvent qu'il faut rechercher d'autres principes pour expliquer l'avance ou le retard des différentes phases de la végétation. C'est ce que nous allons faire en examinant successivement les diverses circonstances du phénomène.

I. *Des phases de la végétation.* — Nous sommes d'abord frappé d'une première observation : la maturité du froment a lieu dans la vallée du Rhône avec une somme de température moins élevée que dans le nord de la France ; mais aussi les pailles de froment sont moins longues et composées d'un moindre nombre de mérithalles au midi qu'au nord. A Lougan, sur le Don, on a des pailles si hautes, que la tête d'une autruche les domine à peine; mais la somme des températures est beaucoup plus forte. En Sibérie, l'orge mûrit sous l'influence d'une somme de degrés plus petite que dans le sud de l'Europe; mais il ne produit que 3 fois 1/2 la semence, et ne développe ainsi qu'un petit nombre d'épillets autour des mérithalles, tandis qu'en France l'orge produit une quantité de grains égale à 8 à 9 fois sa semence. Ces faits indiquent la route à suivre : je vais examiner séparément chacune des phases de la végétation, à commencer par la production des mérithalles, et comparer ces phases à la température.

Le bourgeon et la semence sont l'individu végétal non développé, identique sous ces deux formes. L'un et l'autre ont une vie propre, distincte de celle des autres individus de la même espèce. C'est le rameau à l'état rudimentaire. Il contient, emboîtés les uns dans les autres, la série de mérithalles qui forme un rameau en se développant. Chaque mérithalle, se formant et croissant dans la gaîne où il est engagé, se désemboîte successivement du centre du bourgeon, et nous pouvons considérer la formation et le développement d'un mérithalle comme une phase élémentaire de la vie des plantes. On doit donc s'attacher d'abord à comparer la durée de cette phase avec la température.

Sur un scion partant du pied d'un mûrier multicaule hybride, nous obtenons 66 mérithalles chaque année, avec un nombre de degrés de température de 58°.5 pour la production moyenne de chaque mérithalle.

Si, au lieu de partir du pied de la tige, le scion part d'un rameau secondaire, qui a été retranché près du pied d'un mûrier, quoique sa direction soit presque verticale, nous n'avons plus que 44 mérithalles, qui ont besoin chacun de 87°.7 pour se développer.

Mais, que le scion soit incliné de 50 degrés sur la verticale, il n'y a plus que 24 mérithalles qui se développent sous l'influence de 161 degrés de température.

Les scions verticaux, qui partent de la cime des vieux mûriers taillés au printemps, ont de 27 à 29 feuilles qui se développent chacune avec 133 à 143 degrés.

Ainsi : 1° la température a une influence directe sur le développement de chaque mérithalle ; 2° ce développement est provoqué pour chaque mérithalle par un nombre à peu près égal de degrés thermométriques ; 3° cette somme de degrés est d'autant plus grande que le rameau est moins vertical; 4° elle est d'autant plus grande que, pour parvenir au bourgeon, la séve doit parcourir un plus grand nombre de circonvolutions et passer par un plus grand nombre d'anastomoses causées par les vieilles tailles du bois ; 5° la température agit donc, non sur le bourgeon lui-même, mais sur la séve qui doit l'alimenter, et le développement du bourgeon résulte du mouvement de la séve causé par la température, mouvement qui, avec une température égale, amène d'autant plus rapidement la séve au bourgeon, que la route qu'elle a à parcourir est plus courte, plus directe et plus libre.

Mais les mérithalles diffèrent de longueur entre eux, et leur longueur ne dépend plus de l'excitation produite par le calorique, mais de la quantité de séve que reçoit l'arbre, quantité qui augmente ou diminue selon l'humidité du sol. C'est ce que la vue permet de vérifier à chaque modification de l'état

hygrométrique du sol ; on voit les mérithalles s'allonger après la pluie, et se raccourcir lors de la sécheresse. Des observations faites pour l'année 1844 montrent que la longueur moyenne des mérithalles a suivi dans chaque mois l'état combiné de la chaleur et de l'humidité de l'atmosphère ; d'ailleurs un effet bien connu de la pluie est d'élever la taille des végétaux : une saison humide produit une bonne récolte de foin ; quand la saison est sèche, le foin est court et rare.

Une pareille étude a été faite sur la betterave. Sa racine a autant de cercles concentriques que sa tige aérienne a de tours de spires de feuilles. Dans nos cultures nous avons obtenu, une première année de semis, d'avril en octobre, sept cercles concentriques, sept tours de spires, chacun de sept feuilles, avec une somme de 3,618 degrés de chaleur ; c'était environ 100 degrés par mérithalle. Mais, quant à l'accumulation de matières résultant de l'abondance de la séve, elle n'est plus réglée par la température. Du 1^er^ avril au 20 septembre, on a obtenu des betteraves du poids moyen de 0^kil.^.750. Ces racines avaient subi un temps d'arrêt pendant la sécheresse de l'été, mais au 25 octobre, elles pesaient 1^kil.^.050 : on avait obtenu les 0^kil.^.750 sous l'influence de la sécheresse avec 3,108 degrés de chaleur ; on en a eu 0^kil.^.300 avec 510 degrés de chaleur, sous l'influence des pluies d'automne. Bien plus, les betteraves placées dans un terrain constamment frais, dont la végétation n'a subi aucune interruption, ont acquis, sous l'influence de 3,618 degrés, un poids de 3^kil.^.500. Il ne faut donc pas confondre l'élongation et l'accroissement des végétaux avec la production de leurs organes. La production dépend de la température, l'accroissement et la masse sont l'effet de l'abondance et de la richesse de la séve[1].

[1] L'hygroscopicité du sol et sa force rétentive, sur laquelle M. Barral a appelé l'attention, et pour la mesure de laquelle il a donné une formule mathématique (*Traité du drainage et des irrigations*, t. IV), influent sur l'abondance de la séve et sur sa composition. On sait que chaque sol, pour être saturé d'humidité, a besoin, selon sa nature, d'une quantité d'eau différente; que, par exemple, le sable siliceux retient 0.25 et l'argile 0.70 de son poids d'eau. Si l'on remplit un

II. *De la floraison.* — La floraison n'est pas une phase nécessaire, inévitable de la vie des plantes. Des pois semés dans une terre largement fumée se sont épanouis en rameaux et en feuilles sans produire une fleur. Dans les contrées chaudes et humides de la région équinoxiale, le froment ne monte pas en épi; il produit des tiges si nombreuses et si garnies de feuilles, qu'on l'y cultive pour fourrage. M. de Humboldt a constaté que, sur la pente de la Cordillère de la Vera-Cruz à Acapulco, on ne voit commencer la culture du froment pour graine qu'à 1200 à 1300 mètres d'altitude [1]. MM. Edwards et Colin n'ont pu obtenir de grain d'un blé d'hiver semé à la fin d'avril; mais du grain de la petite variété de printemps et la plus petite graine de la variété d'hiver, semés à la même époque, ont pu monter en épis. D'un autre côté, on cultive le froment pour graine à l'Ile-de-France, presque au niveau de la mer, où la température de l'hiver n'est pas au-dessous de 26 degrés, température plus élevée que celle de Xalapa au Mexique, où le blé ne peut produire d'épis. M. Codazzi a vu le froment venir à maturité dans la vallée de l'Aragua, concurremment avec le sucre et le café [2]. M. Bremacker ayant transporté quelques pieds de lilas dans une cave pour produire un sommeil artificiel de ces plantes, et au bout de quelque temps les ayant remis en terre et exposés dans une serre à une température douce et très-égale, il a obtenu des feuilles, mais point de fleurs [3].

tube de terre sèche, et qu'on y verse de l'eau, elle s'imbibera lentement dans la terre tassée, parce que ce n'est que de proche en proche que la saturation des particules de la terre a lieu, et que, jusqu'à ce que cette saturation soit complète, pas une goutte d'eau ne coule par le bas du tube. C'est là l'hygroscopicité.

Si la terre est déjà saturée d'eau et que l'on en ajoute à la partie supérieure du tube, elle recommence presque instantanément à filtrer par la partie inférieure; mais la rapidité de la chute est bien diminuée, comme le prouvent nos expériences dont les chiffres sont rapportés au § 409 (page 268); c'est la force rétentive qui s'oppose plus ou moins, comme l'a fait voir M. Barral, à l'écoulement de l'eau du sous-sol.

[1] *Essai sur la Nouvelle-Espagne*, in-8, tome III, page 70.

[2] *Comptes rendus*, tome XII, page 478.

[3] *Annales de l'Observatoire de Bruxelles*, t. V, page 12.

Dans l'expérience de MM. Edwards et Colin, nous voyons l'influence d'un périsperme abondant, disposer les plantes à ne produire que des feuilles, tandis que le périsperme plus rare des grains de printemps et des grains chétifs d'hiver produit des épis, comme la terre moins riche ; dans l'expérience de M. Bremacker, l'humidité constante de la serre, succédant à l'humidité de la cave, ne produit aussi qu'un développement de feuilles. On pourrait donc soupçonner qu'il règne un état très-humide de l'air sur les pentes mexicaines de la Cordillère, tandis que, dans les parties de la zone équinoxiale où mûrit le froment, on éprouve une succession d'humidité et de sécheresse. Mais de tous ces exemples, on peut au moins conclure que la floraison n'est pas une phase nécessaire de la végétation, et que la plante qui reçoit un courant de sève abondant et continu est disposée à se couvrir seulement de feuilles sans porter de fleurs.

III. *Maturité des semences.* — Il faut s'entendre sur ce qu'on appelle maturité. Selon quelques savants, une plante n'est mûre que lorsque la semence est sur le point de se détacher de la plante; selon d'autres savants, pour qu'une plante soit mûre, il faut au moins que le péricarpe soit desséché et que le périsperme soit durci; enfin d'autres admettent que la semence est mûre quand on peut la faire germer. C'est ce qu'on appelle la maturité botanique. Cette maturité est la seule qui présente un véritable caractère de généralité et de fixité. L'époque ordinaire des récoltes en différents lieux n'est nullement indiquée par des signes tirés de la maturité ; ainsi on cueille l'olive, ou l'on attend qu'elle tombe de l'arbre, en se décidant, dans l'un et l'autre cas, par des considérations économiques ; la vendange a lieu à un degré de maturité plus ou moins avancée, selon les résultats que l'on attend de la fermentation, selon la composition du moût, selon le goût des consommateurs. En Bourgogne, on vendange à présent plus tard qu'autrefois ; on vendange plus tôt dans le Midi. On ne récolte généralement les

fèves que lorsque le péricarpe est sec ; mais les Valaisans, qui veulent conserver la paille de fèves à l'abri de toute altération, récoltent les fèves dès que le hile de la graine est noirci, quoique le reste de la graine soit encore vert. M. Duchartre a prouvé que des semences de blé peuvent germer dès que leur albumen est en lait, mais que leur dessiccation et leur rétraction favorisent la germination. Il résulte d'expériences faites à Versailles et à la Saulsaie qu'on peut moissonner le blé quand le haut de la tige est encore vert, et que le blé ainsi moissonné est très-beau et très-apprécié des acheteurs. Cette maturité suffisante devance de 9 à 13 jours la maturité que l'on appelle *complète*.

Un autre obstacle s'oppose à ce que l'on puisse assigner une somme de degrés de température uniforme pour la maturité d'un végétal ; c'est le grand nombre de variétés de maïs, de pomme de terre, de vigne, etc., qui mûrissent plus vite ou plus lentement.

Nous ne pouvons donc admettre la maturité, si mal définie, si arbitraire, si changeante, comme une phase naturelle de la vie des plantes ; il faut s'en tenir à la maturité botanique, encore peu étudiée, sauf aux cultivateurs à la devancer ou à la dépasser, selon leur convenance économique.

IV. *Conclusions.* — Des observations qui précèdent on peut tirer les conclusions suivantes :

1° Les phases successives de la végétation d'une plante sont marquées par le développement de ses organes élémentaires : mérithalles, tiges, feuilles, bourgeons, etc. ;

2° Le développement des mérithalles est déterminé par une somme de degrés de température à peu près égale pour la même espèce de plante et pour les rameaux semblablement disposés ;

3° Il peut se développer un nombre indéfini de mérithalles foliaires sans que la plante fleurisse ;

4° Ce nombre varie selon les climats et les années ;

5° La floraison et le nombre de mérithalles foliaires qui la précèdent dépendent de circonstances diverses qui diminuent l'abondance de la sève au scion ou qui l'épaississent, en lui faisant faire de longs trajets ou en la faisant passer par de nombreux détours ;

6° Les circonstances météorologiques qui influent sur cet état de la séve (l'humidité du sol et de l'air, la pluie, les vents, etc.) se reproduisent les mêmes dans le même climat et dans la moyenne des années; il en résulte que les plantes fleurissent assez régulièrement, après avoir produit le même nombre de mérithalles, et qu'ainsi on peut calculer pour un climat, la somme des degrés de chaleur nécessaire pour la floraison des plantes, sans que cette somme soit la même dans un climat différent, où le nombre de mérithalles qui précèdent la floraison n'est plus le même ;

7° La fructification et la maturité étant des conséquences de la floraison, la somme des degrés de température qui les produit est aussi variable d'un climat à l'autre ;

8° La récolte d'une plante étant subordonnée à des considérations d'utilité qui ne coïncident pas toujours avec la maturité botanique, elle ne peut être soumise à des calculs exacts de température ;

9° La radiation solaire étant aussi à peu près la même dans le même climat, d'une année à l'autre, en l'ajoutant à la température de l'air, on ne change pas le rapport des sommes de degrés de température, mais on le change en passant d'un climat à un autre. Ce calorique, ajouté à la température de l'air, doit entrer en ligne de compte pour déterminer la possibilité d'une culture dans un lieu donné ;

10° Pour tenter la culture d'une plante dans un lieu donné, il faut encore tenir compte des propriétés du sol, de son hygroscopicité et de sa force rétentive.

CONSIDÉRATIONS

SUR

LES MACHINES

PAR

AUGUSTE DE GASPARIN

DÉPUTÉ DE LA DRÔME.

CONSIDÉRATIONS

SUR

LES MACHINES

PAR M. AUGUSTE DE GASPARIN

Caïn, qu'as-tu fait de ton frère?

En voyant marcher la charrue Granger, savez-vous ce qui m'a réjoui? c'est que le laboureur, droit et la tête haute, croisant ses bras et fumant sa pipe, suivait le sillon que traçait la machine; il était grandi d'un pied, d'abord parce qu'il n'était pas courbé sur les mancherons, ensuite parce qu'il sentait qu'il y avait là un affranchissement, et que rien ne relève comme cette pensée. D'autres examinaient l'effet matériel de l'instrument, et, au fond, c'était notre affaire; mais un sentiment profond m'absorbait; je ne pouvais me lasser de regarder mon homme; ce n'était plus un vilain; son front longtemps courbé vers la terre pouvait contempler le ciel; il se promenait comme un gentilhomme, et c'était Granger qui avait signé ses lettres de relief. Voilà encore un pas que l'homme vient de faire vers la liberté, vers cette liberté qui se sent, et sous laquelle on respire. Ici, ce ne sont pas de vaines paroles, ce ne sont point ces joies de l'estaminet et de la rue qui ne laissent que des souvenirs pénibles, mais une liberté fondée sur un fait et sur un bonheur. Ainsi, l'on voit l'esclavage de l'homme disparaître par l'emploi de son intelligence, par l'usage qu'il fait des forces de la nature, qui

viennent suppléer incessamment à ses efforts individuels si pénibles et d'un si faible résultat.

Tour à tour la philosophie et la religion, en proclamant les grands principes de liberté et d'égalité, sont restées impuissantes pour les faire prévaloir. Est-ce que l'esclavage n'existait pas à côté de la philosophie antique? Est-ce que l'esclavage n'a pas été importé et maintenu dans nos colonies par des chrétiens, soit qu'ils sortissent de la catholique Espagne ou des États protestants? Est-ce que les meilleurs principes n'ont pas toujours cédé aux nécessités; que dis-je, aux nécessités! aux simples goûts, aux fantaisies, au café, au sucre, aux plus légers, aux plus futiles tissus? N'est-ce pas pour eux qu'on fait la traite et la guerre, que les noirs s'égorgent et se vendent, que les Européens se combattent? N'est-ce pas pour eux qu'on maintient l'esclavage, soit cet esclavage antique, l'esclavage du glaive, soit cet autre esclavage, l'esclavage de l'argent qui ne tue pas, mais qui laisse mourir, cet esclavage héréditaire de l'habitude, de la naissance, de la faiblesse, de l'abrutissement?

Ainsi les théories morales et religieuses, isolées du concours des sciences positives, seraient sans effet pour la rédemption temporelle de l'humanité; l'homme resterait l'esclave de la nature s'il n'apprenait à la dompter. C'est de son intelligence seule qui doit attendre sa liberté; c'est de ses efforts scientifiques que doit sortir le nouvel ordre social, la grande émancipation que l'inquiétude des masses entrevoit, mais ne peut expliquer encore.

Dans ces crises solennelles qui préparent notre avenir, chacun cherche avec anxiété les causes qui les ont produites, les résultats qu'on doit attendre de ces crises; chacun, sous l'empire de ses réflexions ou de ses préjugés, veut expliquer les unes ou pressentir les autres; chacun, selon son existence sociale, prend position pour la défense ou pour l'attaque; aucun n'est à l'abri de funestes pressentiments, et, sous leur fascination, incapable de se confier au présent qui échappe,

on est entraîné vers cet avenir incertain. Cette incertitude tient à ce qu'on n'a pas compris les nécessités qui nous pressent, et qu'on veut chercher dans le passé des remèdes à une position sans exemple. Jusqu'ici l'inquiétude sociale a cherché ces remèdes dans des croyances religieuses et dans des renversements de trônes; on a pendu des ministres et décapité des rois; on a gagné des batailles ou invoqué le sacerdoce, et, à chacun de ces actes impuissants, la joie publique exaltée s'est écriée : *Le pays est sauvé*, et le pays, toujours sauvé, s'est trop souvent trouvé le lendemain dans une position plus précaire. Mais ce n'est ni de trône, ni de république, ni de ministres, ni de batailles, qu'il peut être désormais sérieusement question; le genre humain, ennobli par l'étude, vient de briser ses fers; des forces immenses et jusqu'ici inconnues viennent lui prêter leur appui; il proclame son émancipation au bruit des machines industrielles; il vient revendiquer des droits suspendus par sa première chute. Voilà le grand événement qui se prépare, qu'on ne comprend pas assez, qui bouleverse les esprits, surprend les intelligences et jette le vertige dans les sociétés modernes.

Supposons un moment que des routes en fer soient établies dans toutes les directions; que des machines locomotrices y transportent les fardeaux; que la charrue à vapeur sillonne nos champs; que des pompes éoliennes, ou mieux encore un vaste système de canalisation, amènent l'irrigation sur tous nos terrains; alors tout d'un coup les chevaux de charrette, de poste et de labour, et le cheval qui tourne péniblement le manége de la noria deviennent inutiles; le cheval de selle, celui qui donne du plaisir, qui bondit sous le cavalier, et dont aucune machine ne peut remplacer l'intelligence et la valeur, est seul recherché; la race est épurée de tout ce qui n'est pas supérieur en élégance et en beauté; les nobles travaux relèvent l'espèce, et l'on voit disparaître les produits difformes de l'esclavage et les tortures infligées à des êtres avilis.

Cette révolution, que nous avons supposée dans l'espèce chevaline, devient imminente pour l'humanité tout entière ; elle doit l'ennoblir de plus en plus, à mesure que les emplois les plus vils seront remplacés par l'action des machines. Ainsi quelques-uns de ces emplois étaient tels et sont tels encore que des esclaves seuls, sous la menace des tortures ou de la mort, pourraient s'y résoudre.

Les moulins sont venus affranchir cette foule d'esclaves qui chez les anciens étaient occupés à piler du blé dans des mortiers ou à tourner des meules à bras; à la place de ces esclaves, les moulins ont créé les meuniers et leurs garçons, qui sont en général des hommes assez considérables dans leurs villages, et qui, bien qu'assujettis à des soins pénibles, ont aussi un travail d'intelligence dans la disposition de l'eau, du vent et du mécanisme qu'ils emploient. On trouve parmi eux des citoyens souvent riches et considérés; ils ont leur influence politique dans le pays; ils remplacent des misérables que le sort des armes ou le malheur de la naissance condamnaient à une action mécanique qui les classait, sans contredit, au dernier degré d'intelligence et de développement moral.

Voilà donc, grâce à une roue de bois ou à une meule de pierre, toute une classe spéciale et indispensable relevée de la servitude à l'indépendance, de l'abrutissement à la dignité, de la bête à l'homme.

La navigation s'est faite longtemps au moyen de la rame, et ce travail était tellement dur que les esclaves chez les anciens, les malfaiteurs chez les modernes, sous le nom de galériens, étaient commis à cet ouvrage. Courbés sous le bâton et livrés aux plus cruels châtiments, ils accomplissaient péniblement leur tâche. La voile a été leur délivrance, et l'heureux rédempteur qui le premier l'a attachée au mât a tout à la fois rompu bien des chaînes, arrêté bien des bras inhumains, et tari bien des larmes. Mais cet affranchissement n'est point complet encore : le mousse est obligé de courir sur les ver-

gues, le matelot de s'attacher aux câbles, et la garcette est là pour répondre du zèle et de l'activité dans l'accomplissement du devoir. La vapeur s'applique-t-elle à la navigation, un ouvrier intelligent qui conduit le feu, un pilote qui tient le gouvernail, viennent remplacer et mousses et matelots; plus de garcettes, plus de jurements à bord; les derniers vestiges de l'esclavage ont disparu de ce théâtre de violence et de tyrannie; vous n'y trouverez plus que des hommes bien vêtus et bien nourris parce qu'ils sont rétribués selon leur mérite, remplis de dignité parce qu'ils sentent ce qu'ils valent, qui vous parleront des effets physiques de la vapeur, des moyens de la maîtriser, de la puissance et de la disposition des machines : l'intelligence est venue remplacer la force.

Mon grand-oncle me contait que dans sa jeunesse, quand il faisait le commerce de la soie avec Lyon et qu'il avait des ballots à y transporter, son domestique les chargeait sur le dos de ses mulets et allait ainsi les livrer aux fabricants, à soixante lieues de sa résidence; souvent, pour plus de sûreté et pour protéger le convoi, mon oncle suivait lui-même à cheval le convoi. A cette même époque, les bacs étaient encore rares, on trouvait au bord des rivières des guides nommés *gaffareaux*, qui conduisaient les animaux d'une rive à l'autre, et transportaient les hommes sur leurs épaules. Au passage de la Durance, les échasses étaient de la partie et ne rendaient pas le jeu plus plaisant. Les développements du commerce amenèrent l'intervention de la charrette et l'établissement des bacs; plus tard les ponts suppléèrent à l'insuffisance des bacs, et l'on dut s'écrier alors : *Que deviendront les gaffareaux? que deviendront les muletiers?* Les gaffareaux, que je sache, n'ont point réclamé leur pénible et dangereux emploi; les muletiers sont devenus charretiers; et le fileur et le fabricant, les muletiers et les mules, s'en sont trouvés mieux; on remit la marchandise à des hommes ayant plus de responsabilité, ordinairement à

des fermiers qui employaient au roulage leurs bêtes de travail en temps perdu, et on cessa dès lors d'exercer une surveillance pénible. Plus tard, les compagnies de roulage remplacèrent les fermiers, les diligences se chargèrent de transporter promptement les objets les plus précieux, la garantie de compagnies importantes donna pleine sécurité au commerce, et une foule d'employés intelligents remplacèrent des hommes grossiers, qui ne tardèrent pas eux-mêmes à monter au niveau de la nouvelle civilisation.

Le canon a civilisé la guerre; cette guerre qui, chez les anciens, était faite au couteau, de la main de spadassins féroces, est conduite aujourd'hui par les hommes les plus polis et les plus instruits du monde, et la victoire reste à la science. Deux projectiles lancés avec précision ont suppléé, à Anvers, à des assauts meurtriers où les vainqueurs décimés se seraient baignés dans le sang et où les vaincus auraient été passés au fil de l'épée. Encore quelques procédés pareils, et la mer ne peut plus être le théâtre que des paisibles transactions commerciales; un seul de ces projectiles détruirait un vaisseau, et, quelle que soit l'audace de l'homme, s'il affronte les hasards de la guerre, il fuit la certitude de la destruction. Des sommes immenses cesseront d'aller s'engloutir en pure perte dans nos ports, et nos forêts cesseront de tomber stérilement sous la hache pour s'abîmer dans l'Océan.

Rendre les armes terribles et leurs effets inévitables, c'est établir la paix perpétuelle sur une base plus inébranlable que celle des traités. Voyez partout la machine dompter la force brutale; n'oublions pas que les archers anglais ont gagné les batailles d'Azincourt et de Poitiers, que les armes de trait ont délivré deux fois la Suisse et de la domination de l'Autriche et des prétentions de Charles le Téméraire, et permis à une province de lutter contre un empire; qu'en 1814 les chasseurs américains ont réduit à l'impuissance l'armée la plus aguerrie que l'Angleterre eût jetée sur leurs côtes. Les frégates à vapeur donnèrent la chasse à ces vais-

scaux de haut-bord accoutumés dès longtemps à la domination des mers ; elles proclamèrent la victoire du génie sur la force brutale, et prouvèrent à bon droit que les armes perfectionnées sont le rempart de la liberté et de la civilisation.

L'imprimerie a sécularisé la science ; elle l'a exhumée de l'enceinte des cloîtres, et, lançant dans le monde son char longtemps embourbé, elle a brisé le sceptre du moine et émancipé l'intelligence ; sous la presse ou sous le cylindre, la pensée s'est élancée forte et innombrable ; reine et dominatrice, elle s'est assise sur le trône du monde, et cela par l'intermédiaire d'un frêle caractère de plomb.

Dans la récapitulation, bien incomplète sans doute, mais suffisante, que nous venons de faire, nous avons vu bien des fers brisés par les machines, beaucoup d'emplois pénibles ou avilissants remplacés par de nobles occupations, et d'heureux loisirs accordés à la classe travaillante ; ces précieux loisirs sans lesquels la pensée n'existe pas, sans lesquels l'âme ne peut réagir. Mais, en jetant les yeux autour de nous, en voyant les haillons de la misère, en entendant tant d'ignobles patois et de grossiers langages, il est facile à voir que nous sommes encore entourés d'une race déchue, qu'il s'est formé autour de nous une population abâtardie qui n'a ni la force ni l'intelligence nécessaires pour assurer sa position dans l'ordre nouveau, et qui ne voit que trop elle-même qu'elle devient partie hétérogène dans la société qui se crée autour d'elle. De là ces craintes et ces menaces, et ces colères terribles où le désespoir revêt parfois les formes de l'héroïsme, et les dangers de la patrie, et l'emploi de la force brutale contre la brutalité des attaques.

L'immense developpement donné à la fabrication des tissus, la concurrence à soutenir contre des peuples plus sobres ou mieux asservis au travail, et de là l'insuffisance des salaires et l'emploi de plus en plus rigoureux du temps, amènent des anomalies d'esclavage chez un peuple qui se croit

libre; ces derniers vestiges de servitude ne peuvent disparaître que devant l'emploi des machines.

La mécanique a prouvé qu'elle peut remplacer l'homme dans le mouvement régulier qui pousse la navette; si les efforts de la mécanique sont imparfaits encore, on ne peut désespérer de sa puissance quand des métiers ont tricoté des bas, affranchi la femme de la plus fastidieuse de ses occupations, et lui ont ouvert la carrière des travaux variés des études et des arts. Mais là où la complication du travail échappe à l'action des machines, l'adresse des femmes peut être utilement employée; depuis les princesses d'Homère jusqu'à nos jours, les travaux délicats ont été leur partage.

Dans l'hôpital des enfants trouvés de mon pays, l'usage, pendant longtemps, a été de tenir tout le jour sur des bancs, et immobiles, ces pauvres petites créatures; cette odieuse contrainte s'appelait, pour eux, la sagesse. On les faisait tricoter. Un seul enfant mâle survécut à ce régime; encore ne survécut-il que parce qu'il devint aveugle. Les jeunes filles résistaient et se portaient même assez bien. A la même époque, quand des levées inconsidérées eurent épuisé la population virile, les femmes s'adonnèrent au pénible travail de la terre. Là où le sol était léger, elles résistèrent; ailleurs, de graves maladies, la vieillesse prématurée, l'épuisement des forces, n'avertirent que trop que les femmes n'étaient point faites pour un pareil emploi.

Maintenir des travaux où les hommes et les femmes ont les mêmes occupations, c'est donc méconnaître la nature; c'est une erreur ou une barbarie, c'est faire des ilotes et dégrader l'image de Dieu.

Un bon semoir pour le blé, en plaçant régulièrement le grain et épargnant ainsi en France la moitié de la semence et la nourriture de trois millions d'hommes, mettrait désormais le pays hors des atteintes de la disette. Il fournirait l'aliment d'un commerce extérieur, étendrait nos moyens d'échange, détruirait à la fois les insectes destructeurs, qui

se nourrissent de l'excédant du grain répandu, et les plantes parasites. En faisant passer la culture du blé au rang des cultures sarclées, un bon semoir anéantirait ainsi cette double armée de guérillas qui, mieux que les rois des forêts, défendent la nature sauvage des envahissements de la civilisation.

Une bonne machine à battre le blé, en dispensant de l'action du fléau, libérerait bien des bras dans les pays où l'on emploie encore cet instrument. Aidés par la nature du climat et par cette paresse qui a aussi son bon sens et son génie, les peuples méridionaux se sont affranchis dès longtemps de ce fatigant procédé; le cheval ou le mulet qui a ouvert la terre aux semences vient dépiquer la moisson. Tout un système agricole est sorti de cet usage, et les bœufs, peu aptes au dépiquage, ont été remplacés par des animaux plus légers. Une machine à battre le blé substituerait, dans le Midi, les bœufs à ces attelages coureurs, et, à la fin de leur carrière, au lieu d'une inutile pâture jetée à la voracité des carnassiers, on recueillerait la meilleure nourriture qu'on puisse donner à l'homme.

Mais qui peut calculer tous les résultats d'une bonne machine? Les bœufs ne peuvent être multipliés sur une immense contrée sans qu'on y établisse un système pastoral étendu; les vaches et leur précieux laitage, et les joies de la jeune famille rustique, et la santé des enfants, et la fraîcheur des jeunes filles, tout cela peut devenir la conséquence d'une roue et d'un manége.

La grande objection à mon système de délivrance par les machines est l'exemple de l'Angleterre; voyez, me dira-t-on, en Angleterre, vingt millions de bras remplacés par la vapeur, et il en résulte que huit millions de mendiants ont vu empirer leur condition, et qu'ils souffrent et meurent à côté de cette exubérance de forces qui aurait dû tourner au soulagement de la nation tout entière. Veut-on ainsi nous rendre Anglais? et qu'est-ce qu'être Anglais? Est-ce dis-

poser des richesses du monde, vivre au large et parcourir l'Europe en landau? Est-ce chasser au renard et courir sur les meilleurs chevaux du monde? Est-ce être le type du fashionable et le plus beau joueur de l'univers, et, blasé sur tous les plaisirs, finir par le suicide ou la consomption? Oui, mais c'est aussi mourir de dénûment au sein de l'abondance ; là où le blé rend douze fois la semence, c'est tendre la main à l'aumône, et c'est mourir de froid dans un pays où la poussière est du charbon. Est-ce vers cet état absurde que nous marchons à grands pas?

Il serait injuste d'attribuer aux machines cet état déplorable ; ce sont les lois aristocratiques qui sont la plaie de l'Angleterre. En substituant les terres, ces lois privent la presque totalité de la nation du droit de propriété terrienne ; elles crient aux Anglais de toutes parts : *Vous avez été vaincus*.

C'est dans la propriété que le paysan trouve l'indépendance ; pour qu'un marché ait toute sa liberté morale, il faut que les contractants aient une position indépendante. Chez nous le paysan ne vend son labeur qu'à un bon prix ; si on le lui refuse, il va cultiver son champ qui le réclame et qui paye son travail ; aussi le prix de la journée est-il maintenant à un taux qui permet au paysan une vie complète. En Angleterre, dépossédé de la terre, il travaillera pour vingt sous, pour dix sous, pour le morceau de pain qu'on lui jettera, pour l'aumône de la paroisse ; car les conditions du marché ne peuvent dépendre que du bon plaisir du maître. Dans un tel pays, on a encore des enrôlements mercenaires, et la presse maritime peut être exercée sur les hommes hors du droit, hors de la loi, hors de la société ; mais, par la libre position qui, en France, est acquise au cultivateur, toute la nation agricole est complétement affranchie ; nation immense, qui tend à comprendre l'universalité des Français. C'est ce qui manquera aux Anglais, tant que leurs terres resteront substituées dans les familles nobles. Un État ne se constitue

point naturellement ainsi ; c'est une empreinte de servitude, c'est la conquête, c'est le Normand qui règne encore.

En vain un peuple d'ouvriers, qui n'a pas sa racine dans le sol, aspire-t-il à l'indépendance ; ses coalitions, ses émeutes, ne font qu'aggraver sa position, leur effet n'est qu'éphémère ; les besoins impérieux de l'existence et l'incessante nécessité d'un travail spécial tiennent l'ouvrier à la gorge et rendent vaines ses tentatives de résistance ; sa condition empire, l'industrie se déplace, et une misère plus poignante vient l'asservir encore plus. Mais dans un pays agricole tout change de face pour l'ouvrier. Il y a quelques jours, à Tarascon, je me suis présenté chez mon sellier : il était à la campagne ; chez l'armurier, il chassait aux alouettes dans ses terres ; chez le marchand, il faisait cueillir ses olives ; pas un ne se fût dérangé pour venir exercer son état de ville. Qui était le prolétaire ? C'était bien moi, qui avais besoin de tout ce monde ; ou plutôt personne ne l'était, car je pouvais dire à mon tour que rien ne m'arracherait de l'ombre de mon figuier.

Si les hauts-fourneaux devaient remplacer la tour féodale, s'il devait se former une aristocratie financière qui multipliât autour d'elle le prolétariat ; si une funeste charité devait créer autour de nous ces taxes des pauvres, qui ne sont que des arrhes accordées à l'esclavage ; si nous devions descendre à l'état de l'Angleterre, et renoncer à cette indépendance dont je viens de faire le tableau, ah ! n'ouvrons pas la boîte de Pandore, repoussons loin de nous ces infernales machines ; détruisons la propriété, ou réduisons-la au *jugerum* des Romains ; plantons des châtaigniers, et croisons-nous les bras comme le Corse ; comme le Corse que les temps n'ont pu changer, dont les Romains n'ont pu faire un esclave, et qui, sous la force de ses institutions communales, est encore aujourd'hui ce qu'il était chez les Romains, repoussant une civilisation incomplète qui ne promet qu'une liberté équivoque.

Six années consécutives de grande abondance de grains dans le nord de l'Europe, en amenant la mévente et forçant à la consommation locale, ont produit cette race prussienne de chevaux, pleine d'élégance et d'énergie, recherchée maintenant de tout le continent. Une nouvelle richesse nationale naquit ainsi du désespoir financier; le pain devint la nourriture des animaux et changea les rosses en coursiers.

C'est par des causes semblables, mais plus durables, puisqu'elles tiennent à un perfectionnement radical de culture, que j'ai vu successivement, dans mon pays, le pain d'orge remplacé par le pain de seigle, et le seigle faire place au froment. Là le paysan mange ses figues, ses pêches et ses raisins ; car tout le monde en possède, et personne n'en achète. Aux portes d'une capitale on s'en interdirait l'usage; les enfants les dévoreraient en vain d'un œil d'envie, il leur serait défendu d'y toucher. J'ai vu le vigneron s'abreuver d'eau ; j'ai vu le lait interdit aux vachers des chalets, et la bure couvrir les tisseurs en soie ; mais que l'abondance arrive, que les demandes se ralentissent, et cette calamité de la bourse devient la joie de tout un peuple. Ces exemples, tirés d'une position agricole, peuvent servir à apprécier d'avance la destinée manufacturière. Chacune de ces crises qui retentissent dans le commerce comme un sinistre, en excitant la concurrence de peuple à peuple, d'individus à individus, en simplifiant les procédés, en faisant recourir aux machines, jette sur le marché ces profusions de marchandises qui vont couvrir les nudités de nos derniers parias, qui font connaître la propreté, excitent à l'élégance, et donnent des habitudes de bien-être et de confortable.

Ainsi, quelles que soient les perturbations que semble apporter l'emploi des machines, l'immensité de travail qu'elles exécutent doit tourner au profit général de la société.

C'est aux machines à opérer l'affranchissement du genre

humain ; partout, jusqu'à présent, la liberté même a marché de conserve avec l'esclavage ; les Spartiates avaient leurs ilotes et les Romains leurs esclaves ; c'est que l'homme seul en lutte avec la nature a besoin d'efforts pour la dompter, que ces efforts sont un travail manuel, et qu'un travail imposé est l'esclavage. Ce n'est que parce que les anciens avaient des esclaves chargés de ces efforts qu'ils pouvaient remplir le Forum et le théâtre, s'occuper des grands intérêts de la patrie, et accomplir cette noble vie de loisir qui incite aux grandes conceptions et aux grandes choses. L'incomplète civilisation, qui a appelé les animaux à partager nos travaux, a adouci l'esclavage sans le faire disparaître entièrement. Les animaux n'ont prêté qu'un secours imparfait ; l homme, qui les a conduits et dirigés, a été assujetti à une surveillance et à des soins plus ou moins pénibles, et n'a pu trouver dans leur coopération qu'une délivrance partielle. Vos forums déserts, vos scrutins vides de noms, votre force nationale incomplète, ne vous annoncent que trop que l'homme est encore attaché à la glèbe, et que les intérêts généraux, quelque puissants qu'ils puissent être, fléchissent devant les besoins journaliers et ces occupations incessantes qui sont les conditions de la vie. Mais l'homme animant les forces matérielles de la nature, leur soufflant une âme et leur disant : Marchez; a conquis son indépendance; il a fait de la nature son esclave, le plus parfait de tous, un esclave qui ne sent rien et qui travaille ; ce n'est que de ce moment que peut dater la liberté générale.

La seconde objection faite à mon système est le déclassement social qui va résulter de l'emploi des machines ; on ne manquera pas de dépeindre le bouleversement général, le renversement des industries établies, la guerre intestine des intérêts compromis, l'ouvrier manquant d'ouvrage et de pain, et maudissant l'intelligence, c'est-à-dire le rayon divin, la divinité elle-même.

Mais les moyens manquent au génie même pour opérer

de trop rapides effets; il y a plus de mille ans que les esclaves sont devenus meuniers, c'est à l'époque des croisades que l'usage de la voile a été plus généralement introduit et a changé les galériens en matelots; il y a cinquante ans qu'on parle de bateaux à vapeur, et le nombre en est encore trop borné, et nous n'avons encore que quelques lignes de chemins de fer, et le canon brise les rangs depuis trois siècles sans avoir acquis l'effroyable puissance qui doit un jour imposer silence à la guerre. Ainsi la timidité des innovations, la lenteur des résultats sont déjà une garantie contre ces brusques perturbations dont on signale les dangers. Mais il est un grand moyen de préparer l homme aux chances de l'avenir; c'est de le sortir des spécialités trop absolues par le développement de son intelligence, par l'instruction. C'est aux jeunes hommes instruits et patriotes, c'est aux femmes pieuses et charitables à suivre et encourager les écoles où notre jeunesse doit se former à une vie nouvelle; c'est à cette jeunesse de détruire ce système qui tend à plonger de plus en plus des êtres si dignes d'intérêt dans l'avilissement.

De bonnes lois enlèveront à l'ère nouvelle les dangers dont les imaginations s'effrayent, et si l'intelligence mécanique est là pour tout changer, l'intelligence morale est là pour faire de chaque changement un bonheur. Mais la grande loi qui a préparé notre émancipation est la loi sur les héritages; elle est à la fois la garantie du sort des citoyens existants et la digue imposée au débordement de la population; elle appelle sans cesse un plus grand nombre de citoyens au droit de propriété. L'institution des majorats de l'empire, ce pas en arrière de la civilisation, dicté par l'esprit militaire, n'est point entrée dans nos mœurs; il faut qu'une nation ait passé sous les fourches caudines pour accepter une telle absurdité. C'est le droit général de propriété, et la faculté d'exercer ce droit par le libre commerce des terres, qui fait la force de la France; sans lui nous aurions aussi nos serfs, nos cottagers, nos lazzaroni, nos couvents

et nos aumônes de paroisse, et toute la canaille en haillons qui s'attache partout à l'aristocratie dorée. Mais aussi avons-nous de moins en moins à craindre le débordement de population qui menace les autres États ; ce sont les prolétaires, ce sont ces hommes sans avenir et sans prévoyance qui jettent sur la terre d'un pays ces populations exubérantes qui sont loin d'en faire la force ; ce n'est point leur chiffre trompeur qui atteste la grandeur d'un empire, une probabilité de vie élevée est le seul thermomètre du bonheur et de la puissance. La force est là où les citoyens sont attachés au pays par une existence assurée et honorable; ils volent à la défense du territoire sans que le knout aligne leurs rangs, et, quelle que soit leur infériorité numérique, si leur indépendance est menacée, ils foulent l'Europe aux pieds et font courber la tête aux rois.

En suivant les phases de la population en Europe, nous verrons qu'elle est en raison directe de l'expropriation des peuples et de la faculté du sol et du climat à produire la pomme de terre, c'est-à-dire qu'elle se développe là où l'on peut réduire l'existence à la plus simple expression ; mais cette existence, rigoureusement calculée au minimum, est une cause constante de dégradation. C'est en Allemagne, c'est en Russie, c'est en Irlande que les hommes pullulent comme des insectes ; c'est aussi dans les lieux où ils sont enrôlés au service des manufactures. Tous ces hommes, n'ayant aucun rapport direct avec le sol, recevant l'existence par des mains intermédiaires, comptant sur le salaire par tête et non sur la faculté de leur terrain à produire, ne mettent aucun frein à leur multiplication ; mais là où, maîtres et possesseurs, ils apprécient les ressources de la nature, où une trop grande extension de la famille diminue immédiatement la part de chacun, où des habitudes d'aisance sont établies, l'accroissement est en raison de l'extension réelle de la prospérité, le discernement et la prudence maintiennent les peuples dans de justes bornes.

Dans le midi de la France, où la féodalité, tempérée par le régime municipal des Romains, n'a porté qu'une faible atteinte à l'indépendance des peuples, où la division des propriétés, poussée fort loin, n'a pas permis aux manufactures d'étendre leur influence, l'accroissement de la population est à peine sensible ; les habitants, comme nous l'avons vu plus haut, ont amélioré leur nourriture au lieu de la diviser sur un plus grand nombre de têtes. En voyant l'état de nos paysans, on n'est pas tenté d'attribuer ce phénomène politique au malheur de leur position ; mais c'est qu'ici il n'y a phénomène que pour les hommes irréfléchis ; il est naturel qu'un état heureux et régulier se maintienne, et que les hommes fassent tout ce qui est nécessaire pour ne pas en sortir. Au contraire, les malheurs de position, les chances de guerre, les révolutions, les pestes, les fléaux qui font le vide dans les nations, les gains incertains et irréguliers d'un commerce hasardeux dont on s'exagère le développement, l'abrutissement né d'un travail automatique, l'habitude des aumônes régulières, reculent les bornes de la reproduction, et donnent ces accroissements trompeurs qui, entachés de leur origine, se résolvent en guerres, en pestes, en révolutions et en aumônes. L'homme n'a de dignité et de bonheur que dans l'indépendance d'une position régulière.

Nous ne sommes que trop portés à juger l'horizon du sommet de notre clocher, et de tout rapporter à nos habitudes locales. Je n'ai point vu d'Anglais comprendre notre position, je n'en connais pas un qui ne s'en déclare l'adversaire; ceux même qui ont les vues les plus philanthropiques ne conçoivent pas que c'est dans la propriété universelle qu'est l'ancre de salut, que l'indépendance réelle n'est acquise qu'à l'homme possédant le sol, et que tout le reste est prolétaire ou tend à le devenir. N'est-il pas prolétaire l'agent du gouvernement, quelle que soit son élévation, s'il n'a pas le foyer domestique où il peut braver une injuste disgrâce ? N'est-il pas prolétaire le soldat qui a épuisé ses forces au service

de l'État et dont l'existence tient à une disposition financière? N'est-il pas prolétaire, le ministre des autels qui reçoit le trimestre qu'une session hostile peut lui enlever? Tous ces gens-là ne sont-ils pas à la merci de ceux qui les emploient? Mais le sol, produisant la vie et le vêtement, et les produisant d'autant plus complétement qu'il est plus sollicité par des mains non occupées ailleurs, n'est-il pas la garantie constante de celui qui le possède?

Gravissant avec un professeur d'Oxford la colline charmante qui domine ma ville natale, et d'où l'on découvre une portion du riche bassin du Rhône : « A combien de propriétaires appartient cette plaine? me dit-il. — A vingt mille. » Et j'étais au-dessous de la vérité. « Chez moi ce serait la propriété de trois ou quatre lords. » Et de graves pensées vinrent obscurcir son front : il était aussi prolétaire.

Me trouvant à Vaucluse avec un jeune lord accoutumé à toutes les jouissances d'une vie luxueuse, il admira un site enchanteur et s'écria : « Voilà de quoi faire un parc charmant; pourquoi le propriétaire n'y pense-t-il pas? — Ces champs, lui dis-je, sont à douze cents gentlemen qui sont là-bas dans ce village, et qui auraient de la peine à s'entendre pour la disposition du terrain. » Ce fait l'étonna beaucoup. En vain il observait depuis deux ans, du haut de son landau; il n'avait pas saisi cette organisation; mais, en sablant du vin excellent, il comprit qu'il pouvait sortir quelque chose de bon d'un pareil système, quand je lui eus expliqué que la grande charrue n'eût pas sillonné ces rapides coteaux, que, sous le régime anglais, la broussaille eût envahi le terrain et proscrit le cep délicieux qui lui ouvrait l'intelligence.

Un charmant auteur qui, sous les formes récréatives du conte, s'élève aux plus hautes considérations, méconnaît notre position, sous l'empire de ses préjugés britanniques, et croit avoir gain de cause quand, poursuivant la petite propriété sur les rochers des Cévennes, elle vient les opposer aux riches plaines du comté de Kent. Suivons-la néanmoins

sur ces abrupts rochers, et nous descendrons ensuite sur des terrains plus féconds. Qu'y eût fait la grande propriété? elle eût défendu ses bois et ses daims, jeté ses troupeaux sur les pâturages, et, comme dans le Highland, arraché les malheureux indigènes au sol de la patrie pour les jeter, désespérés, aux feux du solstice; elle eût changé ses hommes, ses compagnons, ses frères, en moutons, et ses nobles clans en troupeaux, et eût soldé en bénéfice son revirement de compte. La petite propriété a défriché des défilés impraticables; elle a planté le mûrier, produit la plus belle soie du monde, et vivifié une nature sauvage. La bure y couvre le millionnaire, et l'apparence misérable qui a frappé le sergent Rayne tient plus à des habitudes sordides, nées de l'isolement et de la persécution, qu'à l'état réel du pays. On y joue au pauvre comme ailleurs à l'opulence; c'est là qu'on trouve les héritières qui viennent soutenir le luxe de la plaine.

Pour être juste envers la petite propriété, suivons-la dans les pays fertiles, au centre de Vaucluse, aux bords de la Durance; là, le dimanche, la soie vient vêtir la jeune paysanne et l'or enchaîne son cou; la chaumière est bien bâtie, propre et décorée; on se mire dans ces meubles de noyer qui le disputent à l'acajou, et le marteau de la porte, qu'il soit de bronze ou d'acier, reflète les rayons du jour. Eh bien, trois hectares suffisent à l'entretien de ce luxe. La grande propriété vient, dans ce pays, se résoudre incessamment en poussière, et, de vaine et stérile, décuple de valeur sous la main du jardinier. Et ne croyez pas que les bras seuls exécutent tous les travaux; sous l'empire de l'association, la charrue géant, attelée de dix couples, vient effondrer le terrain; elle retire la garance des entrailles de la terre, et la machine étonnée a marché sur ces parcelles sans avoir encore parcouru les longs guérets de la grande culture. Toutefois, la grande culture, quand elle se trouve entourée par la petite propriété, entre dans l'harmonie sociale sans en troubler l'accord.

Allez en Camargue, où les domaines sont immenses, où un système pastoral dès longtemps établi le dispute à tout ce qu'il y a de mieux en ce genre en Europe. Eh bien, là, la grande propriété a recours aux bras superflus de la petite propriété; le jeune paysan y reçoit, en salaire ou en nourriture, trois francs par jour. Dans un pays où la toile habille les hommes pendant neuf mois de l'année, où un soleil sans nuage les échauffe de ses rayons, où le vin excellent est vendu 10 centimes le litre, trois francs valent neuf francs gagnés sous un climat brumeux et froid, où le vin est inabordable pour l'ouvrier, où la viande est la base de la nourriture. Maintenant comparez, et si, dans notre cas, le budget particulier des propriétaires est moins avantageux, si ce produit net qu'on veut voir sans sonder sa source est moins lucratif, du moins chacun prend place au festin national.

Mais l'organisation d'un pays naît de son climat et de ses lois; quand, dans une forêt, une famille végétale a pris le dessus, tout meurt à ses pieds; en vain l'homme voudrait y introduire une essence nouvelle, le chêne étouffe l'ormeau, et l'yeuse expulse le chêne; quand l'arbre aristocratique a étendu ses rameaux, le taillis ne peut croître à son ombrage, et, quand le taillis règne à son tour, les baliveaux desséchés ne peuvent se développer. Aussi, pourquoi nous appesantir sur ces questions de grande et de petite propriété? un pays marche dans l'un ou dans l'autre système sous les conditions d'une civilisation différente; on ne recrée pas plus la grande propriété chez un peuple qui a goûté les avantages de la division de la propriété qu'on ne constituerait la petite propriété chez un peuple sans intelligence qui ne saurait pas tirer parti de sa nouvelle position. Un peuple complétement abruti n'existe que par le despotisme d'un seul qui peut dire : « *L'État, c'est moi;* » l'aristocratie, c'est le commencement de l'affranchissement, c'est l'élévation de quelques hommes au-dessus de la masse; ils peuvent dire : « *L'État,*

c'est nous ; » et, quand arrive le dernier terme d'égalité et d'intelligence, l'expression de la liberté est la propriété générale, le peuple devient nation ; l'État, c'est tous. Il n'appartient pas à l'homme de créer ou de détruire dans un temps donné ces conditions d'existence ; elles naissent de la force des choses ; vouloir hâter la marche comme vouloir l'enrayer, c'est mettre en péril la société.

Les anciennes communes de France sont là pour attester que l'association des faibles est impuissante pour accomplir les grands travaux d'irrigation, de desséchement ou d'endiguage, qui sont les opérations préparatoires de la culture, et que des hommes puissants ont pu seuls opérer. Les Crillon et les Boisgelin ont préparé chez nous les éléments de la richesse nationale, et leurs canaux ont amené le jardinage et la division du terrain. Lesdiguières a fait le bassin du Drac et créé les champs divisés qui font la fortune de Grenoble ; nos princes d'Orange endiguèrent la rivière d'Eigues dont nos contemporains savent à peine se défendre. Sous le régime de la division, on fait peu de ces grandes entreprises qui ont créé tant d'illustrations patriciennes ; l'association qui devrait les accomplir est souvent difficile à former ; les tiraillements individuels ne parviennent que trop à la paralyser ; c'est que l'organisation véritable d'une telle association réside dans le gouvernement, et c'est avec raison qu'on fait peser sur lui la responsabilité de tout le bien qui ne se fait pas. Le gouvernement a l'étendue de vue et l'ensemble des moyens ; il dispose d'un impôt dont les ressources sont d'autant plus immenses qu'il est réparti sans exception et plus fructueusement sur une multitudes de têtes. Aussi, toute maturité trop précoce d'une nation ne peut porter de bons fruits, si tous les membres qui la composent ne connaissent pas aussi bien leurs devoirs que leurs droits ; mais, quand l'heure de cette maturité est arrivée, vouloir retarder son accomplissement par des lois restrictives, comme en Angleterre, c'est jeter partout le désordre et la perturbation.

Les meilleurs symptômes de cette maturité sont le respect des lois et les dispositions pacifiques ; la liberté ne vit que de la paix. Nous avons vu les succès de notre guerre nationale se résoudre en système militaire et en duchés-pairies ; c'est que les illustrations militaires ne se contentent pas de la part commune ; les victoires de Rome finirent par la grande propriété et le despotisme ; au contraire, la Restauration française, quoique empreinte d'un esprit rétrograde, développa chez nous, par une longue paix, les principes de liberté.

C'est donc la tendance de la propriété à devenir générale sous l'action de nos lois, de nos mœurs et de notre climat, qui vient rassurer le présent des craintes de l'avenir ; prévoyante et éclairée, elle arrêtera l'essor fougueux de la population ; l'instruction plus étendue et l'attrait des campagnes contiendront ces émigrations inconsidérées qui vont grossir le prolétariat des villes ; la machine-homme pourra y remplacer l'homme-machine sans avoir à redouter de violentes concurrences ; la propriété deviendra rapidement le partage de tous les Français qui braveront, dans son sein, les chances périlleuses et mortelles qui menacent les peuples dépossédés.

Je sais qu'une secte née dans les ateliers, et dont les vues bornées ne s'élancent pas au delà de l'étroite enceinte des villes, s'indigne et se révolte au seul nom de propriétaire ; c'est pour elle les écussons et l'arrogance, l'égoïsme et l'oisiveté. Elle ne sait pas que dix-huit millions de Français sont aussi propriétaires ; qu'ils vivent indépendants, mais laborieux ; que c'est à force de bon sens, de travail et d'énergie, qu'ils sont parvenus à s'organiser ; que c'est cette organisation qu'on doit imiter, sans la jalouser ni chercher à la détruire ; que le métier et la navette sont l'outil de l'artisant de même que la terre est l'outil indispensable du cultivateur, et que c'est en vain qu'on voudrait regarder sa possession comme entachée d'usurpation ou d'abus de la force. Le carré

de terre sur lequel travaille le paysan a subi autant de transformations sous sa main, pour devenir propre à la culture, que l'arbre lui-même en a subi pour devenir machine, l'arbre, produit naturel du sol, et qu'on peut considérer ici comme le sol lui-même. Ce carré de terre a été arraché à la dévastation des eaux, à l'encombrement des rochers, à la fureur des vents, à l'empire des forêts, il a peut-être été créé de toutes pièces comme en Cévennes, et il a fallu au cultivateur autant de génie, de constance et de labeur, que pour créer tel instrument industriel qui, acquis à l'artisan par son invention ou sa construction, est certainement bien à lui. Les droits de la propriété et ceux de l'industrie sont donc évidemment bien les mêmes ; c'est le droit du travail, du travail constant, incessant, non de tel ou tel, mais d'une succession d'hommes qui se sont légué la même tâche. Ce n'est pas pour rien que les sentiments profonds de la famille ont été jetés dans nos cœurs ; car la famille est ici l'agrégation naturelle, l'association qui a accompli la même œuvre.

L'immense, l'exclusive propriété, celle qui a fait l'ère féodale, n'existe plus et ne peut être reconstituée. On ne réunirait pas 1,000 hectares contigus dans mon pays pour 5 millions ; et, quand on aurait fait ce tour de force, on aurait 50,000 fr. de rente ; mais, je dis plus, on n'y parviendrait jamais. Voyez le prix auquel on paye la terre pour une entreprise publique dès qu'on veut déposséder l'homme qui ne veut pas vendre. Il faudrait une loi d'expropriation forcée pour rétablir chez nous la grande culture, c'est-à-dire une invasion et la destruction de la nation. Je sais que toute la France n'est pas parvenue à notre point ; mais des lois communes doivent amener un commun résultat : il n'y a qu'à attendre... Attendre ! mot terrible pour les fougueuses impatiences, les imaginations maladives, et ces éphémères qui ne comprennent pas la durée.

Ainsi c'est le sol de la patrie, rendu accessible à tous ses enfants, qui est le port assuré de tous les naufrages.

La troisième objection à notre système est tirée des dangers d'une aristocratie financière qui naîtrait de l'emploi des machines concentrées dans les mêmes mains. On me citera les entreprises de canaux, qui n'ont tourné qu'à l'élévation des actionnaires, sans que les populations y aient trouvé le moindre avantage. On me parlera aussi de ces chemins de fer qui ne s'ouvrent au public que sous certaines conditions, et qui, détruisant successivement le roulage, deviendraient la mort des petits intérêts et feraient obstacle à une foule de transactions. On nous peindra ces hommes, enrichis par les machines, se substituant à l'aristocratie militaire, devenus, comme elle, oppresseurs et vaniteux, et l'insolence du comptoir, plus humiliante que celle du château, préparant les orages de l'avenir.

Le gouvernement doit s'emparer de toutes les grandes entreprises de communication qui formeraient à la fois des compagnies trop puissantes, n'entreraient point dans un système régulier et mettraient des entraves à la plus libre circulation possible. Qu'il hâte ces grands travaux et qu'il en fasse la libre propriété de tous ; que la nation soit généreuse, sa grandeur est là. Mais, si c'est dans l'impôt que nous devons trouver cette grandeur, aussi faut-il que la surveillance la plus sévère préside à l'application des forces qu'il doit produire ; un vain luxe ne doit point dissiper des trésors de prospérité et d'avenir ; sans doute, on doit pourvoir à la défense du territoire, mais cette défense peut être combinée avec d'utiles travaux. Quelle puissance plus énergique que celle de ces chemins de fer qui font voler les bataillons? Qu'on construise ces chemins dans les grandes directions, aux rives de ces fleuves, théâtre de la plus active industrie et des luttes les plus sanglantes ; ils en défendront les passages en portant rapidement des forces sur les points menaces. Sans doute des monuments nationaux doivent illustrer un règne ; mais, au lieu de vains arcs triomphaux renouvelés d'une ère évanouie, qu'on construise des ponts monumen-

taux, et que des arcs inutiles, las de fatiguer les airs, s'abaissent sur nos eaux. Qu'un jeu d'enfant n'étonne plus Paris, et, s'il doit voir une flotte, qu'elle s'élance de l'Océan et vienne mouiller sous ses murs. Voilà les jeux dignes de notre âge, tels que notre bon sens les réclame, que notre esprit les conçoit. Que les gouvernements dépouillent le vieil homme et s'élèvent à la hauteur des citoyens ; voilà par quels moyens ils neutraliseront ce que la marche des esprits paraît avoir de menaçant pour eux ; voilà comment ils marcheront à la tête des nations ; voilà comment ils mettront au profit de la société tout entière, de l'unité et de la grande nationalité, un élément de force qui, chez nos voisins, n'a fait que des nababs ou des bipèdes avilis. Mais la sévérité de cette surveillance ne doit pas se borner à cette partie de l'impôt qui arrive directement au Trésor; les perceptions municipales s'élèvent à des sommes immenses qui sont trop souvent livrées à la direction des incapacités.

En vain le gouvernement cherche à imprimer une direction par ses agents; trompés sous toutes les formes, ils sont trop souvent obligés de se contenter de fictions, et succombent dans les luttes généreuses qu'ils entreprennent pour la vérité. Les fonds livrés à l'inexpérience locale sont dissipés en vaines tentatives et en essais infructueux. Ici des tuyaux de fonte sont obstrués par des formations calcaires ; ailleurs, rien n'a été calculé pour résister à la pression du liquide et à l'action des oxydes; là, ce sont des bâtiments élevés avec des matériaux imparfaits, et, sur les chemins ruraux, les forces se perdent en vains terrassements ou en enrochements dangereux, sans que les bonnes méthodes puissent prévaloir. Ainsi, partout la fortune publique est dilapidée par l'inexpérience de nos magistratures éphémères. Que le gouvernement centralise tous ces moyens; que la vieille expérience des sujets spéciaux vienne partout remplacer l'insuffisance actuelle. L'essai de la diffusion est suffisamment tenté; les hommes ont partout manqué au principe. Il faut

beaucoup de centralisation là où il y a beaucoup d'ignorance et peu de bonne foi.

Pour se mettre à l'œuvre, des moyens immenses sont déjà entre les mains du pouvoir. La première armée du monde, l'armée romaine, ne dédaignait point de s'associer aux travaux patriotiques. Je sais que la barbarie et la féodalité, sa fille, ont passé sur nos têtes, et qu'il nous reste bien des préjugés à vaincre. Cinq cent mille hommes, l'élite de la nation, occupés à blanchir des baudriers et à battre des peaux d'ânes pourraient produire près d'un million par jour; en supposant même qu'ils ne produisissent que cent millions net à l'État, on trouverait dans cette somme de quoi assurer un sort brillant à l'armée entière; cinquante mille hommes pourraient constamment recevoir une retraite de deux mille francs, terme moyen. Un tel appât serait décisif pour une foule de jeunes gens qui entrent incertains dans des carrières plus ou moins ingrates et toujours encombrées. Les régiments seraient ainsi autant d'écoles de ponts et chaussées, où se développerait l'instruction d'une masse de citoyens qui, rentrant dans la vie privée, apporteraient dans leur pays une foule de connaissances et provoqueraient partout l'extension des bonnes méthodes, des travaux réguliers et des entreprises industrielles. Mais, pour que les travaux de l'armée deviennent possibles dans nos mœurs, il faut savoir les ennoblir; il faut qu'ils soient dirigés dans un grand intérêt général; il faut surtout que les rangs élevés de la société viennent y prendre part, et ne puissent plus, par le remplacement, s'exempter de ce tribut à la patrie. Cette question du remplacement mérite qu'on la développe. Je sais qu'une loi peut le proscrire; mais ce serait revenir sur un usage qui est entré dans nos mœurs, ce serait s'attaquer à cette classe moyenne qui donne son concours à qui la défend pour son argent, et qui, occupée de ses intérêts matériels, ne voit pas beaucoup au delà; mais le remplacement serait d'autant plus rare que des avantages plus directs seraient

offerts au soldat. Le soldat peut travailler six heures sans négliger l'exercice du matin; on peut, pour ce travail, lui allouer cinquante centimes par jour, qui, joints à sa paye ordinaire et avec le système d'association par chambrée, assurent sa vie physique d'une manière convenable. Les travaux seraient exécutés par bataillon, baraqué sur les lieux, et l'armée ne devrait jamais se disperser par détachements dans les villages, mode qui relâche tous les liens de la discipline. La nation française est agricole et militaire; mais l'esprit militaire n'a pas toujours besoin de guerres pour être satisfait; son mobile, c'est l'amour de la gloire, le désir d'exécuter de grandes choses et de faire parler de soi. Ces dispositions seraient satisfaites, et l'armée, chaque année, entrerait en campagne pour l'exécution de travaux gigantesques, et chaque année aurait sa gloire qui viendrait grossir nos fastes militaires.

Ce sont les barbares, privés de tout dans leur propre pays, qui s'élancent en brigands sur les contrées civilisées pour jouir passagèrement de ces biens acquis par un long travail. Mais le sauvage coupe l'arbre et ne sait pas le cultiver; le guerrier vainqueur dissipe en un jour les trésors d'une génération; la prospérité se flétrit sous la violence, les richesses enviées disparaissent sous la conquête, et l'épée seule n'a rien fondé de durable. Nous faut-il une Lombardie, ne franchissons pas les monts, ne donnons pas à l'Europe le spectacle de prétentions toujours renaissantes et toujours réprimées. Cette Lombardie est en Provence et en Bas-Languedoc. Nous laissons stupidement nos fleuves couler et porter à la mer leur tribut, trésor immense de fraicheur et de fertilité; ouvrons aussi nos canaux, saignons le Rhône et la Durance, changeons les landes en herbages, couvrons-les d'utiles animaux, de coursiers belliqueux et d'hommes fortifiés par le bonheur et nationalisés par la reconnaissance. Deux campagnes feront cette conquête; elles couvriront d'un laurier immortel l'armée industrielle; laurier planté sur le

sol de la patrie et à l'abri de toute insulte. La voilà, cette Lombardie enviée par tous les barbares! elle est à nous. Voyez-la; elle est entourée des mêmes monts, elle a ses plaines étendues et les eaux des mêmes sources; elle est le noble fruit de la première expédition de la liberté intelligente.

Vous admirez les lacs de la Suisse, et ses fraîches vallées, et ses eaux limpides, et vous venez ensuite soupirer tristement aux bords de vos torrents, tantôt désséchés, tantôt fougueux et dévastateurs; vous les voyez entraîner rapidement les débris de vos vallées décharnées! Faites des lacs artificiels, barrez par d'immenses digues l'issue de ces vallons affreux; que le lac s'élève sur la pierraille; que l'eau limpide, sagement ménagée, aille régulièrement toute l'année, et sans interruption, rafraîchir le sol inférieur, alimenter les usines indispensables à votre industrie; que les présents du printemps viennent ranimer l'été; que des dépôts immenses comblent successivemeut la profondeur des abîmes, et lèguent à la postérité la fertilité du Valais ou les charmes de Bax. Voilà notre Suisse, non créée au hasard, mais construite par l'intelligence, réchauffée par notre soleil! Elle est en Dauphiné; et cette seconde conquête vaudra la première, et elle nous est indispensable comme les Alpes sont indispensables à l'Italie.

Et puis vous irez encore arracher une Hollande à notre Océan; et puis vous ferez un port de Paris, une Angleterre de toutes pièces autour de notre capitale! et quand tout ce qu'il y a de plus noble en Europe sera surpassé par notre pays, alors notre suprématie ne sera plus contestée, et nous n'aurons pas besoin de nos sanglantes baïonnettes pour arracher ce cri : *Voilà la grande nation !...*

Qu'il y aurait loin de là, pour le soldat, à la vie de caserne; elle était appropriée à nos vieilles armées recrutées dans les cabarets, mais elle tue nos jeunes campagnards. Est-il rien qui ressemble moins au soldat véritable, à cet homme

nomade et endurci, que l'homme des casernes, et rien qui en approche plus que l'homme laborieux mariant les travaux au maniement des armes? Dans les avantages immenses que l'État recueillerait des travaux exécutés par l'armée, il trouverait la source d'un revenu public, qui, appliqué, comme je viens de le dire, aux retraites militaires, assurerait un avenir aux vieux guerriers, ferait rechercher de plus en plus le métier des armes, et rendrait le remplacement plus rare.

Je ne tiens tant à cette question que parce que j'ai vu en 1815 la nation se scinder par le remplacement, ceux que la chaîne avait conduits au feu, ceux qui revenaient mutilés de nos grands désastres, tout ce qui de gré ou de force avait touché le drapeau de la patrie lui resta fidèle, et, quelle que fût la grandeur du sacrifice, le malheur des souffrances, l'imminence des dangers, tous restèrent Français. La nation étrangère, la nation royaliste, naquit des remplacés; les sacrifices d'argent ne pardonnèrent pas, et, si la peur les fit faire à un grand nombre de nos concitoyens, ils retrouvèrent du courage pour outrager leur mère, leur patrie.

En persistant dans les voies du remplacement, qui peut dire que nous n'aurons pas les mêmes résultats? qui peut affirmer qu'on ne créera pas deux nations? L'armée deviendrait bientôt ce quelle fut sous le bas-empire romain; les Curiales, c'est-à-dire tous ceux qui, par leur fortune, participaient au pouvoir municipal et répondaient de l'impôt, furent exempts du service militaire : l'armée devint prolétaire. Elle cessa d'être nationale : de là sa faiblesse contre les barbares, sa force pour opprimer la nation, ses infidélités à la patrie, son danger pour les citoyens. Avec une telle armée, n'ayez pas de guerre, vous seriez vaincus; n'ayez pas de paix, vous seriez subjugués par elle; la liberté n'est inattaquable que quand les citoyens sont armés. Mais, dans les rangs de l'armée industrielle, un jeune homme devient propre à tout; il fait, aux frais de l'État, un apprentissage et

des voyages que d'autres achètent si cher, il y prend des habitudes de régularité, il sort surtout de la spécialité de l'état qu'il doit embrasser un jour, spécialité qui, trop absolue, ne conduit qu'à la médiocrité; car, s'il est vrai que la spécialité fait les grands hommes dans les hautes conceptions scientifiques, elle ne fait que des hommes communs dans les travaux ordinaires de la vie. En endossant l'uniforme, le paysan a cessé d'être un niais; le marchand a agrandi la sphère de ses connaissances et changé ses habitudes sordides; le médecin a plus vu et plus comparé; l'avocat a pris des idées, et son vain langage peut se changer en éloquence. N'avons-nous pas vu nos militaires devenir nos meilleurs orateurs politiques, et, sans avoir fait étude des mots, dominer nos assemblées par la hauteur et l'abondance des pensées exprimées avec l'énergie d'une âme fortement trempée par la grandeur des spectacles et des événements ? N'avons-nous pas vu aussi nos avocats s'élancer à la tête des braves, et Moreau faire la contre-partie de Foy ? C'est que l'homme a besoin de sortir des spécialités exclusives pour agrandir ses idées et les généraliser, et que l'armée, l'armée non-seulement militaire, mais accomplissant des travaux variés, doit servir de complément à l'éducation de la jeunesse française, lui imprimer une uniformité de vues, de caratère et de nationalité.

Dans l'examen que nous venons de faire, nous avons vu que les machines, incessamment substituées à l'homme, en ont amélioré la position. Quel est le meunier qui voudrait redevenir esclave, le matelot galérien, le conducteur de diligence muletier ? Ce qu'elles ont fait, les machines peuvent le faire encore; elles peuvent accomplir de plus en plus la délivrance de l'humanité; le déclassement qui surviendra de leur travail s'opérera comme les autres, et mieux encore, parce qu'il sera successif, parce qu'on disposera par l'étude la population à entrer dans les voies nouvelles, parce que les campagnes, plus heureures et plus honorées, garderont leurs enfants, parce que la propriété deviendra universelle et

assurera l'indépendance des travailleurs, parce que les gouvernements seront assez éclairés pour se créer des forces immenses et les disposer pour le bien-être général. Dans ce travail du corps social, il n'y a que les mouvements brusques et les transitions violentes qui soient à redouter. Quand une pente, sagement préparée, reçoit les eaux du canal, elles courent vivifier toute une contrée, soit qu'on les disperse en fontaines fertilisantes, soit qu'elles transportent les matériaux du commerce; mais rompez les niveaux, et la cataracte impétueuse et la cascade mugissante ne laisseront après elles qu'un spectacle de dévastation. Quelques esprits rêveurs se plaisent à ces violences de la nature; le voyageur vient s'en étonner un instant, mais il ne fixe pas sa tente à leurs pieds. Ce sont les mauvais amis qui viennent pousser le flot populaire, qui le font jaillir en écume ou précipiter en torrents : c'est un sentiment d'orgueil ou d'égoïsme qui fait hâter les résultats. La vie des nations est longue, et la génération fugitive n'a pas plus le droit de se dire la nation que la feuille légère ne constitue l'arbre; ce sont les grands souvenirs, ce sont vingt siècles de travaux et de gloire, dont chacun est venu apporter son tribut, qui font cet arbre national dont nous ne sommes pas même un rameau.

Toutefois, quelque ménagé que soit un mouvement national, les changements préoccupent toujours; l'esclave vous écrasera de ses fers si vous les brisez imprudemment, et Riégo tombera aux acclamations d'un peuple stupide. J'ai vu le jeune Anglais regretter le fouet d'Oxford et de Cambridge sous les punitions moins avilissantes des colléges français; je l'ai vu les réclamant comme un droit, un code écrit, une liberté; c'est que, de quelque manière que s'opère un développement, les contemporains sont toujours mal placés pour en juger la portée; l'évolution qu'il commande ne s'opère jamais sans déchirement qui empêche de sentir ses conséquences futures.

Mais, à mesure que j'avance dans mon travail, la question s'agrandit, elle devient immense comme l'univers; c'est qu'elle le remplit, c'est qu'elle doit le changer. La vapeur, auxiliaire de l'homme, et l'homme, émanation de la suprême intelligence, saisissant le levier qui servit aux géants pour entasser Ossa sur Pélion, dirigeant la force qui fait les volcans et soulève les montagnes, qui façonne à son gré la terre, n'est plus le proscrit de la terre ni l'humble jardinier d'Éden; il s'est fait ange, il a le secret de la création; mais le monde entier s'est affranchi avec lui. Si les combustibles minéraux deviennent insuffisants, les forêts, plus nécessaires, s'élèveront sous la main de l'homme; n'a-t-on pas vu les montagnes de l'Écosse, nues comme les nôtres, reboisées en trente ans, et le plus aride rocher du monde, à Nîmes, se couvrir d'une brillante verdure? Eh bien, nos tristes montagnes verront leurs fronts se couronner; la futaie viendra remplacer l'humble plante, et la haute stature des bois le chaume des moissons; la culture du chêne entrera dans l'assolement, comme en Béarn; et, sur les terrains féconds, sous l'eau jaillissant de la terre à la pression des machines, nos arbres prendront, en vingt ans, des formes séculaires, comme mes chênes de Lacointe ou les bosquets de Beauregard. Ainsi que nous l'avons vu pour le cheval et pour l'homme, la terre s'embellira dans ses productions végétales; partout les géants remplaceront les nains, et le triomphe de l'intelligence sera l'ennoblissement de l'univers.

Je crains qu'un pareil travail ne paraisse bien singulier pour le fond et pour l'expression. Je dois, en terminant, un mot d'explication : livré à l'isolement des champs, absent du siècle, j'aurais dû m'abstenir d'exprimer des idées nées de la solitude, et qu'aucun frottement social n'a modifiées; elles doivent arriver gauches et étrangères au milieu d'un monde policé que l'habitude de la discussion a éclairé, qui a ses pensées et son langage de convention.

Mais un sentiment puissant me poursuit; il me semble

que le crime de Caïn pèse toujours sur nos têtes tant que nous restons entourés des victimes de notre civilisation, et que depuis les premiers temps le fratricide se perpétue sans interruption. J'ai entendu cette voix terrible : Qu'as-tu fait de ton frère? Et je n'ai pas caché ma face, et je me suis montré le tenant par la main.

DU PLAN INCLINÉ

COMME GRANDE MACHINE AGRICOLE

DU PLAN INCLINÉ

COMME GRANDE MACHINE AGRICOLE

> Le même jour, ceux de Réate m'emmenèrent dans leur pays charmant pour plaider contre ceux d'Intéramne, devant un consul et dix commissaires : ils se plaignent que, depuis qu'on a coupé une montagne pour élargir l'embouchure que Curius avait faite au lac Velinus, qui se décharge dans le Nar, la plaine nommée Rosea a perdu presque toute cette humidité qui la rendait si fertile.
>
> CICÉRON A ATTICUS.

Cet écrit a été publié il y a plus de trente ans ; je le croyais perdu dans tous les souvenirs et noyé dans cet océan de brochures qui ont inondé le pays.

Quelques amis s'en souviennent et m'engagent à publier une seconde édition. Un intérêt nouveau est venu s'ajouter à celui des irrigations ; il s'agit de défendre les richesses acquises avant d'en créer de nouvelles ; et, comme un bien ne marche jamais seul, le système des barrages et des retenues, que j'indiquais alors dans la vue des irrigations, est aussi le plus énergique et le plus sensé des remèdes contre les inondations croissantes qui menacent nos meilleures contrées.

C'est après avoir parcouru un grand cercle d'erreurs qu'on arrive enfin à ces vérités simples et primitives qui avaient créé tant de puissances et de richesses, dont les traces vivantes parlent encore aux voyageurs dans les Indes et à Ceylan, conquête aujourd'hui d'une cupidité exclusive qui laisse dépérir les plus nobles monuments.

Après trente ans, je n'ai rien à supprimer de ce que j'avais

dit; les nécessités sont les mêmes, elles se sont accrues; il faut d'ailleurs que chaque écrit porte le cachet de son âge, et c'est la dignité du vieillard de conserver son langage et ses convictions.

La grande question sur les machines n'est pas complétement résolue par mon *Mémoire sur l'influence des machines en agriculture :* sans doute l'application des moyens mécaniques a relevé l'espèce humaine: le développement de ce fécond principe tend à disperser ces foyers dangereux que l'industrie rassemble dans nos grandes cités; il fixera les bras dans les campagnes. Mais la machine elle-même va envahir les campagnes; la charrue à vapeur ouvrira avant peu les guérets de l'Angleterre; l'intelligence humaine empruntera de plus en plus à la nature sa puissante coopération; dans les champs, les travailleurs répondront à ce même cri d'effroi que pousse l'atelier. A la vue de cette perturbation inattendue, de ces moyens nouveaux, qui viennent partout suppléer à la force musculaire, ils ne comprendront pas d'abord, ils n'accepteront qu'avec crainte le noble don de l'intelligence. Cherchons à préparer et à faire comprendre cette grande et salutaire crise; prévenons, par l'exposé des faits et le développement de leurs conséquences, ces ligues honteuses de l'esclavage et de la barbarie; préparons les conquêtes de la science; établissons les véritables principes de l'indépendance, basés sur l'ennoblissement de l'humanité; et que l'écho de nos campagnes ne répète qu'un cri de liberté!

Eh bien! quelle que soit la puissance de ces machines, quelle que soit la force qu'elles recèlent dans leurs foyers brûlants, quels que soient les effets inattendus dont elles peuvent frapper nos regards, elles ne pourraient nous surprendre, nous qui possédons depuis longtemps, qui jouissons des effets d'une machine simple, mais plus grande, plus prodigieuse que tout ce que la force de la vapeur, unie aux plus puissants leviers, pourrait jamais produire; qui

roule dans nos plaines la fertilité et l'abondance, qui décuple tout d'un coup la valeur du sol, et nous prodigue les richesses sans labeur : c'est le plan incliné.

Quel peuple plus préparé aux prodiges de l'industrie que le peuple de Vaucluse, qui emprunte à la Durance, à la Sorgues, à tous ses affluents, tant de richesses et de repos. En vain demanderiez-vous à la manufacture ses plus ingénieux procédés, et les appliqueriez-vous à la culture de vos champs, feriez-vous jamais rien qui égalât nos magnifiques prairies? Elles sont comme un enseignement constant, une leçon vivante, qui nous répètent que ce n'est point par les sueurs, mais par de simples et rationnelles combinaisons que l'homme établit son empire. Cette admirable et simple machine, dont nous allons décrire les effets, dont nous invoquons l'influence, n'attend point, pour agir, les exigences d'étendue ou de richesse; petite avec les petits, grande avec les grands, elle se plie à tout, dans toutes les proportions; avec ses appareils simples ou puissants, elle suit les niveaux que lui trace l'intelligence.

C'est sur ce magnifique amphithéâtre, qui se déroule des sommets du Ventoux aux rives du Rhône, dans ce pays qui possède a la fois, sur un espace borné, des pâturages alpestres, à 2,000 mètres au-dessus de la mer, et des terrains qui s'abaissent presque à son niveau; c'est sur ce sol varié que, sans franchir les monts, nous pouvons étudier les enseignements de l'Italie.

En parcourant le département de Vaucluse, on est frappé de deux genres de succès agricoles bien distincts : le premier se lie à ce que j'appellerai la civilisation turbulente et tracassière du Nord, avec son énergie, ses outils, ses travaux qui absorbent tous les instants, bouleverse la terre, l'effondre, la mine; l'autre, noble héritage de l'antiquité, se repose sur les herbages, invoque le secours des eaux, les dirige tranquillement sur le sol, et attend leurs immenses résultats : c'est celui dont nous allons nous occuper, parce

qu'il s'accorde avec nos principes ; parce que c'est la civilisation du bonheur, parce qu'il respecte les loisirs, et qu'un simple mais héroïque moyen vient ici suppléer à ces agencements compliqués qui excèdent l'espèce humaine.

A Orange, la cinquantième partie du territoire est soumise à l'irrigation, et, quelque petite que soit cette étendue, elle est assez importante pour former un trait frappant de notre agriculture : des prairies aussi belles que celles du Milanais sont fauchées trois ou quatre fois dans l'année, et sont affermées jusqu'à 850 francs l'hectare; un tiers environ de cette somme est absorbé par les frais de culture. Un produit pareil représente de trois à dix fois le revenu des sols identiquement semblables soumis à la culture ordinaire; et quand on pense qu'un tel avantage est obtenu presque sans travaux, on doit convenir de la supériorité de ce genre d'exploitation.

A Avignon, ce trait de notre agriculture méridionale est développé sur une plus grande échelle : un canal pris à la Durance, les eaux de la Sorgues et l'emploi journalier de ces moyens, ont étendu l'irrigation sur un plus grand rayon; l'eau triple encore ici la valeur des excellents terrains qui entourent la ville.

A Vaison, à Malaucène, l'arrosage fait élever le prix des sols, naturellement inférieurs, à 12 et 14,000 francs l'hectare.

A Cavaillon, où l'on tire du terrain des produits si variés, où le melon et l'artichaut sont, pour ainsi dire, de la grande culture, où le blé brave sous l'irrigation les plus grandes sécheresses, l'eau de la Durance a, en certains lieux, décuplé la valeur du sol ; des garigues qui valaient à peine 500 francs l'hectare en valent 5,000 aujourd'hui.

A Sorgues, une lande stérile, qui affligeait l'œil des voyageurs, arrosée de ces mêmes eaux, a centuplé de prix ; de riantes campagnes, dignes de la Lombardie, sont venues remplacer le désert.

C'est sous l'influence de faibles moyens, toutefois, que se développent ces richesses du sol ; ce n'est guère qu'à Cavaillon, sur les bords immédiats de la Durance, qu'elles ont acquis un déploiement remarquable ; partout ailleurs, ce sont des tentatives, c'est comme un exemple légué à nos générations, pour leur montrer ce qu'elles peuvent et doivent faire; ce sont des traditions de l'antiquité, un souvenir de l'Italie ; ce sont quelques lambeaux épars qui se défendent des envahissements de la charrue ; là, on a recours à l'eau d'une fontaine; ici, on emprunte au torrent, que l'ardeur des étés a bientôt mis à sec; sur deux points, de faibles ruisseaux retenus par des digues forment d'utiles réservoirs qui font la prospérité de deux villages.

A Caromb, à la Tour d'Aigues, la main de l'homme intelligent a donné un grand exemple : c'est une semence qui fructifiera, quand la direction agricole cessera d'être confiée aux efforts isolés de nos colons, quand les gouvernements comprendront leur grande mission, qu'ils sauront qu'ils sont l'unique syndicat d'une population dispersée, sans liens, sans moyens d'action, réduite à l'individualité.

Cette mission avait été comprise par des hommes qui, sans parler de lumières, les possédaient réellement. Nous avons ajouté quelques mots techniques à leur vocabulaire, mais nous sommes restés en arrière de leur connaissance exacte du pays. Le code des arrosages du Comtat et des princes d'Orange, la protection accordée à toute entreprise hydraulique, prouvent que dans ce temps on avait mieux compris que de nos jours les ressorts de notre prospérité; c'est que l'impulsion, alors, partait du Midi, de gens qui vivaient sous son influence; le Nord ne pesait point encore sur nous ; il n'avait point proscrit notre langage et notre nationalité; nos besoins étaient appréciés par ceux qui les partageaient.

C'est un évêque de Carpentras qui fit construire l'écluse de Caromb : c'est une bien petite source, dont les eaux sont

ramassées lentement en hiver ; qui, à la voix de la puissance et du génie, a pris l'importance d'une rivière. Ce sont les seigneurs de la Tour d'Aigues qui renouvelèrent ce grand et bel exemple, aux environs de Pertuis ; mais où sont les évêques, où sont les seigneurs d'aujourd'hui ? Quel patronage a remplacé le leur ? Il n'y en a qu'un possible : c'est l'association nationale à qui nous avons remis tous nos moyens d'action, c'est la royauté et son gouvernement ; la démocratie agricole, qui la couvre de sa puissante égide, peut aussi revendiquer ses canaux et ses bassins de Lampy et de Saint-Ferréol.

L'exemple de ces retenues, de ces lacs artificiels, comme je les appellerai, est encore une conception italienne ; ils sont communs au Piémont, car ce n'est que rarement qu'on peut mettre à contribution l'eau des grands fleuves qui occupent le bas des vallées ; ce n'est que par des travaux longs et dispendieux qu'on peut emprunter leur concours ; c'est toujours à leurs affluents qu'on demande l'arrosage ; ce n'est pas le Pô, mais l'Adda, l'Adige et le Tessin, qui arrosent la Lombardie ; leur cours est plus rapide, il part plus immédiatement des montagnes. Ainsi, excepté dans quelques cas, ce n'est pas au Rhône, malgré son cours constant et la qualité reconnue de ses eaux, que nous demanderons nos irrigations : c'est à ces torrents qui s'élancent de nos Alpes avec une rapidité décuple de celle du Rhône ; c'est sur leur cours qu'on trouvera les niveaux élevés qui peuvent amener l'eau sur les plateaux exhaussés de nos plaines ; c'est à eux que nos terrains médiocres devront la fécondité. C'est au Lez, c'est à l'Aigues, c'est à la Louvèse, et, de l'autre côté du Rhône, à l'Ardèche, au Cèse et au Gardon, à fournir à tous nos besoins ; mais c'est par une exploitation particulière, c'est en imitant sur les sources les travaux exécutés sur de faibles ruisseaux, que ces rivières peuvent prendre une importance décisive.

Le nord-ouest du département de Vaucluse ne possède que

peu de moyens d'irrigation : concentrées aux bords immédiats du Lez, près de Bollène, et de la Meyne, près d'Orange, les eaux supérieures du Lez et de l'Aigues sont retenues dans le haut des vallées. Un rudiment de canal, emprunté au Rhône, au-dessous de la cataracte de Viviers, n'a point rempli l'espérance qu'il avait fait naître; issu des bords immédiats du fleuve, c'est-à-dire à la partie déclive de la vallée, il n'est applicable qu'aux terrains les plus bas; toutefois, la contrée aurait pu retirer de grands avantages, si les intérêts avaient été combinés. Mais l'entreprise a été livrée à la force privée, le canal n'a point eu l'*ouverture* nécessaire, et n'a point été poussé au-dessus de la cataracte. Les résultats se sont ressentis de l'insuffisance des moyens; ce canal, commencé sous Louis XIV, est encore à faire.

En parlant de tant de faiblesse, n'est-ce pas le cas d'invoquer ici la force nationale, l'influence départementale, le budget des communes? Eh quoi! des canaux de navigation sont creusés aux frais de l'État, dans l'intérêt d'un commerce dont on ne sait pas étendre la base, l'abondance des produits; des bassins supérieurs sont construits pour alimenter ces canaux, les départements s'imposent ou empruntent pour établir leur viabilité; les communes soldent, sur leur budget, des salles de spectacle, des monastères, des églises, et vingt mille hectares, qui valent cinquante millions, qui, par l'irrigation, peuvent doubler de valeur, n'éveillent pas l'attention? Mais c'est la base sur laquelle s'établiront et des chemins plus beaux, et des salles plus somptueuses, et des églises plus ornées; car c'est la base d'un revenu immense. Quarante kilomètres de canaux compléteraient cette œuvre; deux millions de francs l'accompliraient magnifiquement.

Un arrosage, pour porter tous ses fruits, ne doit rien avoir d'exagéré; il doit suppléer à une pluie suffisante; au delà de cette proportion, l'eau croupit et fait plus de mal que de bien. C'est la surface du terrain qui doit être maintenue hu-

mide : cette condition suffit pour que la fraîcheur inférieure du sol ne s'évapore pas. Or, 0^{m}.05 constituent une pluie convenable, 0^{m}.08 une pluie abondante; c'est à ce dernier terme que nous fixerons, pour nos climats, la quantité moyenne à donner à chaque irrigation. Tout calcul qui s'éloignerait de cette donnée prouverait, ou que les terrains sont mal disposés, ou que l'immersion a été faite avec un cours d'eau trop faible. En effet, quand les quantités d'eau arrivent successivement, elles sont absorbées immédiatement par les couches inférieures; elles ne peuvent couvrir toute la surface du sol; si le terrain est très-perméable, elles sont engloutics; mais quand l'irruption est soudaine, alors toute la surface du sol est rapidement immergée. Ainsi, accorder 0^{m}.08 environ, c'est être dans le vrai, c'est 1,000 mètres cubes par hectare. Dépasser ce terme, c'est preuve que le courant employé n'est point proportionné à l'étendue et à la nature de la terre. Ainsi tout le talent de l'arrosage consiste à jeter subitement, et en grande masse sur le sol, l'eau destinée à compléter l'irrigation. Un ruisseau qui débite moitié moins qu'un autre ruisseau n'arrosera pas, dans un temps donné, la moitié d'un même terrain, mais le quart seulement, et moins encore là où les cours d'eau naturels sont insuffisants; là où l'on emprunte à de faibles machines les secours de l'irrigation, des bassins doivent recevoir la masse du liquide et la distribuer instantanément à la terre.

D'après ces calculs, c'est 200,000,000 de mètres cubes d'eau que nous avons à demander à ce point du Rhône, à raison de 1,000 mètres par hectare, à chaque arrosage, de dix arrosages par an, et de 20,000 hectares de terre à arroser. En Italie, la valeur de l'eau nécessaire à l'irrigation d'un hectare est de 40 à 50 francs à la sortie des canaux, et cela malgré la concurrence d'un système étendu; la valeur de l'eau de notre canal s'élèverait donc annuellement à un million. Laisser plus longtemps cette richesse couler à la mer est une incurie impardonnable.

On laboure trop en France, on a trop recours à la force des bras; il faut faire comprendre qu'il est encore des moyens puissants de solliciter et de créer la richesse, et que l'humidité et les amendements naturels sont les auxiliaires des bras; que les cultures sollicitent la fertilité, mais ne la créent pas, et finissent par l'épuiser, et que, quand les agents réparateurs n'arrivent pas, quand les proportions, qui font la fécondité, sont rompues, on se trouve engagé dans une carrière de misère dont il est difficile de sortir. C'est pourquoi il convient d'avoir recours, le plus tôt possible, à ces arrosages qui amèneront sur le sol ces masses de détritus qui vont se perdre annuellement à la mer, et de profiter du surcroît d'aisance qui peut surgir spontanément d'une telle opération, pour établir les prairies qui, à leur tour, viendront déposer sur le sol le tribut puissant des engrais. Ainsi c'est par l'irrigation, surtout, que nous pouvons nous dégager de la voie dangereuse où nous nous trouvons placés.

Mais nous l'avons déjà remarqué, quelque intéressants que soient les résultats qu'on peut obtenir d'un canal du Rhône, il ne peut jamais fertiliser que les terrains bas du littoral, presque déjà partout d'une excessive fertilité. Le grand but des irrigations doit être de féconder, d'enrichir, de créer les sols élevés, desséchés et pierreux, qui forment une partie si considérable de notre pays, et qui ne peuvent attendre de prospérité que de l'irrigation et du colmatage; c'est donc à d'autres sources que nous devons nous adresser.

L'Aigues a 60 kilomètres de cours, et ses sources sont aussi élevées que celles du Rhône, qui a un cours de 600 kilomètres. Donc 1 kilomètre de canal pris sur l'Aigues donnera le même niveau que 10 kilomètres sur le Rhône; mais l'Aigues n'est qu'un torrent qui suffit à peine aux vallées supérieures. Il manque d'eau deux entières saisons; mais aussi quelquefois son large lit roule d'effroyables masses d'eau; le torrent devient fleuve. Nous avons vu de faibles ruisseaux pouvoir former des lacs; c'est une mer intérieure que nous

demandons à l'Aigues. Plusieurs communes, le bois de Velage, le Plan de Dieu, les garigues d'Orange, ont plus de 15,000 hectares que son eau fertiliserait. C'est 150,000,000 de mètres cubes d'eau dont il faudrait pouvoir disposer, en supposant que le cours ordinaire et les pluies courantes de l'année pussent remplir les réservoirs trois fois pendant la saison d'arrosage. C'est un ou plusieurs bassins cubant 50,000,000 de mètres, qu'il faudra obtenir sur ce cours.

Un lac évident avait sa sortie au détroit des Piles, dans les temps antérieurs. Le temps ou une déplorable spéculation ont brisé l'écluse, et l'histoire ne nous dit point si les consuls s'en émurent, et si Cicéron défendit les droits de la nature outragée. Toutefois, malgré l'avantage de cette position indiquée, ce n'est plus là qu'on peut établir une nouvelle digue. La vallée supérieure est cultivée. Mais de Sahune à Saint-May le pays se resserre ; sauvage et inculte, le profond défilé n'offre parfois que d'étroits passages ; il a 12,000 mètres de longueur, une largeur moyenne de 400 : une profondeur de 5 mètres nous donnerait juste 24,000,000 de mètres. Plus haut, sur les mêmes eaux de l'Aigues, un lac naturel s'était formé naguère par l'éboulement d'une montagne ; 200 mètres de digues le reproduiraient encore. L'affluent de l'Oulle parcourt des vallées plus sauvages, plus profondes, plus diguées ; on y trouverait des bassins pareils au premier. Voilà plus qu'il n'en faut pour payer à la plaine le tribut qu'elle attend.

Mais l'irrigation n'est pas le seul avantage qu'on retirera de ces travaux. L'encaissement des eaux serait un moyen de transport dans un pays sans communication, où chaque course est un danger. Ces réservoirs, prêts à engloutir l'eau des orages, modéreraient les irruptions soudaines qui menacent les pays inférieurs. La chute perpendiculaire des cataractes atténuerait leur impétuosité ; le poisson reparaîtrait dans ces eaux que l'intermittence a dépeuplées. Des bords de ces lacs, humectés par l'infiltration et l'évaporation con-

stantes, s'élèveraient ces bois qui arrêtent les éboulements et préviennent le comblement des lits des cours d'eau; enfin ces affreuses vallées, embellies par le plus inattendu des spectacles, seraient peuplées d'habitations charmantes, où, comme sur les lacs d'Italie, les citadins des plaines viendraient braver la canicule et respirer le bon air. Avec leurs capitaux et le goût de conservation et de création, qui est le partage de l'aisance, naîtrait la seule culture possible dans ces pays abandonnés; les bois reparaîtraient sur le flanc des montagnes, et ainsi commencerait, sous toutes les formes, l'œuvre de reconstruction dont nous nous faisons l'apôtre.

Mais ces travaux que je réclame pour l'agriculture, le commerce va vous les demander; partout la navigation intérieure est arrêtée, les fleuves sont obstrués, en vain vous commenceriez sur leurs cours les travaux d'Ixion, vos forces sont impuissantes pour fouiller les dépôts constants qui se forment en toute saison, le jour, la nuit, à toute heure : c'est le principe du mal qu'il faut combattre, et ce mal est dans les vallées supérieures; c'est l'invasion qu'il faut prévenir, et vous n'aurez pas à la combattre. Vous n'aurez de rivières que quand vous aurez des lacs; ce sont eux qui constituent les fleuves puissants et qui régularisent leurs cours, et la Seine, entrée dans ce système, cesserait d'être l'égout d'une province, deviendrait le plus noble ornement de Paris, quand nos monuments nationaux se réfléchiraient dans le cristal de ses eaux. Ainsi le commerce et l'agriculture ont ici, comme partout, les mêmes intérêts.

C'est par l'Aigues qu'il faut commencer, parce qu'une contrée intéressante et variée se déroule à ses pieds, et qu'on obtiendrait immédiatement une foule d'expériences comparatives sur des terrains différents.

Les rives de l'Ouvèze sont cultivées jusqu'à sa source; mais le Toulourenc, son principal affluent, offre un défilé étroit, circonscrit par d'immenses roches à pic. Trente mètres de travaux formeraient une retenue considérable.

Causans, Violès, Courthézon en obtiendraient un arrosage plus régulier et plus étendu. Heureusement que, pour les pays inférieurs, la Sorgues vient à la rencontre de l'Ouvèze, et peut amener le concours de ses eaux intarissables; mais je crois qu'il conviendrait mieux de développer les travaux sur l'Aigues, et un canal de quatre kilomètres, au-dessous de Cairanne, mêlerait les eaux des deux rivières, et satisferait à toutes les exigences.

Mais peut-on parler d'arrosage dans le midi de la France, sans songer au pays qui occupe la partie inférieure de notre bassin, à cette contrée qui fixe l'attention des agronomes, au delta du Rhône? Il ne peut, comme le delta du Nil, revendiquer tous les avantages de sa position que par un vaste système d'irrigation. Le sel s'y cristallise aux rayons du soleil, et y proscrit la végétation utile; mais, dès que l'eau douce vient toucher ce terrain, la fécondité la plus vigoureuse ne tarde pas à se manifester; aussi les projets n'ont pas manqué : les uns, et avec raison, ont invoqué la machine à vapeur; d'autres n'ont vu que le Rhône qui coulait à leurs pieds sa masse immense de richesse; mais il fallait chercher des niveaux élevés, et ces niveaux sont éloignés. C'est dans les petites rivières qui se précipitent plus immédiatement des montagnes qu'on peut trouver à portée les niveaux supérieurs, et tandis qu'il faudrait, sur le Rhône, les chercher à Viviers, et franchir tous les obstacles d'un pays accidenté, le Gardon, à 17 kilomètres de la tête de la Camargue, offre une hauteur suffisante pour amener ses eaux sur le pays. Il faut imiter les exemples déjà donnés, et ramasser en hiver, dans la profondeur des vallées, ces eaux qui doivent vivifier la canicule.

Le Gardon pourrait former trois grands bassins d'irrigation, deux supérieurs dans les vallées incultes qu'il traverse, dans la Lozère, au Gardon d'Alais et d'Anduze, et un troisième inférieur, placé comme régulateur entre les ponts de Saint-Nicolas et de Colias : la longueur de cette dernière

vallée, resserrée par des roches perpendiculaires, est de plus de 12,000 mètres en ligne droite; mais comme sa direction est très-tourmentée, que la rivière y suit une série de contours, dont plusieurs sont à angles droits, on peut porter sa longueur réelle à 20,000 mètres : en estimant sa longueur moyenne à 16,000 mètres, et en supposant une profondeur de 5 mètres et une largeur de 50 mètres, on aurait la masse de 40,000,000 de mètres cubes d'eau contenue dans ce seul bassin, et, en supposant encore qu'il pût se remplir trois fois pendant la durée des arrosages, on disposerait, sur ce seul point, de 120,000,000 de mètres cubes d'eau; les bassins supérieurs présenteraient ensemble les mêmes résultats; c'est donc 240,000,000 de mètres cubes d'eau dont on aurait à disposer. D'après nos calculs, on pourrait donc étendre cet arrosage à 24,000 hectares.

La Camargue a environ 30,000 mètres de longueur, sur une largeur moyenne de 15,000 mètres; elle a donc 45,000 hectares de contenance, et, si l'on en retranche l'immense étang de Valcarès, et les marais qui, dans leur état actuel, donnent un produit qu'il ne convient pas de modifier, on voit que la masse de liquide fixée par les retenues répondrait à tous les besoins.

Cette eau aurait une valeur vénale de plus d'un million de francs; mais cette valeur serait triplée au profit des propriétaires qui l'appliqueraient à leurs domaines : voilà donc trois millions de revenu que la Camargue peut demander au Gardon; voilà l'avenir promis à ceux qui oseront faire trois écluses principales, quelques diaphragmes de sûreté pour les pays inférieurs, 25 kilomètres de canaux et un pont-aqueduc sur le petit bras du Rhône.

C'est par là qu'on aurait dû commencer si l'on avait songé sérieusement à élever une race de chevaux dans cette île, et y trouver ces ressources militaires qu'on y cherche depuis longtemps : c'est une nourriture abondante qui aurait créé une race forte et nombreuse. On aurait trouvé en Camargue

ces chevaux élastiques, qui font la supériorité du cheval numide.

Je joins en faveur de mon système cette considération à celles qui vont se presser dans mon écrit ; il faut des arguments pour tous les esprits, et tel qui n'oserait reconstruire l'Égypte et chercher ses exemples si haut et si loin, peut vouloir, comme l'Autriche, avoir sa Buckowine, la remonte de sa cavalerie, sur un espace circonscrit, pouvoir, par cette raison, imprimer aux individus un type plus régulier et plus énergique, et profiter d'une circonstance unique du sol et du climat, pour faire bondir le cheval arabe sur nos plages, où il peut trouver à la fois l'immensité du désert, l'Égypte du Delta, et l'Arabie Pétrée.

En étendant les travaux sur le Gardon, et la marge est immense dans les vallées supérieures, Nîmes, déshéritée des aqueducs des Romains, et qui soupire après l'eau, pourrait, par des constructions dignes de ses fondateurs, dignes de cette sagesse municipale qui distingue son administration, avoir recours aux mêmes sources; c'est l'émeraude des eaux décantées dans les lacs qui convient à son industrie.

Mais il est une rivière que nous ne pouvons passer sous silence sans laisser incomplet le plan que nous traçons. L'Ardèche se charge, dans son cours, des plus précieux dépôts : elle court sur des volcans, la pierre ponce flotte sur ses eaux, et la potasse s'y dissout; mais, à peine sortie de son étroite enceinte de roches, elle se précipite dans le Rhône, en baignant quelques îles fertilisées par ses incomparables alluvions. Sur son cours, le développement des bassins serait immense; il faut chercher l'emploi de ses eaux. Mais elle a un grand rôle à jouer : elle peut franchir le Rhône par un aqueduc-pont juxtaposé au Pont-Saint-Esprit, et mêler ses eaux, dans les plaines de Vaucluse, aux eaux du Rhône et des affluents dont nous avons décrit la puissance. C'est grâce au secours simultané de tant d'éléments que nous acquerrons mieux que de l'arrosage des

alluvions variées qui créeront le plus parfait des sols. Le sable du Rhône, les argiles calcaires de nos Alpes dauphinoises, les débris volcaniques de l'Ardèche, viendront concourir à former des miracles de végétation. Ainsi ce n'est plus le hasard aveugle qui disposera du théâtre de notre industrie agricole, nous appellerons sur le sol toutes les combinaisons utiles à son exploitation ; à notre voix, léger ou fort, compacte ou perméable, le sol, docile aux inspirations du génie, modifiera ses formes et ses qualités. Ce n'est plus sur une vaine étendue que nous établirons notre empire, mais sur des éléments dociles, prêts à prendre un corps et une vie ; ce n'est plus à la sueur du front ni au claquement du fouet que le sable et la marne viendront se marier sur les champs, mais au simple courant des ruisseaux, au murmure de la cascade, sous l'atmosphère rafraîchie, à l'ombre d'un feuillage plus vert, à l'aspect d'une nature agrandie, d'un pays régénéré, qui viendra déposer le témoignage qu'une ère nouvelle est ouverte, que l'homme désormais s'associe à la création, qu'il n'est plus le proscrit vivant en proscrit la hache à la main, mais l'héritier légitime, et que l'heure de la rédemption a sonné.

Je ne puis ici qu'indiquer les travaux sans les décrire; tant de considérations élevées se pressent dans mon âme, en perspective d'un avenir possible, dont les résultats me dominent, que je ne trouve pas le moment de me livrer à ces considérations graphiques qui doivent les déterminer. Ce serait un grand et utile ouvrage que celui qui fixerait et décrirait les lieux, qui donnerait les nivellements, qui cuberait les bassins, montrerait les moyens de construction ; pour le moment, il serait fastidieux de suivre le cours de tous nos torrents, de remonter pas à pas la vallée du Rhône dans tout son développement ; partout les mêmes nécessités se présentent, partout un soleil ardent darde ses rayons, partout un fleuve aérien s'élève de nos sommets et dévore le sol, et partout la terre implore le secours des eaux. Nulle

part l'intégrité primitive du pays n'a été conservée : tous ces affluents qui s'élancent des montagnes roulent leurs ondes sous les mêmes conditions : rapides à leurs sources, leur cours se ralentit, se joint à l'ancien lit d'un lac dont on a brisé l'écluse, d'où il s'élance encore en chutes et en rapides pour arriver au confluent. C'est une loi uniforme qui régit leurs destinées : les mêmes accidents se rencontrent partout, au Roubion, à la Drôme, au Vela; il faut les étudier et les faire concourir à la reconstruction primitive; c'est là la grande tâche imposée à la civilisation moderne, si elle veut entrer dans les voies progressives du bien-être.

Pour sentir toute l'importance des travaux que nous venons d'indiquer, il faut se convaincre d'un grand principe, c'est que les produits des sols sont la source la plus sûre des richesses des nations, et que ces produits ne sont jamais plus abondants que lorsque l'humidité d'un pays est en juste proportion avec sa chaleur; en sorte qu'humidité × par chaleur = végétation. Ce sont donc ces deux agents, ce sont leurs rapports exacts qui doivent guider l'agriculture rationnelle dans ses opérations, et les travaux qui précéderaient la pondération de ces forces seraient des travaux infructueux, qui n'apporteraient que des résultats imparfaits, tels que ceux pour lesquels l'énergie humaine est maintenant vainement prodiguée.

Là où la chaleur manque, la tâche devient difficile; on est jeté dans le système des abris, des couches, des serres, on devient jardinier; mais là où l'humidité manque seule au terrain, une carrière immense s'ouvre au cultivateur, l'eau est là au-dessus de toutes les combinaisons : voilà donc le grand principe, la chaleur et l'eau; plus ces deux éléments réunis se montrent avec énergie, plus la proportion de leurs forces sera exacte, et plus le règne végétal prendra de développement.

Sous les tropiques, inondés des rayons du jour et d'effroyables pluies, les plantes se succèdent sans interruption,

et donnent le maximum des richesses végétales; près des pôles, ou sur les Alpes, un gazon frêle et ras, quelques plantes en miniature, viennent marquer le dernier degré de la végétation. Entre ces deux extrêmes, tous les pays rationnellement conduits doivent se ranger, par leur ordre de richesse et de puissance, selon leur latitude; mais, quand la proportion est rompue, que l'une des conditions de prospérité vient à manquer, c'est en vain que les bras de l'homme sollicitent un sol condamné : la chaleur sans humidité fait le désert, l'humidité en excès fait le marais, pays déshérités, contrées où la race humaine cherche vainement à s'établir, et où elle lutte sans cesse contre le dénûment et la maladie.

L'Angleterre, la Belgique, le nord de la France, semblent placés dans cette position où l'équilibre naturel s'est établi, où le climat dispense l'humidité et la chaleur dans une proportion exacte. C'est cette circonstance qui a placé ces contrées à la tête de la civilisation moderne, civilisation terre à terre, développement qui ne doit rien à l'intelligence, création fortuite, où l'homme n'est entré que par le concours de ses forces physiques, mais qui a placé néanmoins ces pays en avant des nations méridionales, qui n'ont point cherché à équilibrer leurs moyens. Toutefois une chaleur médiocre, une humidité médiocre, n'y auront développé qu'une richesse médiocre; mais là où la chaleur est excessive, où des moyens sagement préparés peuvent proportionner, sur une large échelle, les deux agents principaux de la végétation, on a à prétendre à un développement supérieur.

J'ai vu le dépit se peindre sur des faces anglaises en voyant nos riches prairies : l'insulaire, dans son esprit calculateur, supputait en silence ces brillants produits; il faisait un amer retour sur sa septentrionale nature; il voyait d'un œil exercé la portée de la question; il estimait la puissance qui jaillirait un jour de cette disposition du sol et du climat.

Mais, si le Nord jouit naturellement de ses avantages, si

les saisons préparent pour lui toute la somme de richesse dont il peut disposer, s'il doit sa supériorité actuelle à la proportion exacte des éléments constitutifs de la production, le Midi ne peut prétendre à son entier développement que par des travaux spéciaux que les circonstances de sa latitude rendent indispensables. Deux d'humidité, multipliés par deux de chaleur, font bien quatre; mais quatre d'humidité, multipliés par quatre de chaleur, font seize : voilà le Nord, voilà le Midi, quand le Midi aura accompli sa tâche.

Un Anglais vint me consulter, un jour, sur un domaine qu'il possédait en Cornouailles, à l'exposition la plus chaude de l'Angleterre; il voulait avoir des raisins. Ma réponse fut celle-ci : Faites des abris, noircissez votre terrain et les murs de vos terrasses, amendez avec des cailloux de couleur foncée; mais, si j'eusse pu lui dire : Vous avez un réservoir de chaleur, ouvrez une écluse de feu qui attiédira votre climat glacé; avec quelle joie il serait retourné dans sa patrie! avec quel zèle il se serait mis à l'œuvre! Et nous, devant nos pressants besoins, sous notre ciel d'airain, sur notre sol pétrifié, nous qui n'avons qu'à nous baisser et à prendre ce que la Providence a répandu partout, nous usons indolemment de quelques filets d'eau légués par la civilisation italienne, nous essayons niaisement une charrue ou un assolement anglais, nous nous perdons en puériles bagatelles, nous déployons une énergie immense pour courir en insensés dans un cercle vicieux de travaux et d'insuffisants produits, et nous savons cependant où sont cachés les trésors, où sont les armes, pour sortir victorieux de cette lutte d'esclaves!

En voyant les étonnants changements apportés à la valeur du sol par un procédé aussi simple que l'irrigation, en voyant ce moyen, pour ainsi dire, mis à la portée de tous, et si sottement dédaigné, on est tenté de se demander où est cette intelligence humaine dont nous sommes si fiers, où est cette civilisation dont nous croyons toujours avoir atteint le

terme : cette intelligence se perd en vaines combinaisons ; elle n'a su ni prévoir ni préparer l'avenir: cette civilisation est à refaire, car elle nous a été léguée par des barbares; elle court après des richesses qu'un système faux ne saurait produire. Les travaux dont l'Égypte porte encore l'empreinte, ceux dont on rencontre les traces en Perse, et qui annoncent un vaste système d'irrigation, nous disent qu'un grand pouvoir s'est établi jadis sur le principe créateur que nous invoquons; et la ruine des cités, et la misère des peuples qui errent dispersés sur ces canaux comblés ou démolis, nous disent aussi que ce principe seul avait fécondé tant de forces. Ce principe, parti des bords des fleuves sacrés, des jardins de la création, du culte des fontaines, du respect druidique, des bois, que sais-je? de tout ce que la sagesse antique avait accumulé d'idées conservatrices pour défendre la noblesse du monde des attentats de la barbarie, refoulé maintenant par la force brutale organisée, n'a laissé que ces vestiges, qui sont la leçon des peuples, et qui, en caractères immenses, déroulent l'avenir. Toutes les prospérités antiques, toutes les civilisations méridionales qui ont pris quelque consistance, reposent sur ce riche système d'irrigation, en Égypte comme en Perse, comme chez les Romains, qui consacrèrent tant de soins aux travaux hydrauliques, et chez lesquels, nous l'avons vu, leurs plus grands orateurs, leurs hommes politiques, plaidaient pour la rosée du ciel et l'humidité des campagnes.

C'est le souvenir de l'antiquité, c'est le moyen âge, dépositaire de ces traditions, qui placèrent sur notre sol ce germe que je voudrais aujourd'hui développer. Ce qui arrêta ses progrès, c'est qu'une civilisation nouvelle, s'élançant à son tour des bords de la Baltique, toute fondée sur la force, n'espérant rien de l'ingratitude du sol, mais se confiant en l'énergie humaine, est venue briser la civilisation antique, et que les usages septentrionaux ont fini par prévaloir et imprimer leur caractère au reste de l'Europe : cette in-

fluence a été funeste au Midi, elle l'a égaré dans le dédale de l'industrie moderne et des procédés artificiels, pour le faire sortir du système large, calme et fructueux que l'Orient lui avait légué.

Ainsi s'expliquent la résistance et la répugnance de nos colons pour entrer dans les voies étrangères que les théories modernes voudraient leur ouvrir; un vague sentiment traditionnel leur rappelle leur noblesse déchue; ils savent qu'ils appartiennent à une autre civilisation que celle qu'on vient leur imposer; la fierté du Gascon n'a pas d'autre origine. On a beau proposer à nos paysans les plus parfaits assolements, aidés des meilleurs instruments, ils savent qu'ils peuvent avoir mieux que cela; et quand, dans leurs volontés jusqu'ici impuissantes, nos gouvernants ont laissé entrevoir la possibilité d'un canal d'irrigation, que des travaux préparatoires de nivellements ont été ordonnés, comme les sympathies populaires se sont groupées autour de l'idée fécondante! C'est que, quoique la culture irriguée n'existe ici que par échantillon, qu'il ne soit encore employé que de faibles moyens, il y en a assez pour voir la supériorité de ce système sur tout autre. C'est par lui qu'on obtient la fraîcheur constante et proportionnée à chaque climat, les engrais sans soins, les combinaisons de terrains sans frais, les produits sans travaux, l'entretien et la netteté du sol sans instruments, la richesse et le repos, la vie matérielle et la vie intelligente, s'élançant de la même source, et venant prendre les justes proportions qu'elles doivent avoir dans tout corps social bien ordonné.

Il n'est aucune culture qui ne retire avantage de l'irrigation; toutes, à des degrés différents, en réclament le concours Les arbres arrosés prennent un développement rapide; c'est sur les frais terrains de nos îles du Rhône, c'est sur les rives de la Durance, c'est au fond des vallons des Cévennes et sur les bords des ruisseaux, que le mûrier prend ces dimensions prodigieuses qui peuvent élever sa récolte à 15 et

20 quintaux de feuilles. Les arbres n'endurent pas, dans cette position, cette insumption de suc qui, à la canicule, arrête leur végétation et les jette dans la langueur; leurs progrès sont d'autant plus rapides, qu'une humidité constante vient se combiner à une chaleur plus excessive.

Mais c'est sur la culture des prairies que se manifestent les forces relatives des climats; c'est dans leur exploitation que le Midi peut revendiquer tous ses avantages. Le grain, au midi comme au nord, mûrit sous certaines conditions de chaleur, qui, une fois accomplies, amènent la maturité, un peu plus tôt, un peu plus tard, selon la latitude, ce qui n'apporte pas grande différence dans le produit réel. Mais dans une végétation incessante, comme celle des prairies, l'herbe pousse tant que la chaleur dure et que l'humidité l'accompagne. On obtient ainsi un nombre de coupes proportionné au climat, qui détermine exactement la puissance de chaque contrée. Ces avantages sont les résultats de l'irrigation, qui vient équilibrer ces facultés, quand une humidité régulière, aménagée par l'intelligence de l'homme, vient sans cesse joindre ses effets à ceux de la chaleur. Les saisons peuvent être irrégulières et intempestives, même sous les climats les mieux pondérés; mais les réservoirs de fertilité, remis aux mains savantes de l'homme, proportionneront les secours aux besoins. Chez nous, l'élément régulier est la chaleur, les époques fixes de toutes nos récoltes en font foi, il échappe à notre puissance; l'élément irrégulier est la pluie, qui varie de 1 à 3; mais c'est à cet élément incertain que nous pouvons substituer la certitude de notre action.

Je crois n'avoir point laissé de doutes sur les effets de l'arrosage; il triple, il décuple, il centuple nos moyens, selon les circonstances : l'étendre à toute la surface de nos plaines, de nos vallons, de nos plateaux élevés, c'est amener sur le pays une abondance jusqu'alors inconnue; c'est changer radicalement la base de notre existence, la nature de nos travaux, nos rapports sociaux. Cherchons à soulever le voile qui

couvre cet avenir, osons sonder la profondeur du problème et démontrer que là seulement résident ces biens qu'on cherche par d'autres voies, l'égalité, la liberté, la paix et la rédemption de la matière.

> Considérez comme croissent les lis des champs : ils ne travaillent point, ils ne filent point, et cependant je vous déclare que Salomon, dans toute sa gloire, n'a jamais été vêtu comme eux.
>
> (S. Matthieu, ch. vi, v. 28.)

Mon frère possède, à Orange, 10 hectares de prairies, qui rendent annuellement 5,000 fr.; il possède, dans une autre partie du même territoire, 20 hectares, affermés 1,000 fr. Le rapport du produit de l'hectare, dans ces deux circonstances, est de 10 à 1. C'est le terrain de la même plaine; le mode de culture et l'arrosage en changent seuls la valeur : un homme et son cheval suffisent et au delà à l'exploitation de la première propriété; deux ou trois hommes, quatre chevaux, toutes les forces d'un ménage rustique, sont employés à l'exploitation de la seconde. Il résulte donc ici de l'arrosage une immense abondance relative, par rapport au terrain, une économie notable par rapport aux hommes employés. Ainsi la première conséquence de l'équilibre des éléments producteurs, les premiers résultats de l'arrosage, sont l'abondance des produits.

Qu'avons-nous vu, quand un produit industriel ou agricole a été rare? Nous avons vu les consommateurs tendre la main pour l'obtenir et le producteur ne l'accorder qu'au prix le plus élevé possible. Qu'avons-nous vu, quand un produit a été abondant? Le producteur esclave, pressé de réaliser, recevoir la loi du consommateur. Ainsi l'abondance détruit la suprématie de la propriété; le roi devient esclave. Demandez

aujourd'hui au producteur de vin, en Languedoc, quel est le maître de lui ou du soldat qui, pour ses 5 centimes, boit le vin, non au cabaret, mais sous les portiques, dans les salles du propriétaire ; et que de grandes ombres se révolteraient, si elles étaient témoins du changement radical que l'abondance d'un produit seulement a jeté dans la société!

M. *Syriès de Mayrinhac* annonçait, un jour, à la Société d'agriculture de Paris, que la France produisait trop; il avait raison dans son hypothèse aristocratique. Un maire de la Restauration me disait : Une année d'abondance, mon cher monsieur, voilà une mauvaise année : le paysan ne manquera de rien, il sera insolent, il se croira autant que nous. Tout mon principe était développé dans ces paroles. Au bout du compte, la vie et le vêtement sont les besoins indispensables de l'homme; quand il craint de manquer de ces nécessités impérieuses, il se soumet à tout pour les obtenir.

Mais produire les biens en telle abondance, qu'aucun ne voie la possibilité d'en manquer, c'est détruire une des causes les plus puissantes de servitude, et, si cette abondance n'établit pas complétement l'égalité, elle élève tellement l'échelle sociale, qu'on peut, sans dégradation, se trouver aux premiers degrés. Il faut bien, d'ailleurs, qu'il reste quelques vanités. C'est la vanité qui va à la rencontre du bien-être, c'est la vanité qui fait l'avant-garde du confortable, qui taille nos habits, qui suspend nos voitures, qui orne nos demeures; elle crée ces commodités qui ne tardent pas à devenir vulgaires, et puis l'armée rejoint l'avant-garde, et les tirailleurs rentrent dans les rangs. Mais ces vanités mêmes sont des symptômes de misère qui disparaissent devant l'abondance: ce sont partout les privations qui donnent les désirs insensés. Qui est-ce qui, chez nous, tire vanité de boire le plus généreux vin du monde? Cette vanité est laissée au montagnard, qui s'en enivre, parce que son sol n'en produit pas et qu'un grand prix est attaché à cette consommation. Produire en profusion tous les objets de consommation, c'est rendre de

plus en plus impossibles ou puériles les distinctions fondées sur la vanité.

Nous ne ferons pas comme les Hollandais, qui, aux Moluques, détruisaient l'excédant de leurs récoltes d'épiceries pour ne pas en avilir le prix et conserver ainsi la position stationnaire; nous ne redoutons pas l'abondance, mais nous cherchons le procédé qui la fixe, qui l'étende à tous les produits : elle cessera d'être un cas forfuit, elle se développera non accidentellement, dans telle ou telle circonstance, mais toujours; mais sur la généralité des objets de consommation, nous l'obtiendrons par la meilleure et plus juste combinaison des forces naturelles. Ce que la simple force de l'homme et des animaux n'a pu produire, la puissance des machines d'un côté, et, de l'autre, l'emploi intelligent des ressources du monde, le produiront à coup sûr.

Eh quoi! un peu de mucilage et de fécule, quelques muscles d'animaux, quelques dépouilles de plantes, suffisent à la nourriture et au vêtement de l'homme : on peut créer, par un simple moyen, ces substances en tas, en montagnes, et vous demanderiez toute une vie pour en arracher un lambeau? et toutes ces nobles facultés, déposées dans notre sein comme un témoignage de la grandeur et de l'intelligence de Dieu, se résoudraient, dans nos associations, à quelques transformations de matières?...

Ce n'est, toutefois, que dans les pays méridionaux, où se développe plus complétement l'abondance, que le sentiment d'égalité peut prendre plus de force : la féodalité y avorta complétement, et c'est dans l'Italie du moyen âge qu'on a vu les démocraties modernes. Mais le Nord, luttant sans cesse contre un univers sauvage, a dû régulariser ses forces; car, pour lui, la paix, c'est encore la guerre contre un sol ingrat; or régulariser les forces de l'homme, c'est créer les supériorités : on a appelé cela de la dignité. Il a fallu un nom pour couvrir tant de misères, pour déguiser cette impuissance de faire participer chacun aux dons d'une nature

généreuse, et le Nord, qui peut quelquefois aussi revendiquer des libertés, parce que le Nord a les loisirs des longs mois d'hiver pour méditer et formuler ses pensées, restera toujours sous l'empire des castes, parce que l'abondance indéfinie y est une impossibilité; mais tout système aristocratique, basé sur la possession, ne peut nous être imposé, nous ne saurions même le comprendre. Que peuvent être pour nous les illustrations? Que nous importe que, sur le steppe ignoré, tel ou tel soit à la tête d'un plus nombreux troupeau et que quelques bipèdes affamés se soient serrés sous son bâton pastoral? Pour nous, il n'est point d'illustration, si elle ne se lie à un progrès social, et pour de tels progrès il faut une nation : c'est du concours de tant d'individus que jaillit quelquefois une pensée féconde, et de là sort aussi la gloire, qui est la louange des peuples libres. Les suffrages d'Athènes valent l'adoration du monde!... *Olivier de Serres* plantant le mûrier et écrivant son théâtre d'agriculture, *Riquet* unissant les mers, *Francklin* brisant la foudre aux mains de Jupiter, *Boissy-d'Anglas* enseignant le nouveau courage qui doit devenir celui des Français : voilà nos illustrations affranchies du sabre et qui traverseront les siècles!

Mais peut-on s'occuper de ces hautes questions de politique et d'économie sociale, sans jeter un regard involontaire sur l'organisation de la population corse? Elle est là comme un monument antique qui jalonne la marche du temps. Tout est changé autour d'elle; elle est restée stationnaire sous une condition de nourriture. Le peuple mange des châtaignes, c'est-à-dire que sa nourriture est basée sur le fruit d'un arbre qui ne peut être ni planté ni cultivé. L'habitant parcourt les bois en automne, et ramasse ce qu'il lui faut pour lui, son cheval, son chien, et voilà son œuvre accomplie : il peut se reposer le reste de l'année, ou plutôt se livrer aux mâles plaisirs de la chasse, dans ce même bois où il a trouvé sa nourriture végétale; s'occuper de ses fac-

tions de village, de ses fêtes, de son culte; tout revêt en lui ce caractère d'indépendance et d'égalité qu'accordent les loisirs et l'existence assurée : il est gentilhomme; il l'est de manières, d'air, de générosité, d'honneur, de foi; l'abondance a fait tous les frais de ce système.

Maintenant, supposez qu'au lieu de cette abondance d'un produit grossier tous les objets de consommation qui font notre envie soient aussi aisés à recueillir que la châtaigne de Corse; que nos arrosages jettent en profusion sur notre sol non des marrons, mais du pain, de la viande, des fruits, de la soie, des laines précieuses; que des forêts couvrent des sols ingrats, indignes de notre culture, et soient remplies de gibier, comme nos lacs de poissons : eh bien, la table serait abondante, les vêtements somptueux, les plaisirs vifs et variés, toutes les habitudes de l'âme et du corps se façonneraient à ce mode élégant; ce ne seraient plus l'indépendance farouche, les loisirs ignorants, les querelles locales, mais l'égalité largement répartie, la liberté éclairée, l'ordre compris, enfin toute la distance du germe à l'arbre développé.

Mais, me dira-t-on, voyez le Milanais : quelle terre mieux arrosée? quel pays mieux initié dans votre système? Une irrigation magnifique et constante y abreuve les plus riches prairies de l'Europe : une faux, un râteau, un chariot, voilà tous les instruments; fumer, faucher et recueillir, voilà toutes les opérations; et ce pays est, sans doute, le plus riche de sa latitude, car ici 250 kilomètres d'étendue arrosés assurent la vie presque sans travaux et régularisent les revenus. Quelle est la ville où, comme à Milan, trois mille voitures peuvent parader, le dimanche, sur les promenades publiques, et où le luxe de New-Market se renouvelle chaque jour? Eh bien, la Lombardie n'a-t-elle pas ses haillons?

Je ne répondrai qu'un mot : la terre est substituée, la masse de la nation est mise hors du droit commun; tout ce qui a conservé ses droits y jouit d'une plénitude d'existence

qu'on aurait peine à retrouver ailleurs. Une loi barbare, une loi de conquête, telle qu'on la dicte quand on tient le pied sur la tête, oppose un mur d'airain aux conséquences du meilleur principe.

Ces chevaux, qui brûlent le pavé, sont nés dans le riche comté de Kent; le cocher est Allemand, l'heyduque Esclavon, le jockey Anglais et le coureur Basque : et l'Italien n'a point de place ici, à peine a-t-il le droit de manger à la porte les restes de l'étranger; il est prêtre ou cicerone, ou pis encore, où, tout à la fois, un principe méconnu jette une nation dans l'opprobre.

Mais un principe vrai, comme celui sur lequel nous fondons ici notre avenir, défend la société tout entière; il empêche que jamais l'équilibre soit rompu : ainsi l'indépendance, que la propriété générale a donnée aux paysans de Vaucluse, ne leur permettra pas cependant d'être seuls régulateurs du marché; mon écrit sur les machines leur a révélé le secret de leurs forces; ils n'ont point eu recours à l'émeute pour fixer leurs tarifs, ils ont serré leurs rangs et pris avantage de leur position; ils ont obtenu un prix élevé de leur journée par la seule force d'inertie. C'est que les écrits tracés en présence des faits ne peuvent passer sans retentissement; ils s'adressent bien à une réalité; la force croissante des travailleurs possédants est envahissante chez nous. Quel remède opposer à cette propension de la main-d'œuvre? Sera-ce la force brutale des lois d'exception? Invoquerez-vous l'action féodale? vous retrancherez-vous derrière les majorats, et proscrirez-vous ainsi la libre appropriation du sol? Est-ce sur de tels crimes sociaux que vous établirez votre défense? Non, c'est sur l'invocation des forces de la nature, sur leur combinaison intelligente; il faut les appeler dans la concurrence, il faut les mettre aux prises avec la force musculaire, et l'intelligence viendra, à son tour, régulariser le marché. C'est l'eau qui deviendra l'arbitre de la question. C'est en triplant, en décuplant, en centuplant,

comme à Sorgues, la valeur du sol ; c'est en récoltant dix au lieu d'un ; c'est en se reposant sur les prairies, un simple râteau à la main, c'est en se confiant à ce mode de culture, qui produit le plus avec le moins de travaux, qui donne le *maximum* des forces végétatives de chaque latitude, que la grande propriété, à son tour, repoussera les conditions onéreuses du marché.

C'est œuvre de bon citoyen de provoquer cette lutte des intérêts; plus elle sera vive, et plus nous aurons obtenu la seule défense possible des classes possédantes et la juste garantie de tous. La grande propriété peut ainsi licencier son armée travaillante, sans avoir recours à la violence aristocratique et barbare des seigneurs écossais, et les travailleurs, possesseurs de terrains, peuvent augmenter leur aisance en concentrant leurs travaux dans les limites de leurs champs. Ainsi s'établira la division naturelle de l'industrie agricole : tous ces produits, qui ont besoin des détails de la culture, viendront se grouper sur la petite propriété; et les vastes pâturages, cette garantie de l'avenir, et les bois, régulateurs des sources et des climats, viendront, sur la grande propriété, rétablir l'harmonie naturelle.

Je ne dois point terminer ce chapitre sans repousser une objection : on me dira que l'abondance, en multipliant les individus dans la proportion des produits, ne fera qu'empirer nôtre position.

Mon pays, il faut le dire, est entré le premier dans la voie régénératrice de l'extrême division du sol et de la propriété générale; de sorte qu'à moins d'être l'enfant trouvé de l'hôpital, tout le monde y possède. Là, on est propriétaire avant que d'être ouvrier, et l'on désire, avant tout, maintenir cette position à ses enfants. Avec un accroissement de richesse remarquable, la population du pays reste presque stationnaire; les familles y sont peu nombreuses, les mariages tardifs, et presque toujours, chez nos paysans, la femme est plus âgée que l'homme. La contrainte morale, invoquée par

Malthus, a ici son application; s'il y a des exceptions, c'est presque toujours chez des misérables qui n'ont pas d'avenir à léguer. Ce sont les peuples ennuyés et asservis qui s'amusent à faire des enfants. Les montagnardes faméliques du pays de Galles, les Irlandaises, les Allemandes, sur leur tas de pommes de terre, font pulluler l'espèce humaine. Ce sont les nations déshéritées qui, en donnant la vie et deux bras à l'individu, le dotent du salaire, c'est-à-dire de tout ce qu'il pourra jamais obtenir dans ce monde. C'est le salaire hebdomadaire qui oblitère le sens moral des populations ouvrières; pour elles l'année n'a que sept jours : c'est pour la nation agricole seule que l'année a bien trois cent soixante-cinq jours.

Voilà ce qui crée, d'un côté, nos dangers politiques, et, de l'autre, ce bon sens réfléchi, qui est le Palladium de notre existence sociale. Tout ce qui tient à cette nation éphémère, liée aux spéculations à court terme, au mouvement rapide des fortunes, toute cette classe aventureuse, qui influe tellement par sa position dans nos capitales, est menaçant pour la sécurité du pays. On sent en sa présence le besoin d'élever la voix, de s'adresser aux populations agricoles, de rappeler leur importance, de rallier leurs forces, de leur faire comprendre qu'il n'est rien à espérer d'hommes dépendants de circonstances instantanées, qu'on ne peut leur livrer un avenir qu'ils méconnaissent, qu'ils sont bornés à la série passagère des événements de l'année, de la semaine, du jour; ils ne sauraient comprendre ni défendre nos intérêts; et ce n'est pas parmi eux que Henri IV eût choisi son Sully. L'industrie exploite à Zurich comme à Lyon : elle fait les émeutes, mais ne s'associe pas à l'intérêt national. Prenez un almanach d'adresses : les noms allemands, anglais, italiens, que vous y lirez, vous prouveront que la transplantation est récente et que rien n'en garantit la durée. La Restauration, en fixant ses adhérents à Paris, en les rendant capitalistes, en les détachant du sol, a énervé d'un seul coup la vigueur de son parti. Ce sont quelques

paysans du Bocage qui ont porté leurs têtes sur l'échafaud ; citez un indemnisé qui ait ainsi payé sa dette. Si ceux qui prétendaient reconstruire la grande propriété eussent ainsi compris la France, qu'aurait-on fait de ce milliard? on aurait ouvert douze mille kilomètres de canaux d'irrigation, on aurait triplé le revenu des terres sur lesquelles ils eussent été dirigés, et formé par conséquent de hautes positions agricoles, moins riches par l'étendue que par la valeur du sol. Unie au cours capricieux des ruisseaux, leur existence, hors du mouvement des factions, eût été puissante et durable. Il n'y avait là ni spoliation ni faveur, mais un acte immense de bon sens et de patriotisme. Créer des richesses au lieu de les déplacer, c'est la politique rationnelle, qui, pour différer de tout ce que nous avons vu, n'en est pas plus mauvaise ; une fois dans cette voie, le but eût été atteint, car les travaux productifs s'alimentent d'eux-mêmes; mais ce que je dis de ce milliard s'applique à tout ce qui s'est perdu, à tout ce qui se dissipe encore. Que n'aurait-on pas fait de ces forces employées à étendre nos limites, vain avantage qui ne remplacera jamais l'intensité des moyens et l'énergie concentrée? Que n'aurait-on pas fait avec les ressources d'une génération telle que celle qui vient de succomber dans nos luttes insensées, avec cinq millions d'hommes fixés sous les drapeaux de la civilisation, et dix milliards dissipés en fumée, et la force croissante que les moyens auraient acquise de nos pacifiques conquêtes, le développement de l'intelligence et l'anoblissement de l'homme associé à la création?

LOISIRS, RELIGION, LIBERTÉ.

Combien de temps une pensée,
Vierge obscure, attend son époux !
Les sots la traitent d'insensée ;
Le sage lui dit : Cachez-vous.
Mais, la rencontrant loin du monde,
Un fou qui croit au lendemain
L'épouse, elle devient féconde,
Pour le bonheur du genre humain.

BÉRANGER.

Avignon, dans ce moment, s'alarme de l'ouverture du canal de Provence, qui viendrait partager les eaux de la Durance. Je n'entrerai point dans cette querelle locale; on pourrait cependant dire : Voyez ce que l'étiage laisse couler au Rhône, et que le nouveau canal se règle sur la quantité qui se perd ainsi pour l'agriculture. Mais Avignon dit : Vous attentez à nos droits; notre territoire ne sera plus arrosé; il deviendra une garigue, une lande. Avignon regarde comme lande tout ce qui ne l'arrose pas; pour Avignon, la France est une lande.

Le fanatisme avec lequel cette ville professe le culte de l'arrosage, l'exagération même de ses prétentions, l'œil jaloux dont elle envisage la question, tout annonce qu'elle a vraiment apprécié les avantages de notre système, et qu'il est devenu pour elle une condition d'existence. N'est-ce pas à lui qu'elle doit la facile culture de son sol, cette aisance qui se manifeste partout, et dans les constructions, et dans ces physionomies heureuses, et dans ces complexions harmonisées, dans le goût des plaisirs, dans la pompe du culte? Ne se voit-elle pas à l'élégance des vêtements, à la soie, à l'or des parures, au pas rapide des chevaux, au luxe des équipages? Tout cela, c'est du bonheur, et il est fondé sur sa véritable base; il est, nous n'en doutons pas, le fruit de l'irrigation.

Mais, loin de borner le bienfait, nous devons chercher à l'étendre : ce n'est pas seulement la Provence qui a à revendiquer les eaux de sa seule rivière ; mais le canal de Mérindol, déjà si habilement tracé, doit recevoir son accomplissement. Pernes et Carpentras, et une foule de lieux, ont aussi leurs droits à acquérir sur la Durance; et, au lieu de livrer le combat des lions aux bords de la source expirante, qu'on aille explorer le cours de la rivière, qu'elle entre dans notre système, et ce ne sera plus l'étiage qui réglera les entreprises, mais la moyenne annuelle. C'est ainsi que la Durance est appelée à jouer un rôle immense et qu'elle échappe à la fausse mesure des esprits circonscrits.

J'allai ce printemps à Cavaillon, et là j'appris tout ce qu'on pouvait faire de ses eaux. Les blés, immergés pour la troisième fois, avaient atteint la hauteur d'un homme, quand les nôtres épiaient à $0^{m}.60$ de terre. Ces blés ont donné vingt fois la semence; les nôtres n'ont produit que cinq pour un, et, dans les années les plus favorables, la pluie, pour eux, ne remplace jamais l'arrosage; car la pluie s'adresse aux fleurs comme aux racines, et fait avorter les produits, circonstance qui explique cette fertilité du Delta, qui n'a jamais vu crever un nuage. Mais Cavaillon enlève une seconde récolte de haricots, dont la valeur égale celle du blé. Nos terres, brûlées par le soleil, ne peuvent produire de récoltes intercalaires : ainsi c'est une valeur de quarante contre cinq, qu'on peut obtenir sur les champs arrosés ; ainsi, pour obtenir la même quantité de substance alimentaire, on y cultive huit fois moins de terrain. Sur des sols toujours frais, la culture devient un jeu, et les sept huitièmes des forces employées pour faire le pain de la France pourraient être dirigées ailleurs.

Voilà, d'un côté, de vastes champs ouverts à l'industrie agricole; voilà le système pastoral qui peut s'établir à côté de la charrue; et voilà les grands loisirs, réclamés par l'humanité, accordés à la classe travaillante : ce n'est donc pas toujours l'intensité des travaux qui donne les produits les

plus élevés, et il est aisé de voir qu'il est d'autres et plus puissants moyens d'accroître les richesses et de jouir plus paisiblement et plus généralement des bienfaits du Créateur. Que deviendrait la société humaine sous ce travail régulier qu'on voudrait lui imposer, que les économistes regardent comme la source unique des richesses, sous la division automatique du travail? une agglomération peut-être aussi active que celle d'une ruche d'abeilles, mais qui ne pourrait compter pour plus que les abeilles dans l'ordre de la création. C'est que l'homme n'est roi que par la pensée; que c'est par elle qu'il s'associe au Créateur, et qu'avoir le temps de formuler cette pensée est un des droits de l'humanité. Ces richesses, invoquées par les économistes, reposent donc sur un principe immoral, qui tend à tirer le plus possible de la machine humaine, même au prix de sa dégradation. On peut déjà voir partout le fruit d'un tel système. Ceux qui ont à peine le temps de dormir prennent quelques délassements vifs et prompts; mais les heures de la méditation n'ont point de place dans leurs vies tourmentées. Ce ne sont point les écrits des philosophes qui ont sapé la religiosité; c'est l'industrialisme, c'est cette tyrannie qui compte les instants, qui couche les heures en compte courant.

Le christianisme, ses fêtes, ses dimanches, ont défendu, pied à pied, le terrain de l'indépendance ; car le joug volontaire d'un culte est de l'indépendance sociale ; mais ce n'est que dans les loisirs d'une exploitation facile qu'on peut retrouver l'esprit et les fêtes du christianisme. Un bill du Parlement reste impuissant au milieu des clameurs de l'atelier et des besoins impérieux de la vie; mais soustraire les sept huitièmes du terrain à la charrue, mais abandonner ces contrées infertiles, qui ne pourront soutenir la concurrence des pays arrosés, et où s'épuise, pour de vains résultats, l'énergie humaine, les réintégrer à la végétation naturelle des bois; mais déshériter complétement et mettre hors de cause ces climats ingrats où l'on forge sans cesse les fers des na-

tions, leur rendre toute lutte impossible, c'est recréer l'ère pastorale et tout le repos et le bonheur qui en sont la conséquence. Tout cet édifice repose sur ce principe si fécond en richesses et en idées morales, sur ces deux éléments de la végétation, la chaleur et l'eau, qu'il faut mettre en présence : toute l'action sacramentelle est là, toute la religion, toute la politique; l'homme n'est plus l'artisan, il est le prêtre.

L'eau était, pour les anciens, l'image de toutes les prospérités. C'est pour de l'eau que le peuple de Dieu se révolte dans le désert, et Moïse y fore le premier puits artésien. Il parle sans cesse de la fraîcheur des vallées, de la pluie : « Le « pays dont vous allez prendre possession n'est pas comme « le pays d'Égypte d'où vous êtes sortis, où, quand vous aviez « jeté la semence, il fallait ensuite l'arroser avec le pied (sans doute avec la noria, comme font encore les esclaves sur tout le littoral de l'Afrique), au lieu que le pays dont vous « allez prendre possession est un pays de montagnes, natu- « rellement arrosé par l'eau qui tombe du ciel; l'Éternel en- « verra là des pluies sur vos terres, dans la première et dans « la deuxième saison, en sorte que vous ferez toujours des « récoltes de vin, de froment et d'huile; vous aurez de quoi « manger et vous rassasier, et je ferai naître l'herbe pour « votre bétail. »

Mais la conquête fut loin de réaliser toutes ces espérances. Il n'en put naître que cette culture arbustive qui a conservé le nom de culture chananéenne. Elle prouve que l'humidité fut médiocre, que les longues racines des arbres durent la puiser profondément dans les entrailles de la terre; les pasteurs devinrent jardiniers, la république devint monarchie. Le législateur n'avait point accompli toutes les promesses qui étaient les conditions indispensables du traité : une multitude, occupée sans cesse, devint esclave de la domesticité, et dut résigner ses pouvoirs. Ainsi les institutions de Moïse durèrent tant qu'il commanda à un peuple pasteur, vaincu et dispersé. Ce même peuple recouvre la vigoureuse em-

preinte de son origine; il pend sa harpe aux saules du rivage, et n'oublie pas ses chants; mais, enchaîné à la glèbe d'un sol ingrat, il méconnaît forcément les principes de son organisation primitive, il demande un roi, et rentre sous le régime de ses voisins, soumis aux mêmes nécessités. Ce n'est plus le peuple des loisirs, le peuple des cérémonies, des assemblées publiques, des holocaustes, des repas publics; il a son roi en punition ou en conséquence de son travail; et cela est tellement vrai, que, quand une partie de nation s'affranchit du travail, elle réclame son indépendance; il s'établit en sa faveur des distinctions, des droits, des priviléges plus ou moins caractérisés en faveur des loisirs; ces affranchissements partiels sont bientôt un obstacle à l'émancipation générale, en rendant plus intenses les efforts de la partie occupée.

Un homme qui réfléchit sur l'organisation sociale n'a donc pas besoin d'aller fouiller les codes pour concevoir l'état politique d'une population. La nature du travail et des occupations doit toujours lui en rendre compte; car, sans loisirs, il n'est pas d'indépendance. Quand on est bien pénétré de ce principe, ce n'est qu'avec pitié qu'on peut voir les peuples, enlacés dans les chaînes de l'esclavage industriel, songer à la république. La civilisation manufacturière nous presse trop de ses flétrissantes étreintes : ne voyons-nous pas, par elle, la dégradation physique et morale faire des pas effrayants? Qu'on aille aux lieux de son triomphe, aux ateliers de nos grandes cités, à ces vastes hôpitaux où les générations vont s'engloutir; qu'y verra-t-on? un peuple condamné à un travail incessant, chez lequel rien ne peut se développer, si ce n'est quelquefois un muscle, un membre, un organe, tandis que tout le reste s'atrophie et périt. Pour être républicain, il faut être libre de fait, il faut être affranchi du travail journalier. Les républicains de Paris s'obtenaient à quarante sous par jour; c'est ainsi qu'on eut un forum. Il faut, pour participer au gouvernement et aux mouvements

politiques, avoir les loisirs qui permettent d'agir dans des vues générales. C'était une forte aristocratie que ces citoyens d'Athènes qui passaient leur temps sur la place publique ou dans les jardins d'Académe, et remettaient à des esclaves le soin de leurs travaux. C'était une aristocratie bien impérieuse que celle qui dominait à Sparte sur le peuple des ilotes.

C'est donc par l'aristocratie que nous pouvons nous élever au niveau de ces lois libérales qui ont devancé notre civilisation. Mais notre aristocratie, à nous, est ouverte à tout le monde; quand nous recourrons à l'intelligence, nous nous reposerons sur les forces naturelles prodiguées autour de nous : nos ilotes, c'est l'air animant la voile, c'est le feu vivifiant seul l'atelier, c'est l'eau arrosant et fécondant nos champs; et, quand ces éléments constitutifs de la production, quand ces forces, toujours agissantes, seront partout, alors l'humanité sera reine du monde. Mais faire de la liberté avec les esclaves de l'argent, c'est une jacquerie, ce sont des saturnales, de pitoyables mascarades; c'est amener la brutalité dans l'arène politique et préparer ces lendemains où l'impitoyable nécessité se présente avec son visage inflexible.

Ainsi c'est une erreur profonde que celle qui veut moraliser par le travail; il dompte un peuple comme la charrue dompte le coursier, en détruisant son énergie et ses plus nobles facultés.

Et, si l'on me demande quelle a été la fin de ces républiques de trente mille citoyens, je dirai : La fin indispensable de trente mille combattants jetés au milieu d'un univers barbare; ils ont succombé sous l'effort des peuples jaloux, sous la nature même de l'esclavage auquel ils avaient confié leurs travaux; ils ont été absorbés par des éléments étrangers et nombreux qui les entouraient. Il n'en serait pas ainsi de trente millions de citoyens se reposant sur les forces créatrices du monde.

Dans les temps modernes, ce sont des peuples placés dans

des circonstances particulières de culture qui ont pu prétendre à la liberté. Qu'est-ce que la Hollande? un comptoir, un peuple marchand, qui a ses travailleurs aux Indes. Perd-elle ses possessions australes, le travail augmente-t-il sur son propre sol, Guillaume n'est plus stathouder, il est roi.

C'est parce que l'Angleterre a cent millions d'esclaves répandus sur la surface du globe, c'est parce qu'elle a soumis les mers, c'est parce qu'elle emprunte aux machines des millions de bras, que, malgré son organisation féodale, elle n'est ni allemande ni russe. Réduisez-la à ses limites, et l'homme libre disparaîtra de son sol. Ses richesses ont républicanisé ses allures. Toutefois ne sondons pas ses plaies, ne soulevons pas ce voile brillant qui couvre tant de douleurs; ne visitons pas son vaste hôpital de Manchester, car là se retrouve encore l'ilotisme de Sparte. Si le concours de tant de forces ne constitue à l'Angleterre qu'une indépendance équivoque, c'est que la conquête n'y a rien perdu de sa violence, que le vieux Guillaume y vit encore tout entier; c'est qu'un grand principe s'y trouve blessé, la libre appropriation du sol, sans laquelle la force relative des individus s'établit d'une manière fausse, et parce qu'un tel état perpétue au pouvoir les races vieillies, dont aucune lutte ne réveille l'énergie et l'intelligence et que des habitudes de castes séparent toujours plus de la nation, jusqu'au jour où le divorce s'accomplit au flambeau des guerres civiles.

Si la démocratie s'établit dans quelques cantons suisses, c'est là où la culture pastorale crée à la fois l'égalité et les loisirs; elle est récente et turbulente chez les vignerons du canton de Vaud, et l'industrie de Zurich, de Bâle et de Genève est un symptôme certain de dissolution : en Amérique, jusqu'ici, l'espace est la garantie de la liberté.

Maintenant la France tente une grande et glorieuse expérience; elle veut baser sa liberté sur l'égalité générale, aspect nouveau qui n'avait point frappé les regards du monde. Réussira-t-elle? Oui, si elle base l'élévation de ses citoyens

sur une nature obéissante, si elle fonde leur indépendance sur la soumission des éléments, si elle dompte l'air, l'eau, le feu, et qu'elle dise : Voilà mes esclaves!

Si l'abondance crée l'égalité en comblant l'abîme immense ouvert entre le producteur et le consommateur, les loisirs seuls font la liberté. Ce bien, si vivement désiré et qui fait vibrer tant de cœurs, ne peut être savouré qu'avec toute une existence, il ne supporte pas de partage; c'est une passion forte et généreuse; mais, comme toutes les passions, elle est exclusive et jalouse.

J'entends les oisifs, ceux qui mènent ici-bas une vie nonchalante, s'alarmer sérieusement des loisirs que je réclame pour l'humanité tout entière; leurs faibles esprits s'inquiètent de ce que feront les masses quand un système nouveau viendra les soulager du travail, quand elles ne seront plus attachées à la glèbe des champs ou aux chaînes de l'atelier. Elles feront ce que vous faites vous-mêmes. Leurs travaux seront mêlés de plaisirs; heureuses à leur tour sur la terre, elles s'attacheront à une vie douce et à l'ordre qui la leur garantit; elles jouiront du bonheur, du repos, du soin de la famille; elles s'assoiront aussi au foyer domestique et savoureront ses douceurs; il surgira de cette masse, non quelques élans de pensées, mais un monde de conceptions, qui recevra de la multitude un type tout national. Ainsi cette époque redoutée, cette époque mal comprise, cette époque de loisirs, sera la noble réhabilitation de l'espèce, le triomphe des Arts, du Forum et de la Religion.

RÉGULARITÉ DES PRODUITS, ORDRE PUBLIC.

> Son peuple sanglote, ils cherchent du pain,
> ils ont donné ce qu'ils avaient de plus précieux
> pour de la pourriture.
>
> JÉRÉMIE, *Thren.*, I, 11.

Les plus grands bienfaits, répartis inégalement, ne font qu'apporter le trouble dans la société; une aumône inconsidérée ruine un malheureux; les plus riches produits du sol peuvent devenir le fléau d'une contrée, s'ils sont le résultat d'un cas fortuit.

En 1816 et 1817, deux récoltes immenses de vin furent payées en Languedoc un prix extraordinaire : le revenu égala la valeur du sol; on fit des folies qui ont été payées par un long repentir. La culture des prairies artificielles, si incertaine dans nos climats, en jetant la perturbation dans les exploitations rurales, en donnant naissance à des entreprises sans portée, soumises à l'intermittence des climats, a été une des sources les plus constantes de la gêne des fermiers. Mais l'arrosage, en réglant un des éléments essentiels de la végétation, règle, on peut le dire, la société tout entière, en disposant de l'élément le plus irrégulier, qui, dans nos climats, varie de 1 à 3, et qui, même dans son *maximum*, est insuffisant pour la culture des prairies, pour cette culture qui est l'échelle exacte de la force végétative de chaque contrée. L'arrosage est le régulateur des climats, la garantie des produits; or l'irrégularité est la source de toutes les vicissitudes; c'est elle qui donne aux possesseurs une fausse idée de leur position réelle, qui les jette souvent dans d'inextricables embarras; elle amène les variations d'entreprises, qui rendent aussi l'existence du travailleur incertaine; elle crée ainsi le désappointement du maître et de l'ouvrier, prélude des commotions politiques.

Joseph profite de sept années de disette pour fonder le pouvoir absolu sur la ruine des Égyptiens; il crée ses greniers d'abondance et échange ensuite son blé contre leur liberté. Il obtient, la première année de pénurie, leur argent, puis leur bétail, puis leurs terres, enfin leur propre individualité. Ainsi s'établit, sur la base d'une longue calamité, la tyrannie d'un gouvernement; tout se trouve aliéné après cette funeste période; le passage de l'abondance au dénûment change radicalement l'état politique d'une nation; mais aussi, de même que l'hiver et la disette de 1709 avaient ébranlé la puissance de Louis XIV, 1789 et les désastres de son hiver précèdent la Révolution française, et l'hiver de 1830 prépare le peuple des campagnes à une commotion politique. C'est que les hivers rigoureux engendrent la famine, que ces malheurs sont les plus affreux qui puissent atteindre un peuple, et que les malheurs font désirer les changements. Mais, avec les ressources étendues de notre commerce, les maux ne peuvent être que passagers ; ils exaspèrent les populations sans les abattre; et, s'il fallait sept ans aux Égyptiens pour perdre leur liberté, trois jours renversent une dynastie. Ainsi c'est le pouvoir, aujourd'hui, qui est le plus intéressé à régulariser l'état de la nation, à entrer dans les voies d'ordre que je lui trace. En vain il inscrirait sur ses bannières *ordre public*, s'il ne s'emparait du perturbateur de cet ordre, de cet élément incertain et fugitif, mais indispensable à la production ; le répartir également, faire que chaque année se ressemble, c'est devenir le dispensateur des biens, la providence des nations ; c'est agrandir l'œuvre et l'influence du pouvoir, et réveiller en sa faveur ces sympathies qui sont une condition de durée.

Le Haut-Dauphiné est tellement détruit par la disparition des bois, qu'un fonctionnaire de ma connaissance, résidant à Barcelonnette, passait les soirées d'un long hiver dans une étable à vache, à faire sa partie avec le sous-préfet et le

procureur du roi : ils trouvaient là une chaleur naturelle, la seule qu'il soit possible d'obtenir dans ce pays dépouillé. Et c'est au milieu de nos Alpes que se passent de telles scènes! Ainsi un acte d'imprévoyance amène la barbarie dans toutes les habitudes ; mais attendez encore, et ces tristes douceurs seront même ravies, et l'homme ne pourra plus même se chauffer à l'haleine du bétail ni à la fermentation du fumier L'érosion des montagnes fera disparaître ces restes de végétation qui alimentent les animaux, et la population humaine, expulsée, descendra le cours des eaux pour mendier aux lieux où le sol natal aura été transporté; mais la dégradation sera successive ; elle est commencée partout, de vallées en vallées, de bassins en bassins ; elle finira par chasser du sol entier ces tristes bipèdes qui n'ont pas compris les lois de leur existence. Où est le remède à tant de maux? Il est dans l'arrosage, dans les retenues, dans les atterrissements ; c'est du bord de nos lacs que s'élancera la végétation des bois : elle gagnera pied à pied le terrain, et pourra s'élever sur le flanc des montagnes ; sinon, attendez des siècles, des centaines de siècles, et, dans l'absence de l'homme, la mousse s'élèvera sur le lichen, les saxifrages sur la mousse ; puis l'arbuste, puis l'arbrisseau, puis le chêne.

Dans un voyage au milieu de ces contrées désolées, je m'arrêtai dans un petit village situé au revers septentrional de la montagne d'Angel : la maison de mon hôte était vaste et solidement construite ; la charpente était de très-bon bois, cependant pas un arbre n'avait frappé mes regards, et tout transport lointain me paraissait impossible par les sentiers de chèvres que j'avais parcourus. J'interrogeai mon homme ; il me dit que les larges flancs de leurs montagnes étaient, dans sa jeunesse, couverts des plus beaux sapins. C'est avec eux qu'on avait construit sa maison ; maintenant les habitants font des voûtes, ils ne peuvent étendre leurs constructions, et, quand le menu bois manquera même pour cuire la

chaux, ils creuseront le rocher, ils deviendront Troglodytes, ils auront descendu toute l'échelle de la civilisation. Ils ont eu, en revanche, du blé quelques années sur les pentes de leurs montagnes ; et puis la terre a été entraînée à la rivière, et la rivière a joint le Rhône, et le Rhône la mer. Quelle ressource reste-t-il alors pour la conservation du monde ? les grands assolements de la nature, ces cataclysmes qui jettent les sommets aux abîmes et les abîmes aux sommets.

Les nouveaux champs conquis ont disparu, les anciens champs, privés de la protection séculaire des bois qui les avaient garantis jusqu'alors, sont ravinés de toutes parts. On ne retrouve plus ces sangliers, ces lièvres, ces bartavelles, qui venaient changer les repas en fêtes, et dont la poursuite avait été le plaisir des rois. Les champs déchirés ne donnent plus les récoltes accoutumées. On a eu recours à la pomme de terre, et cette culture unique aura bientôt remplacé le gibier, la viande et le pain. Le pain, qu'on a poursuivi sous toutes les formes, ne sera pas même accordé : la population, resserrée dans un territoire qui fuit à la mer, a recours à la pomme de terre, qui, sur la même étendue du sol, présente quatre fois plus de ressources alimentaires que le blé. Quelle ressource !... la ressource des Irlandais, des Polonais, de tous les esclaves.

Nous venons de voir nos Dauphinois manger d'abord du gibier ; pressés par le désir d'envahissement, défricher les bois et étendre leurs champs de blé ; puis nous avons vu leur marche rétrograde devant la dévastation des eaux, la perte des champs acquis, la destruction des champs héréditaires, l'introduction forcée de la pomme de terre. Cet art de destruction fut regardé, dans le temps, comme une grande liberté conquise ; mais les fruits sont ceux de toute liberté remise aux mains de la sottise : elle produit un état que la tyrannie oserait à peine imposer.

Maintenant, comment peut-on sauver ce pays ?..... Supposons un lac sur la rivière, à la partie supérieure de la

vallée ; supposons que les prairies verdoient sous son influence, que les arbres croissent sur ses rives : eh bien, le lac régularise le torrent; les sóls encore existants, menacés de destruction, sont sauvés; les arbres arrêtent les éboulements, le lit de la rivière ne s'exhausse plus, on ne craint plus qu'il prenne un niveau supérieur aux terres. Les prairies arrosées nourrissent du bétail, en attendant que le gibier suive la progression des bois qui s'étendent de proche en proche ; le poisson reparaît dans les eaux plus tranquilles du lac et de la rivière ; les blés succèdent, par intervalles, aux prairies, et prennent ce développement qui assure le pain avec huit fois moins de travaux que par la culture classique. L'aisance est dans le village, sous l'économie de l'espace et du temps. On établit une usine à la chute régulière des eaux, et l'industrie, telle que nous la concevons, n'empruntant rien aux bras, vient couronner l'édifice de notre régénération. Voilà la viande, le gibier, le poisson, le pain et même la pomme de terre, qui couvrent la table champêtre, voilà les joies du dimanche, les coups de fusil de la forêt, les filets de la pêche, la vie, le mouvement, l'aisance, le bonheur, la dignité, le repos. L'histoire de *Bouvière* serait alors l'exemple du monde.

Mais qui commencera ces travaux? Est-il possible que des paysans découragés ou de faibles associations reconstruisent la nature primitive? Non. Il faut qu'un premier lac élève ses eaux, qu'il soit entrepris comme une œuvre nationale et philosophique, avec toutes les conditions du succès. Il faut que l'exemple soit donné par ceux qui peuvent; et le succès d'un premier essai en fera naître un second, et la progression s'établira, et les intérêts éclairés se réveilleront; le département, la ville, les sociétés; les individus, entreront successivement dans une voie d'amélioration. Attention, hommes du pouvoir, c'est un champ de gloire que je vous ouvre; il y a là la conquête du monde.

Le Nord ne comprend pas l'arrosage; ses sources sont au

ciel, sa nature est glacée; un équilibre mesquin s'est établi sur son univers avorté. Pour concevoir nos conquêtes, il faut connaître ce soleil qui tombe d'aplomb, il faut avoir habité sous ses rayons, il faut avoir foulé une terre de feu, brisé l'herbe desséchée sous ses pieds, et avoir vu succéder à la canicule ces pluies méridionales qui viennent déchirer la terre.

Quel sera le rédempteur qui marchera à ces glorieuses conquêtes? L'héritier des Pharaons, le maître de la terre modèle des irrigations, accomplira-t-il sa tâche civilisatrice? donnera-t-il ses leçons au monde? mettra-t-il partout en présence ces deux éléments de la vie qui se rencontrent chez lui avec tant d'énergie? Sera-ce aux mystères de l'Égypte que nous irons nous initier?

Mais il est une nation dont le rôle est de secouer l'univers; elle l'a parcouru dans tous les sens. Quand elle pose les armes, elle ne fait pas un mouvement, elle ne pousse pas un cri qui ne retentisse à ses extrémités; et les peuples se disent : Que fait-elle?..... C'est d'elle seule que peut partir l'impulsion; il faut de grandes entreprises aux descendants de ces Gaulois qui couvrirent la terre de leurs armes, dont l'histoire est un long duel avec le monde, à qui il faut de la gloire à tout prix. Qu'ils sentent que cette gloire des champs de bataille est devenue vulgaire, qu'ils l'ont enseignée en tout lieu; et, quand une population entière, une population comme la nôtre, aura mis son orgueil dans ces travaux d'ordre et de régénération, qu'elle aura compris cette grande architecture naturelle qui doit ramener le monde à sa construction primitive; quand elle aura attaché son nom à cette œuvre immense, comme les nations viendront se grouper autour de ces monuments d'intelligence! La feuille légère des codes peut être livrée aux vents; mais l'œuvre solide de la régénération, fondée sur le roc des montagnes, parlera à tous les yeux, excitera les sympathies populaires, et le culte sacré des fontaines peut, sans provoquer les sarcasmes, être renouvelé des Grecs.

C'est alors que la France pourra suivre cette propagande dont on s'est occupé trop tôt; on ne fera plus la conquête d'Alger avec trente mille hommes et les misères d'une nation appauvrie, mais avec tous les moyens d'une civilisation vigoureuse. La barbarie sera refoulée dans le désert, et, quand les lacs seront dans l'Atlas, quand ces régulateurs indispensables auront changé les torrents en canaux, qu'ils viendront mesurer l'eau à la plage brûlante, quand le sol africain recevra cette juste proportion d'humidité et de chaleur, quels résultats ne doit-on pas attendre des sources des montagnes mariées aux feux du tropique? Mais, jusqu'alors, qu'aurions-nous à apporter aux populations orientales, à ceux qui sont pasteurs de troupeaux et non gratteurs de terre, à ceux qui montent les meilleurs chevaux du monde, et chez qui les Romains allaient chercher la pourpre de leurs empereurs? changeront-ils le noble turban pour le feutre, ou les tissus de l'Inde pour notre frac boutonné?

Nous sommes loin encore de pouvoir donner des leçons aux autres; nous avons partout à apprendre : soit que de nos Alpes dépouillées nous nous enfoncions dans les forêts de la Suisse et de la Savoie, soit que nous entrions en Belgique ou que nous franchissions le détroit, nous n'avons pour nous, nous n'avons pour modèles que quelques lambeaux arrachés par la violence à nos voisins, l'Alsace, la Flandre, le Comtat, et la culture de nos vignes. Tout le reste porte l'empreinte de notre esprit destructeur, et ce n'est pas sous de tels auspices qu'on acquiert les sympathies du monde.

En jetant les regards sur la France, il est aisé de voir qu'une grande destruction a été consommée. L'habitude presque exclusive du pain en a été le principe; nos travaux inconsidérés, notre sobriété, tout ce que nous regardons comme les vertus caractéristiques de notre nation, n'a abouti qu'à la dégradation du sol. La culture du blé s'est élancée aux montagnes; un instinct de conservation arrêta un moment; on hésita à porter la hache sur les forêts séculaires;

mais ce pouvoir aveugle qui posait des bornes à Paris n'en a point mis aux dévastations. C'est avec une rapidité effroyable qu'elles ont été accomplies depuis Louis XV jusqu'à nos jours; chacune de nos perturbations politiques est venue redoubler l'attentat, et la hache des faisceaux populaires s'est jointe aux dissipations des cours.

J'ai vu le Buis, ville romaine, qui jusqu'alors avait existé avec sécurité aux bords de l'Ouvèze, être obligé de se couvrir d'une digue énorme qui date de cette époque de dévastation. Dès ce moment fatal, les rivières sont changées en torrents; les eaux des plus fortes pluies s'écoulent en vingt-quatre heures, et laissent un lit qui, par son immensité, atteste l'intermittence des courants. Tous ces ponts romains d'une seule arche ne sont plus en proportion avec de telles crues et témoignent du changement radical qui s'est opéré depuis leur construction. C'est qu'on a précipité nos trésors à la mer, pour qu'après avoir ajouté du pain à du pain le ciel se dessèche, le sol se pétrifie, et que le désert, mais le désert affreux, sans eau, sans arbres, sans animaux, brûlant et silencieux, succède à cette nature équilibrée, telle que le Créateur l'avait faite; et cet avilissement de la nature, ces forêts abattues, ces herbages déchirés par le fer, on appelle cela du travail! on donne le nom de vertu à cette diabolique activité! Mais ce travail a désorganisé la création ; les racines de ces arbres soulevaient le sol, elles l'ouvraient à l'infiltration, elles fixaient l'humidité dans le terrain, et étaient comme autant de digues qui s'opposaient à la fuite trop rapide des eaux. Le feuillage arrêtait cette évaporation instantanée qui dessèche nos montagnes; l'ombrage des arbres, toujours verts, fixait, et pour longtemps, ces neiges qui rendent à la terre plus qu'elles n'ont reçu du ciel; car elles forment, à sa surface, ces vastes réfrigérants où viennent se condenser l'humidité de l'air et les vapeurs souterraines. Ainsi s'établissaient sur le sol, et par tous les moyens, les trésors de la végétation; ainsi s'alimentaient les sources qui venaient vivifier l'été.

Mais un autre attentat avait précédé le déboisement des montagnes et commencé la démolition du monde. Soit qu'on eût l'espoir de conquérir une vallée sur l'empire des eaux, soit que le monde ait aussi sa décrépitude, qui s'annonce par ces tristes symptômes, les digues naturelles, qui arrêtaient l'impétuosité des torrents et l'atténuaient en cataractes, avaient disparu. Les lacs naturels, qui fixaient les eaux, qui les faisaient déposer, qui préparaient lentement de fertiles contrées, qui régularisaient et harmonisaient les courants jusqu'à la mer, avaient cessé d'exister. Partout on rencontre des ruptures; nous voyons sur les cartes romaines des lacs qui n'existent plus; sur l'Ouvèze, au-dessus du Buis, le marteau destructeur a laissé sa trace sur le rocher. Il n'est pas un de nos affluents qui n'ait son resserrement, ses piles où la main de l'homme s'est jointe aux convulsions de la nature.

Citoyens de la Suisse, chez qui j'ai appris à connaître la beauté de la création primitive, chez qui j'ai compris le monde, conservez longtemps encore la jeunesse de votre nature. C'est elle qu'on va admirer chez vous, c'est cette œuvre naïve que l'homme n'a encore attaquée ni de la hache ni du marteau. Ne faites pas la conquête d'une province aux dépens de vos nobles lacs; gardez ces vastes réservoirs ; qu'ils disent votre génie conservateur, qu'ils soient longtemps encore le cœur qui vivifie l'Europe; sachez bien que sur vos monts, dans vos vallées profondes, à vos sources nombreuses, repose la vie physique, comme la vie morale, comme l'avenir de l'Europe. Et, quand cette compagnie se présentera, qui doit saigner le Léman, qui viendra arracher à votre pays ses titres de noblesse, repoussez les froids calculs de ses plans; dites-lui que les mathématiques ont couvert le monde d'erreurs; répondez par la vérité de l'imagination à la fausseté des chiffres. Dites-lui que le Rhône ne doit pas être changé en torrent; que le marin de la Méditerranée ne doit point porter sa hache sur vos forêts; que vous ne consentez pas à la destruction de la première vallée du monde; que vous voulez conserver le

plus beau modèle de la création primitive; repoussez le sacrilége de toutes les forces de vos convictions; jamais plus glorieuse croisade n'aura été formée pour la dignité du monde.

Cette vallée du Rhône, ouverte du nord au midi, continuée par la Saône, et donnant la main à la Seine, est destinée à lier deux hémisphères, à devenir la route de Londres à Calcutta; ce n'est que là que peut s'établir la grande communication du monde commerçant. Gênes doit franchir les Appennins et les Alpes pour pouvoir pénétrer en Allemagne; Trieste est environné de montagnes; Constantinople a ses Balkans; Odessa est le poste avancé de la barbarie à cheval; mais Marseille est l'avant-garde de la civilisation, c'est le lien de l'Asie et de l'Europe; son grand rôle est tout dans la direction de la vallée. Ce ne sont que les communications du nord au midi qui peuvent avoir un grand intérêt social, car elles répondent à des besoins de latitude. L'importance de cette vallée n'est ni locale ni française, elle est universelle. N'est-ce pas sur cette ligne électrique qui traverse la France du Havre à Marseille qu'il convient d'abord d'accorder toutes les satisfactions qui dépendent du pouvoir? Elle doit à sa configuration naturelle sa puissante influence. N'est-ce pas d'elle que jaillit et se propage l'étincelle qui ébranle tout le corps social, soit lorsque Paris donne l'impérieux signal, soit lorsque Lyon y répond, soit quand, sur les pas de Barbaroux, Marseille court dicter son altière volonté, ou que, plus tard, l'émeute emprunte sa fougue au caractère méridional? Toujours vous voyez la France se manifester sur cette ligne généreuse ou fatale qui dirige ses destinées. C'est aussi là qu'il faut commencer l'œuvre régénératrice, parer à ces perturbations qui peuvent, en un seul jour, propager la fièvre politique et soulever ces masses puissantes accoutumées à s'entendre et rompues au mouvement des factions.

C'est par des biens réels et matériels que vous moraliserez la contrée en établissant le lac et le chemin de fer, la pro-

duction à côté de la locomotion. De vains discours ne peuvent plus suffire à de telles populations, et le long règne de la parole doit faire place au règne de la pensée.

Et, si l'on me demande quels sont les moyens pour obtenir de si grands résultats, eh bien, si, dans deux ans, la leçon vous venait des rives du Niéper, si la Russie vous devançait dans la marche de la civilisation, comment croyez-vous qu'aurait agi l'empereur Nicolas? il eût envoyé un ordre et deux régiments. Est-ce que nos formes constitutionnelles nous lient tellement les bras, que nous devions renoncer à toute grande entreprise? que nous devions être devancés dans la carrière par des peuples d'hier? Serait-il vrai que la vulgarité citadine nous ait envahis de toutes parts et ait paralysé nos nobles moyens? N'avons-nous pas aussi nos régiments, des soldats qui languissent dans leurs casernes? n'avons-nous pas un budget immense, dispersé dans quarante mille communes, perdu en futilités, absorbé par de stériles détails, sans pouvoir s'élever à l'ensemble des intérêts? Et nous n'oserions pas tenter une expérience décisive! Ah! il n'en sera point ainsi, ou nous marcherions désormais à la remorque des nations!

Il nous faut, sous peine de mort, donner un aliment à l'activité de cette jeunesse française qui court en foule à Paris prendre, avec une instruction plus solide et plus variée, le goût et les habitudes du luxe, et revient, avec désespoir, se consumer sous l'humble toit de ses pères : l'imagination excitée par tout ce qu'elle a vu, elle se replie douloureusement sur elle-même, et la fermentation se propage, et il n'est pas une folie qui n'ait son armée. Vous pouvez doter tant de misères, vous pouvez ouvrir une carrière immense à tant de désirs, à tant de besoins, à tant de talents; vous pouvez attacher au sol ces existences tourmentées; vous avez trois milliards que vos fleuves roulent à la mer; vous tenez dans vos mains l'indemnité du règne de l'intelligence; vous avez en réserve les soldats de la civilisa-

tion; ils connaissent l'histoire des premiers soldats du monde : la deuxième légion vit tout entière à Orange, la septième à Nimes; leurs numéros ne sont point encore effacés. Distribuez l'eau des campagnes; il y a là des dotations, des commanderies, de la gloire pour tout le monde.

Ah! ne vous pressez pas; ne dites pas : Utopie! car l'utopie, c'est demain, c'est ce demain imprévu ; toutes les réalités du jour sont les utopies de la veille, qui, dès la veille, étaient claires pour les esprits clairs, obscures pour les esprits obscurs. Que celui qui connaît le rayon du cercle que nous avons à parcourir nous le dise donc. L'utopie, c'est la montagne russe préparant les chemins de fer ; c'est Bernard de Palissy regardant le couvercle de sa marmite et pressentant les forces de la vapeur; c'est le cristal aux mains de l'enfant, prêt à ouvrir la route des cieux.

DE L'EAU A NIMES

DE L'EAU A NIMES

Je me demandais quelquefois compte de ces hésitations, de ces projets divers, de ces velléités et de ces résolutions avortées, qui, depuis trente ans, tiennent en suspens la population de Nimes. C'est que la question des eaux, bien que souvent posée, a été repoussée par un vague instinct qui semblait prévoir qu'on devait attendre encore.

Renouveler l'œuvre des Romains, se montrer les dignes héritiers de leur gloire, c'est le côté poétique et élégant de la question; mais ce qui suffisait aux exigences de la civilisation romaine reste au-dessous de nos besoins actuels. Ce ne sont plus des bains et des naumachies qu'on réclame, c'est une industrie haletante, ce sont des guérets desséchés qui implorent aujourd'hui les forces de l'élément producteur.

On avait senti l'insuffisance que je signale, quand un projet gigantesque vint, à son tour, occuper les esprits. Il ne s'agissait de rien moins que de dévier le Rhône aux environs de Valence à travers le pays le plus âpre et le plus accidenté, et d'amener ses eaux captives dans la cité romaine. L'on s'arrêtera, et toujours; je l'espère, devant d'insurmontables obstacles.

La mécanique offre aussi ses forces irrésistibles, mais avec toutes ses éventualités, son entretien et ses déboursés journaliers.

De toutes les machines, les plus simples sont aussi les

meilleures. C'est l'étude des niveaux qui, dans les grandes œuvres municipales, offre les moyens les plus assurés, les plus réguliers et les plus impérissables.

Me violà d'accord, en principe, avec ceux qui voudraient reconquérir les eaux de l'Eure ou amener la déviation du Rhône. Là où je diffère, c'est que je trouve l'Eure trop faible et le Rhône trop loin et trop bien retranché, tandis qu'aux portes de Nîmes, à onze kilomètres, et au niveau que l'art voudra fixer, coule dans le Gardon plus d'eau qu'on n'en consommera jamais.

M. Valz, l'astronome, qui est aussi un grand ingénieur, avait proposé, dans le temps, une déviation souterraine du Gardon; et, quelle que fût la longueur du tunnel, la dépense ne pouvait être comparée à celle du dernier projet, qui a occupé et occupe peut-être encore quelques esprits. Je sais la grande cause qui a fait rejeter cette proposition; elle était fondée : le Gardon est un torrent, ses eaux se troublent dans les crues; c'est de l'eau limpide qu'on voulait, et l'on avait raison.

J'avais signalé, à cette époque, la possibilité d'élever un barrage sur le Gardon, en aval du pont de Saint-Nicolas, de relever le niveau de la rivière, de créer un lac charmant et de métamorphoser une nature sauvage. Il est vrai que je n'avais parlé alors que sous le point de vue de l'arrosage des bassins inférieurs; mais le théâtre s'est agrandi : il s'agit sérieusement aujourd'hui de mettre un terme aux dévastations croissantes qui viennent s'abattre sur nos pays; dès lors mon lac hypothétique est bien près de devenir une réalité, car c'est le point le plus caractérisé de tout le cours du Gardon; ce n'est plus un torrent qui coule à vos portes, c'est l'eau décantée, c'est l'azur du lac où vous pourrez puiser sans mesure.

Dix mille mètres de longueur, depuis le pont de Saint-Nicolas jusqu'à Montpezat-les-Uzès, sur une largeur de six cents mètres, donneraient une surface de six millions de

mètres, qui, multipliés par une moyenne de cinq mètres de profondeur qu'on pourrait donner au lac, produiraient trente millions de mètres cubes d'eau. Un tunnel qui débiterait dix mètres à la seconde n'épuiserait ce réservoir qu'en trente-cinq jours environ, en supposant un desséchement absolu de la rivière. Sur le Gardon, l'étiage n'est jamais le desséchement absolu ; mais, à cette époque de la dernière saison et pour remplir leur destination primitive, tous les bassins de retenue devraient être complétement épuisés, prêts à parer aux inondations d'automne.

Jamais un concours de circonstances plus heureuses ne s'était présenté pour la ville de Nîmes. Le gouvernement, par un nouveau système, venant en aide à l'accomplissement du projet, d'autant plus porté à donner un grand développement à ses ouvrages, qu'ils devront être proportionnés aux conditions les plus méridionales, c'est-à-dire pouvoir parer aux pluies torrentielles et instantanées qui constituent le caractère de notre climat ; plus tard, le tribut des syndicats des cours inférieurs désormais garantis, venant coopérer à l'établissement de nouveaux barrages, tous faisant fonction l'un de l'autre et concourant au même but, et l'eau ainsi accumulée, rafraîchie par le système souterrain de transmission ; et puis un pays charmant créé à vos portes, la plus délicieuse des villégiatures avec sa navigation, sa pêche, la fraîcheur, les ombrages, tout ce dont est privé votre pays ; et ce ne sont pas là les moindres biens : la création est un poëme avant d'être une usine utilitaire.

UNE COURSE AU CLAP DE LUC

UNE COURSE AU CLAP DE LUC

Je viens de faire une course au Clap de Luc; là, un immense éboulement de rochers, qui, dans leur chute, affectent les formes les plus accidentées, est venu fermer le cours de la Drôme et former deux lacs superposés qu'on retrouve dans toutes les cartes anciennes.

Encore une œuvre de la nature que les travaux de l'homme ont fait disparaître. Un tunnel creusé dans le rocher ouvre passage aux eaux et reconstitue la triste uniformité du torrent; cette uniformité que la main de l'homme à établie partout lance comme un trait les courants des montagnes aux vallées et produit ces désastres toujours croissants qui viennent ravager nos contrées. C'est aussi sur les pentes rapides qui courent des Alpes à la plaine que la création primitive avait multiplié les obstacles et étendu son système préservateur. Pour parler de ce que je connais le mieux, Aigues, qui apporte parfois un contingent considérable, était barré aux Piles, au-dessus de Nyons, et formait un réservoir immense. L'Ouvèze, au-dessus du Buis, était barré par des rochers, et la main qui les a brisés a laissé encore son empreinte. Le Roubion, qui a menacé si souvent l'existence de Montélimar, se précipite par une étroite issue au-dessous de Saou. Sur tous nos torrents, on retrouve ces retenues naturelles que la décrépitude du monde et plus souvent l'imprudence humaine sont venues aplanir partout; où existait l'arrêt s'est placée l'accélération, et voilà la grande et incontestable cause de ces dangers que nous voyons croître

sous nos yeux, d'inondations en inondations, toujours plus menaçantes et plus destructives.

Voilà la question principale qu'il convient d'étudier; il s'agit de régulariser le débit de chacun de ces affluents du Rhône par des barrages successifs et nombreux, et non pas par un barrage unique qui aurait trop de hauteur, pourrait être renversé et causer plus de maux encore qu'on n'en voudrait prévenir.

Toutes ces rivières, elles-mêmes, ont de nombreux tributaires; c'est là que les tranchées transversales, les enrochements, les claps artificiels, viendraient utilement se placer.

C'est donc par la multiplicité des œuvres plus que par leur importance qu'on atténuerait le danger; tous ces cours d'eau traversent des vallées sauvages aux pentes abruptes que la culture ne peut atteindre; ce sont les points qu'il faudrait choisir; quelquefois on pourrait étendre la limite des réservoirs, et il suffirait pour cela de quelque indemnité pour de misérables cultures.

L'œuvre peut être longue, mais elle est possible; elle est indispensable et d'autant plus encourageante que les fruits peuvent être recueillis immédiatement et successivement, à mesure de l'accomplissement des travaux; combattre la nature insurgée, rétablir l'œuvre de Dieu, insultée si longtemps par notre imprévoyance, discipliner ces forces errantes et les faire concourir à l'harmonie du monde, c'est aussi glorieux, aussi indispensable que de refouler la barbarie dans le désert.

Déjà, au dix-septième siècle, un exemple fut donné aux lieux où la Loire quitte ses sombres vallées et vient se développer dans la plaine du Forez, à Pinnay; Colbert a fait élever un barrage qui atténue encore de nos jours la violence du courant; l'aval a été protégé, autant qu'un ouvrage unique pouvait le faire, l'amont est devenu un pays charmant. Ce n'était là qu'un essai; mais on ne bâtit pas Versailles, l'on ne

fait pas la guerre au monde, on n'assassine pas ses sujets pour s'égarer longtemps dans les voies de l'utile, et Dieu ne permit pas la vraie grandeur à ce roi, puni jusqu'à sa quatrième génération, selon les promesses de l'Écriture.

Si le drainage, cette conséquence d'une nature petite et froide, semble presque exclusivement occuper l'agronomie du jour, quel fruit ne retirerait-on pas de ces réservoirs multipliés dont l'eau accumulée, réchauffée aux rayons du jour et sagement aménagée, viendrait se marier aux ardeurs du soleil du Midi, et produirait ce luxe de végétation qu'on peut toujours se promettre de ces deux éléments de la vie des plantes, la chaleur et l'eau! Ce point, qui, au souvenir de nos malheurs, paraît accessoire, serait bientôt la question principale, et c'est là qu'on trouverait l'ample dédommagement des sacrifices qu'on croirait faire aujourd'hui. Ce n'est pas pour rien que les tzars de Russie voudraient échanger Pétersbourg contre Constantinople; ils contemplent de plus près que nous les antiques civilisations méridionales, qui laissent, après tant de siècles, les traces de leur grandeur; leur puissance reposait sur ce principe, et c'est après avoir arrosé la Mésopotamie qu'on a pu bâtir Ninive et Babylone.

Voyons maintenant dans quelles limites les ouvrages pourront être construits pour atteindre le but sans le dépasser.

L'intéressant travail de M. Vallée viendra servir de base à nos supputations.

Le lac de Genève a 600 millions de mètres de surface; l'arrêt de 86 millions 400,000 mètres d'eau par jour, 1,000 mètres par seconde, n'augmente le lac que de 144 millimètres; cet arrêt, prolongé pendant dix jours, terme suffisant pour parer aux éventualités, n'élèverait le lac que de 1 mètre 440 millimètres, tout au plus la moitié du mouvement annuel qui s'y fait sentir, et ne pourrait, dans aucun cas, causer une perturbation sensible sur ses rives; cet arrêt atténuerait l'inondation de 1 mètre 45 centimètres

à Lyon et de 78 centimètres dans le cours inférieur du fleuve; si, sur les vingt principaux affluents qui forment le cours du Rhône et sur leurs nombreux tributaires, on pouvait mettre en réserve, derrière les barrages que je propose, une superficie égale à celle du lac, l'atténuation serait d'autant plus complète, que ce ne serait plus seulement sur une marge d'un mètre et demi qu'on aurait à agir, mais sur plusieurs mètres, quatre, six, dix peut-être; qu'on aurait ainsi une action tout à fait radicale sur l'inondation, jusqu'à supprimer le courant du fleuve, et que dès lors on pourrait réduire les travaux à des proportions bien moindres, et que la moitié ou même le quart de la surface du lac suffiraient à l'effet utile qu'on devrait obtenir. L'on formerait, en même temps, les réserves puissantes qui assureraient l'irrigation pour le reste de la saison. Des travaux bien moindres à coup sûr que la construction des digues insubmersibles suffiraient à accomplir ce grand acte de civilisation; reconquérir ses plus belles provinces, menacées sans cesse par l'insurrection des eaux, créer d'un autre côté, sur des pentes hideuses, la splendeur des lacs, l'ombrage de leurs rives, le charme des cascades et la fécondité des irrigations, c'est reconquérir la plaine et ressusciter la montagne, c'est créer à la fois une Suisse et une Lombardie, c'est le bois de Boulogne aux flancs de mille coteaux, c'est la richesse et l'abondance, c'est la reconstruction et l'équilibre du monde. Il faut le dire, il y a de nos jours tant de grandes choses exécutées, que ce n'est pas sans espoir que je trace ces lignes; faire ce qui n'a plus été tenté depuis les Romains, c'est une grandeur oubliée qu'il est digne de nôtre âge de faire revivre.

Ce n'est pas qu'on soit resté inactif jusqu'à ce jour; on a endigué les fleuves et accru la force des digues, en raison des forces qu'on avait à combattre; on n'a pas manqué de courage, on a manqué de tactique; à une force aveugle on a opposé une résistance aveugle. On n'agit point ainsi à la guerre: on fait des diversions, on occupe sur cent lieux dif-

férents les forces de l'adversaire, on fait naître l'hésitation, on coupe les communications; c'est en vain qu'en 1852 des masses de socialistes lèvent l'étendard de la destruction; ils ne peuvent réunir en une seule toutes leurs criminelles colonnes; les administrations, les influences locales, les petites garnisons, comme autant de barrages, retiennent ces affluents qu'absorbe le sol même qui les avait vus naître. Ayons donc autant d'esprit pour combattre la nature sauvage qu'on en a montré pour combattre la sauvagerie humaine; et, si l'on n'a pas partout un lac de Genève pour arrêter le danger, créons cette multitude plus puissante, parce qu'elle est partout plus maniable pour agir selon les éventualités, ne défendant pas seulement un point, mais toute la ligne menacée.

Ainsi nous le demandons, profondément pénétré de ces vérités, qu'à vingt ans de distance nous proclamons pour la seconde fois; qu'on fasse les études pour accomplir ce grand acte de rédemption; qu'on les étende sur tous les affluents et sur une surface suffisante pour étreindre le mal; qu'on fasse comprendre à ce pays, toujours prêt à payer sa gloire, que c'est aussi de la gloire qu'on lui demande, que c'est l'insulte sauvage des éléments qu'il est honteux d'endurer plus longtemps.

Ensuite qu'on reboise les montagnes, qu'on circonscrive la pâture; ce sont là des auxiliaires qui viendront sauvegarder les grands travaux, ils viendront en aide à une action plus énergique, mais les effets en seraient trop lents pour la situation; les dangers sont pressants, il faut d'autres moyens, il faut substituer les canons Paixhans et les carabines Minié aux sociétés de la paix. En présence des convulsions du monde, le régime et l'homœopathie sont insuffisants; il nous faut la lancette et le trépan.

FIN

TABLE ANALYTIQUE GÉNÉRALE

DES MATIÈRES

DES SIX VOLUMES DU COURS D'AGRICULTURE

A

Abreuvoirs. Dispositions à adopter, II, 502. — Capacité, II, 503. — Construction des citernes, II, 503, 557.

Abricotier. Culture et produit, IV, 737.

Abris. Définition, I, 195. — Leur objet, I, 195, 476. — Emploi des haies, III, 519. — Influence sur la réverbération, VI, 289 à 293.

Achat Circonstances à considérer dans l'acquisition d'un fonds, V, 270 à 280; 335 à 338. — Achat du bétail, V, 538; — des instruments aratoires, 539.— Circonstances qui doivent guider dans les achats, V, 569 à 577.

Acides. Voyez le nom générique de chaque acide.

Actinées. Pronostics météorologiques, II, 379.

Age de la charrue. Définition, III, 147.

Agents ruraux. Salaire et répartition du travail, V, 382. — Education des agents inférieurs de l'agriculture, V, 411 à 444. — Choix des agents divers attachés à la ferme, V, 556.

Agriculteurs. Influence de la richesse des populations agricoles sur la valeur de la propriété rurale, I, 419 à 424. — Influence de l'accroissement ou de la diminution des populations agricoles sur la valeur de la propriété rurale, I, 424 à 427. — Historique de la profession d'agriculteur, V, 421 à 430. — Rôle du propriétaire exploitant par lui-même, V, 623 à 627; des propriétaires cultivateurs, V, 627 à 632.

Agriculture. Étendue et limite de cette science, I, 1 à 26. — Marche qu'elle a suivie, I, 3. — Ce qu'elle comprenait chez les anciens, I, 3, 9. — Ce qui la distingue d'un art, I, 4 à 9. — Rang qu'elle occupe parmi les autres sciences, I, 8. — Ses rapports avec l'industrie, I, 9 à 12. — Point où s'arrête la science agricole, I, 13. — L'éducation des animaux fait-elle partie du domaine de la science agricole? I, 14 à 18. — Sciences qui doivent accompagner la science agricole, I, 18 à 24; VI, 6. — Agrologie, I, 19, 27 à 36. — Tableau des études agricoles, I, 25. — Division de l'enseignement agricole en deux ordres, VI, 10. — Partie technique de l'agricu ture, III, 314 à 317. — Phythologie, III, 314. — Partie économique de l'agriculture, III, 317 à 326. — Différentes manières d'augmenter les produits, III, 317 à 319. — Technique, économie et administration de l'agriculture, III, 325. — Travaux périodiques, III, 359 à 364. — Diversité des talents agricoles, V, 430 à 434. — Institut agronomique de Versailles, VI, 9.

Agrologie. Définition, I, 19 à 30. — Généralités, I, 27 à 36. — Applications, I, 33 à 36.

Agronomie. Définition, I, 30; VI, 17. — Division et objet, VI, 17 à 20.

Ail. Sol qui lui convient, IV, 205. — Culture, IV, 205. — Prix de vente et prix de revient, IV, 205. — Reproduction par les bulbilles, IV, 206.

Air. Influence de l'air dissous dans l'eau sur l'alimentation des plantes, I, 120. — Dosage de la quantité dissoute dans l'eau, I, 457 — Détermination de l'acide carbonique mêlé à l'air confiné dans le sol, VI, 90. — Voyez *Atmosphère*.

Ajonc. Emploi pour la nourriture du bétail, IV, 480. — Choix du terrain, IV, 481. — Semailles et culture, IV, 481. — Broyage, IV, 482. — Propriétés nutritives, IV, 483. — Emploi comme engrais, IV, 483. — Prix de revient, IV, 484.

Albumine. Proportion contenue dans le blé, III, 650; dans le seigle, 681; dans l'orge, 697; dans l'avoine, 711; dans le sarrasin, 721; dans le riz, 729; dans le maïs, 749; dans le lait, VI, 24. — Fumure des terres manquant de substances albuminoïdes, VI, 189.

Alcalis. Composition des végétaux, I, 609. — Moyen de reconnaître les terrains dépourvus d'alcalis, I, 609. — Engrais convenant aux terres manquant d'alcalis solubles, VI, 192 à 194. — Moyen de mettre les alcalis à la disposition des plantes, I, 622. — Effet physiologique, VI, 50. — Sels alcalins contenus dans l'eau de pluie, VI, 105.

Alcool. Détermination de la quantité contenue dans le vin, I, 600.

Algues. Valeur et emploi comme engrais, V, 214.

Alimentation végétale. Voyez *Végétaux*.

Aliments. Nourriture de l'homme. III, 51 à 55. — Principes nutritifs, V, 387. — Variation de la composition suivant la température et les contrées, IV, 539; V, 391, 395. — Rations correspondant à diverses sortes de travail, V, 391. — Tableau des principales substances à l'état normal et prix de l'azote, V, 392. — Surveillance de la nourriture des hommes, V, 559 à 565. — Nourriture du cheval, III, 77 à 81; du mulet et de l'âne, 85 à 87; des bœufs, 92; des vaches, 98; des bêtes de travail, V, 398 à 410; des bêtes de rente, 410. — Propriétés engraissante et nourrissante, V, 407. — Surveillance de la nourriture des animaux, V, 565 à 585. — Différence entre les aliments des végétaux et des animaux, VI, 23 à 29.

Alizari. Racine de garance, IV, 253.

Alluvion. Définition, I, 215; VI, 71. — Formation, I, 214. — Composition, I, 215. — Effets du débordement des eaux, I, 216.

Altise. Moyen de destruction, IV, 127.

Altitude. Influence sur la distribution de la chaleur, II, 86 à 89. — Détermination par le baromètre, II, 180. — Influence sur la distribution des pluies, II, 258 à 261; sur le nombre de jours de pluie, 282.

Alumine. Détermination de la quantité contenue dans la terre, I, 57. — Quantité contenue dans les cendres des végétaux, I, 66. — Rôle dans la végétation, VI, 65.

Amandier. Limites de la culture, IV, 689. — Origine, IV, 689. — Culture dans les pays méridionaux, IV, 690. — Composition, IV, 691. — Variétés, IV, 691. — Semis, IV, 692. — Greffe, IV, 693. — Plantation, IV, 694 — Soins de culture, IV, 695. — Récolte des amandes, IV, 696. — Rendement et prix de vente, IV, 696.

Amendements. Définition, I, 434; VI, 121. — Objet, I. 434.

Ameublissement du sol. Loi des assolements, V, 58 à 62.

Amidon. Quantité contenue dans le blé, III, 650; dans le seigle, 681; dans l'avoine, 711; dans le riz, 729; dans le maïs, 749; dans les fèves, 781; dans la pomme de terre, IV, 10; dans la patate, IV, 58.

Ammoniaque. Dosage du carbonate d'ammoniaque, I, 54. — Formation de l'ammoniaque dans l'oxydation du fer, I, 92. — Influence exercée par les oxydes de fer sur les gaz ammoniacaux, I, 93. — Mode de formation dans le sol, I, 122. — Son existence dans l'atmosphère et dans l'eau de pluie, I, 123; II, 36; VI, 100. — Formation dans l'eau de neige, I, 124. — Absorption par les racines et les feuilles des végétaux, I, 125. — Influence des sels ammoniacaux sur la végétation, I, 512; VI, 37. — État dans lequel les sels ammoniacaux doivent être administrés aux plantes, I, 512. — Mode d'action des sels ammoniacaux, I, 513. — Expériences entreprises sur le chlorhydrate, le sulfate et le nitrate d'ammoniaque aux environs de Lille et en Angleterre, I, 514, 515. — Effet des phosphates d'ammoniaque, I, 516. — Convenance d'employer les sels ammoniacaux à la culture, I, 516. — Prix du kilogramme d'azote fourni par les sels ammoniacaux, I, 517. — Absorption de la quantité produite dans l'air, VI, 68. — Quantité contenue dans les eaux d'écoulement des drains, VI, 98. — Formation par l'action des corps poreux sur l'air humide, VI, 102. — Durée d'action des sels ammoniacaux employés comme engrais, VI, 214.

Analyse chimique. Analyse des terres, I, 39. — Choix des échantillons à analyser, I, 39 à 45. — Degré de certitude que donne l'analyse, I, 39. — Procédés d'analyse, I, 43, 44. — Dosage de l'azote, I, 45 à 51. — Analyse des substances solubles dans l'eau, I, 51 à 54; VI, 363 à 369. — Analyse des substances insolubles dans l'eau, I, 55 à 59. — Résumé des résultats de l'analyse, I, 59. — Détermination par l'analyse des aliments convenables aux diverses plantes, I, 492 à 499. — Analyse qualitative des terrains, VI, 361. — Procédés à suivre dans l'analyse d'un extrait de terre

obtenu par l'eau, VI, 369. — Analyse des cendres de végétaux, VI, 372 à 380.
Ane Travail statique, III, 85 — Frais d'entretien et prix de revient du travail, III, 85 à 88. — Composition du lait d'ânesse, VI, 24.
Anémomètre. Mesure de la vitesse des vents, II, 186.
Animaux. Leur éducation rentre-t-elle dans le domaine de la science agricole? I, 14 à 18. — Emploi des chairs comme engrais, I, 519; des débris, 519 à 535; des matières excrétées, 535 à 555. — But des litières, I, 589. — Emploi de la marne en litière, I, 589 — Prix de production des fumiers, I, 675 à 682. — Estimation de la quantité de fumiers produite dans la ferme, II, 500. — Observation des pronostics météorologiques II, 378 à 381. — Voyez *Bétail*.
Apogée Définition, II, 418.
Apside. Définition, II, 418.
Aqueducs. Construction pour les chemins ruraux, II, 567.
Arachide. Composition des tourteaux en azote, I, 574; IV, 173. — Avantages et inconvénients de la culture, IV, 172. — Rendement en huile, IV, 173. — Semailles, culture et récolte, IV, 174.
Araignées. Pronostics météorologiques, II, 380.
Araire. Voyez *Charrue*.
Arbres. Limite géographique de la culture de différentes espèces d'après M. Schouw, II, 320, 321. — Importance des plantations auprès des bâtiments ruraux, II, 458. — Transplantation, III, 512 à 514, 523 à 538. — Greffe, III, 542 à 547. — Pincement, effeuillaison, écimage, taille et ébourgeonnement, III, 547 à 558. — Calcul de la longueur de l'ombre pour la plantation, IV, 770. — Terres qui leur conviennent, VI, 355 à 357.
Arbustes. Avantages et inconvénients de la culture, IV, 512 à 518. — Système des cultures arborescentes, V, 201 à 209. — Partie du capital d'exploitation à affecter aux cultures arbustives, V, 482. — Système à adopter pour ces cultures, V, 517. — Terres qui leur conviennent, VI, 355 à 357.
Arbustes. Propriétés de la terre qui en provient, I, 208. — Emploi pour les couvertures, II, 556.
Argile. Définition, I, 63. — Proportion contenue dans le sol, I, 63. — Influence sur la végétation, I, 64. — Action sur l'ammoniaque, I, 64. — Propriété de retenir une grande proportion d'eau, I, 65. — Imperméabilité, I, 65. — Influence des labours, I, 65. — Caractères des terres argilo-calcaires, I, 279. — Formation des terrains argilo-calcaires, I, 279. — Cultures qui conviennent aux terres argilo-calcaires, I, 280. — Terres argilo-calcaires argileuses, I, 280. — Terres argilo-calcaires, calcaires, tenaces, meubles, inconsistantes, I, 280. — Limon, I, 274 à 279. — Glaises inconsistantes, meubles, tenaces et sablonneuses, I, 287 à 290. — Caractères des terres argileuses, I, 291. — Faculté d'absorber l'engrais, I, 64, 390. — Effets produits par le brûlement de l'argile, I, 625; VI, 318.
Arrachage des racines, III, 568 à 570; — des tiges, III, 570.
Arrosages. Voyez *Irrigations*.
Artichauts. Variétés, IV, 229. — Mode de propagation, IV, 229. — Plantation, IV, 230. — Culture, IV, 230 — Soins pendant la durée de la plantation, IV, 231. — Prix de vente et prix de revient, IV, 232.
Assolements. Pratique dans l'antiquité, V, 6. — Préceptes de Virgile V, 7. — Formule d'après Columelle, V, 8. — Pratique au moyen âge, V, 9. — Progrès en Flandre, V, 9; en Vénétie, V, 10. — Assolement de Tarello, V, 11 à 15. — Les assolements aux seizième et dix-septième siècles, V, 13. — Principes posés par Thaër, V, 14 à 17. — Expériences de M. de Voght, V, 17 à 19. — Introduction des expériences chimiques, V, 19. — Expériences de MM. Boussingault et Payen, V, 22 à 25. — Détermination de la faculté épuisante des cultures, V, 25. — Antipathies supposées des plantes, V, 26 à 38. — Hypothèse de l'antipathie des plantes d'espèces différentes les unes pour les autres, V, 39 à 41. — Théorie basée sur la variété des aliments des plantes, V, 42 à 46. — Hypothèse de MM. Macaire et de Candolle sur les déjections excrémentitielles des plantes, V, 46 à 50. — Hypothèse de Rozier, fondant la théorie des assolements sur la forme des racines, V, 51. — Théorie fondée sur l'action des racines sur le sol, V, 52 à 56. — Loi dérivant de la nécessité d'ameublir le sol, V, 58 à 62; de nettoyer le sol, V, 62 à 66 — Loi dérivant de l'épuisement du sol, V, 67 à 84. — Lois dérivant des forces disponibles pour les cultures, V 88 à 93; du produit des cultures, 93 à 105; des avances à faire pour les cultures diverses, 105 à 108; des moyens de réalisation des récoltes, V, 109 à 115. — Ordre dans lequel les plantes doivent se succéder, V

115 à 122. — Lois météorologiques des assolements, V, 122 à 131. — Récapitulation des lois, V, 131. — Examen de quelques formules : Huntingdon, V, 132; Suffolk, Edinburgh, Aberdeen, 134; — Kensington, Wurtemberg, 135; Alsace, Belgique, 136; pâturages du Holstein et du Mecklembourg, 137. — Assolements italiens, terrains arrosés et terrains secs, V, 138 à 140. — Assolements de Roville, V, 141 à 144; de Grignon, 141 à 146; de Grandjouan, 147 à 149. — Parties du capital à affecter aux assolements avec prépondérance de produits à vendre, V, 480; avec prédominance des fourrages consommés, 481. — Système à adopter pour l'assolement continu, V, 514 à 516.

Assurances. Détermination de la prime d'assurance, I, 360. — Valeur de l'amortissement par tête de bétail, V, 416.

Atmosphère. Constitution, II, 29. — Composition, II, 30; VI, 62. — Constance de la proportion d'oxygène, II, 30. — Poids total, II, 36. — Eléments variables mélangés à l'air, II, 31. — Acide carbonique, II, 32 à 35; VI, 62. — Ammoniaque et acide nitrique, II, 35 à 37. — Sels transportés par les vapeurs aqueuses, II, 37 à 39. — Poussière terreuse, II, 39. — Produits hydrogénés, II, 40 à 42. — Miasmes, II, 42 à 44. — Constatation des matières organiques, II, 44 à 46. — Précautions à prendre dans les lieux infectés, II, 46. — Transmission des rayons solaires, I, 183; II, 48 à 50. — Loi de l'extinction des rayons solaires, II, 226. — Table des épaisseurs traversées pour chaque degré d'élévation du soleil au-dessus de l'horizon, I, 185. — Différence entre la température moyenne des corps et la température de l'air, II, 81 à 84. — Rôle de la lumière joint à celui de l'atmosphère dans la végétation, II, 101 à 108. — Quantité de vapeur d'eau contenue dans l'air, II, 108. — Détermination de l'état hygrométrique, II, 111 à 113. — Hygromètre de Saussure, II, 111. — Nature de l'électricité de l'atmosphère, II, 168. — Répartition progressive de la chaleur et de l'électricité, II, 169 — Explication de l'état électrique, II, 171. — Influence des orages sur les éléments de l'atmosphère, II, 235. — Mesure de la pesanteur de l'air par le baromètre, II, 179. — Effets de la pesanteur de l'air sur la végétation, II, 180. — Explication des mouvements de l'air, II, 181. — Courants tropical et polaire, II, 182 à 184. — Courant topique, II, 184. — Courants supérieurs, II, 184. 185.— Marche et caractères des vents, II, 187 à 195. — Détermination de la direction moyenne des vents, II, 195 à 199. — Effets des vents sur la végétation, II, 199 à 203. — Direction générale des vents; distribution selon les saisons; direction selon les heures de la journée; analyse des directions moyennes; force des vents, II, 236 à 252. — Pronostics météorologiques déduits de la transparence de l'atmosphère, II, 383; tirés du baromètre, 386 à 400; tirés du thermomètre et de l'hygromètre, 400 à 405.

Attelage. Mode à employer pour les voitures, III, 267. — Attelage des charrues, III, 268. — Avantages et inconvénients du collier et du joug, III, 270 à 274. — Comptabilité des attelages, V, 610.

Atterrissement. Définition, I, 217; VI, 72. — Composition, I, 218. — Formation, I, 218. — Fertilité des terres, I, 219.

Aubaine. Variétés diverses, III, 607.

Automne. Pronostics, II, 408 à 412. — Température des vents à trois heures, II, 192. — Jours de vent et somme des températures, II, 193. — Direction moyenne des vents, II, 243. — Distribution géographique des pluies, II, 265. — Bandes des pluies d'automne et d'été, II, 266. — Répartition géographique des jours de pluie, II, 281. — Moyenne géographique de la quantité d'eau tombée par jour, II, 298. — Explication des crues d'automne, II, 298 à 300.

Avelinier. Culture, IV, 761.

Avoine. Faculté d'épuiser le sol, I, 325. — Propriétés et usages, III, 706 à 708. — Variétés, III, 708. — Parties constituantes, III, 710. — Engrais, III, 711. — Quantité d'engrais puisé par l'avoine, III, 712 — Convenances météorologiques, III, 713. — Mode de culture, III, 713. — Prix de vente et prix de revient, III, 714 à 717. — Emploi comme fourrage vert, IV, 507.

Azimut. Rapport avec l'échauffement d'un lieu, I, 184.

Azote. Son importance en agriculture, I, 45. — Méthode de dosage, I, 46 à 51. — Formule pour ramener le volume du gaz à 0° et à la pression de 0m.76, I, 48. — Méthode de dosage de MM. Warrentrapp et Will, I, 50. — Composition des végétaux, I, 121; VI, 34. — Formes sous lesquelles il se trouve dans le sol, I, 122 à 125. — Quantité contenue dans différentes espèces de terres, VI, 93. — Origine des matières azotées contenues dans

le sol, VI, 94. — Cause qui les rend latentes, VI, 96. — Emploi des sels contenant de l'azote comme engrais, I, 517. — Quantités de sels contenant de l'azote qui remplacent le fumier de ferme, I, 517. — Forme sous laquelle on doit employer les sels contenant de l'azote, I, 518. — État du terrain après l'emploi des sels contenant de l'azote, I, 518. — Quantité d'azote fournie par les principaux engrais, I, 643, 683 à 685. — Mode d'action des engrais végétaux et animaux, I, 125. — Rôle de l'azote dans l'alimentation des plantes, I, 481, 500; II, 31. — Mode d'absorption par les plantes, I, 121; VI, 35 à 39. — Mode d'absorption par les végétaux de l'azote contenu dans l'air, VI, 68. — Source de l'azote absorbé par les plantes, VI, 395. — Combinaison directe avec l'oxygène de l'air, VI, 395 — Prix du kilogramme d'azote fourni par les différents engrais et les aliments. Voyez *Engrais* et *Aliments*.

Azotique (Acide). Voyez *Nitrique* (*Acide*).

B

Bail. Circonstances dont il faut tenir compte dans la conclusion d'un bail, I, 358. — Manière de contracter le fermage, V, 305 à 317.

Baromètre. Mesure de la pesanteur de l'air, II, 179. — Détermination de l'altitude des lieux, II, 180. — Influence du vent sur les observations barométriques, II, 194. — Pronostics météorologiques déduits des observations barométriques, II, 386 à 389. — Influence de la hauteur barométrique sur les vents, II, 389. — Tableau de la hauteur moyenne pendant le règne des différents vents, II, 391. — Tableau des probabilités du vent qui régnera pour chaque hauteur barométrique, II, 393. — Influence de l'élévation de la colonne sur la chute de la pluie, II, 394. — Observations du rapport entre la hauteur barométrique et les pluies, à Montmorency, à Orange et à Genève, II, 394 à 396. — Pronostics tirés des marées barométriques diurnes, II, 398 à 400. — Pronostics du caractère des saisons tirés de la hauteur du baromètre, II, 405. — Hauteur barométrique pour chaque position de la Lune, II, 419 à 422. — Analogie des courbes représentant la marche du baromètre pour Paris et Carlsruhe, II, 422. — Influence de la lune sur la pression barométrique, II, 420, 424 à 426.

Bâtiments ruraux. Leur valeur locative doit-elle entrer dans les produits d'un domaine? I, 545 — Salubrité de l'emplacement, II, 454, 455. — Humidité du sol, II, 456. — Choix de l'exposition, II, 456. — Élévation au-dessus du sol, II, 458. — Plantations d'arbres, II, 458. — Influence de la configuration du domaine et des prix de transport sur le choix de l'emplacement, II, 459 à 465. — Nécessité de tenir compte des chemins d'exploitation dans le choix de l'emplacement, II, 464. — Proximité des cours d'eau et forage des puits, II, 464. — Résumé des conditions qui doivent guider dans le choix d'un emplacement, II, 465. — Aménagement des bâtiments existants, II, 466. — Dispositions à adopter dans la construction, II, 468 — Proportion des bâtiments et des cours, II, 468 à 472. — Emplacement et distribution des bâtiments d'habitation, II, 472, 473; des bâtiments d'exploitation, 474 à 476. — Importance de la symétrie et des rapports de grandeur des différents bâtiments, II, 476. — Dispositions et capacité à donner aux logements du propriétaire et du fermier, II, 477. — Écuries, II, 479 à 482. — Étables à vaches, II, 482 à 485. — Bergeries, II, 485 à 487. — Loges à porcs, II, 487. — Poulaillers, hangars, II, 488. — Granges, II, 489 à 492. — Greniers à fourrages, II, 493 à 495. — Bâtiments propres à l'éducation des vers à soie, II, 495 à 497. — Celliers, caves vinaires, II, 497 à 500. — Trous à fumier, II, 500 à 502. — Abreuvoirs, II, 502 à 504. — Greniers à blé, II, 504 à 506. — Matériaux de construction, II, 507. — Moellons et pierres à bâtir, II, 507 à 511. — Pierres de taille, II, 511 à 513. — Briques, II, 513 à 515. — Mortier, II, 515 à 521. — Béton, II, 522. — Plâtre, II, 523. — Pisé, II, 524 à 527. — Bois, II, 527 à 529. — Fer, torchis, II, 529. — Choix des fondations, II, 530. — Importance des fouilles, II, 531. — Précautions à prendre dans les terrains compressibles, II, 532. — Solidification et empâtement du terrain, II, 532. — Emploi du béton hydraulique pour les fondations dans l'eau, II, 532. — Emploi de plates-formes, de caissons, II, 533. — Choix de la saison pour l'établissement des maçonneries, II, 534. — Fondations, II, 554. — Soins à prendre dans l'élévation des fondations, II, 554. — Établissement des murs, des portes, des planchers, II, 535. — Épaisseur et résistance des murs, II, 535. — Établis-

sement des cheminées et fosses d'aisances. II, 536. — Établissement des murs en pisé, II, 536 à 540. — Charpentes, II, 540 à 555. — Carrelages, II, 555. — Couvertures. II, 555. — Constructions hydrauliques, II, 557. — Constructions et améliorations des chemins d'exploitation, II, 560 à 568

Battage. Moyen employé chez les anciens pour détacher les grains de la paille, III, 222. — Fléau, III, 224. — Épiquage, II , 224 à 226. — Machines à battre, III, 226 à 233. — Rouleaux, III, 237 à 243. — Comparaisons des prix des différents modes d'égrenage du blé, III, 243.

Bêche. Emploi pour déterminer la ténacité des terrains, III, 108. VI, 312. — Travail comparé à celui du coutre, III, 109. — Perfection du travail de la bêche, III, 185. — Variétés de bêches, III, 186 à 188. — Emploi, III, 192. — Détermination du travail mécanique obtenu avec la bêche, III, 194 à 198. — Forme et dimension à adopter, III, 198 à 200.

Bélier hydraulique. Description, III, 285. — Travail produit, III, 286.

Bergamotier. Variété de l'Oranger, IV, 520.

Bergeries. Dimensions à adopter, II. 485. — Dimensions des crèches, II, 486. — Hauteur, II, 486.

Bétail. Valeur du cheptel relativement au capital d'exploitation, I, 365. — Prix des fourrages appliqués à la production de la viande et du lait, IV, 365 à 369. — Nombre de têtes nécessaires à la conservation des pâturages, IV, 431. — Nombre de têtes entretenues avec le foin par hectare, IV, 411. — Pâturages à la corde, IV, 416 — Détermination des éléments contenus dans le fumier d'après la nourriture des animaux, V, 71 à 76. — Transhumance, V, 166. — Cheptel vivant, V, 356. — Calcul du nombre des animaux à employer sur un domaine, V, 356. — État des journées des bêtes de travail pendant une année, V, 357 à 362. — Choix de l'espèce des bêtes de travail, V, 363 à 369. — Prix de revient des animaux de rente. V, 369 à 375. — Récapitulation du capital de cheptel, V, 378. — Nourriture des bêtes de travail, V, 398 à 410 ; des bêtes de rente, 410. — Ration d'entretien et ration du travail, V, 401. — Taux de l'amortissement formant la prime d'assurance, V, 446. — Achat de bétail, V, 536. — Surveillance de la nourriture des animaux, V, 563 à 565. — Comptabilité des attelages, V, 610; des animaux de route, V, 611.

Béton. Emploi, II, 522. — Composition, II, 522. — Proportions à employer, II, 522. — Fabrication, II, 525. — Emploi du béton hydraulique pour les fondations dans l'eau, II, 532; pour la construction des réservoirs, II, 558.

Betteraves. Éléments constitutifs des cendres. I, 89. — Valeur des pulpes comme engrais. I, 579. — Rapport du fumier à la récolte des betteraves dans les terres fraîches I, 655; dans les terres sèches, I, 670. — Avantages de la culture, IV, 76 à 80. — Variétés, IV, 80. — Composition. IV, 81. — Mode de végétation, IV, 82 à 85. — Terres propres à la culture, IV, 85. — Engrais, IV, 86 à 88. — Semis, IV, 88. — Distance des plants, IV, 89. — Culture, IV, 89 à 91. — Transplantation, IV, 91 à 93. — Transplantation hâtive, méthode Koech in, IV, 93. — Effeuillage, IV, 94 à 96. — Récolte, IV. 96. — Prix de vente et prix de revient, IV, 97 à 100. — Valeur nutritive de la pulpe, IV, 97.

Bigaradier. Variété de l'oranger, IV, 520.

Billons. Définition, III, 389. — Avantages et inconvénients de la culture en billons, III, 392 à 394.

Binette. Emploi, III, 204. — Appréciation du travail, III, 204.

Blé. Composition de la paille, I, 62 ; III, 626; VI. 204. — Éléments constitutifs des cendres, I, 89 à 99. — Richesse des chaumes en azote, I, 566. — Farine et principe ternaire et quaternaire contenus dans le grain, III. 629 à 633 ; VI. 204. — Poids du froment, III, 627 à 629. — Origine du froment. III. 599 à 601. — Variétés ; grains tendres et grains durs, touzelle, seisette, poulard, aubaine, blé de Pologne, III, 601 à 608. — Parties constituantes, III. 624 à 627. — Rendement, III, 633 à 636. — Faculté d'épuiser le sol, I, 325. — Quantité de semence à employer d'après la dose de fumier, I, 314 à 317. — Mode de végétation, III, 608 à 616. — Convenances météorologiques, III, 616 à 624. — Nature du sol propre au froment. III, 636 à 639. — Qualité des engrais propres au froment, III, 639 à 642. — Quantité d'engrais qu'il absorbe, III, 642 à 646. — Sympathies et antipathies du froment, III, 646. — Choix entre les différentes variétés, III, 647 à 651. — Circonstances qui favorisent la culture du froment III, 651 à 653. — Culture du blé de printemps, III, 653. — Blé sur jachère, III, 653; sur défrichement, 654 à 656; sur récoltes jachères, 656; en touffes, 657; en li-

gnes, 658 ; avec irrigation, 659 à 661. — Maladies du blé, III, 641 à 664. — Culture dans les terres fraîches des bords de la Durance, I, 651. — Rapport de l'engrais à la récolte de blé, I, 652. — Valeur du fumier employé à la culture du blé dans les terres fraîches, I, 652 à 655 ; dans les terres sèches, 669. — Prix de revient du froment, III, 665 à 668. — Compte d'une culture de froment, V, 606 à 608. — Construction et aménagement des greniers, II, 504 à 506. — Plantoir à deux anses, III, 105. — Méteil, III, 717 à 719.

Bœuf. Valeur du bœuf comme animal de trait, III, 89. — Évaluation du travail mécanique, III, 89 ; VI, 538 ; — Taille et vitesse de la marche, III, 89. — Travail comparé à celui des chevaux, III, 90 — Travaux qui lui conviennent le mieux, III, 90, 96. — Résistance à la fatigue, III, 91. — Influence de la nature des fourrages sur la préférence à donner au bœuf ou au cheval, III, 92. — Conduite des bœufs, III, 93. — Prix de revient du travail, III, 94 à 96. — Valeur de la force comparée à celle de la vache, III, 98. — Avantages et inconvénients de l'attelage au collier et au joug, III, 270 à 274. — Dépense annuelle des animaux de travail, V, 364. — Travail annuel, V, 366. — Répartition des travaux selon les saisons, V, 528. — Quantité de fumier produite et composition du fumier, VI, 153. — Valeur du fumier, I, 679. — Prix de production du kilogramme de viande, IV, 365 à 369.

Bois. Influence de l'époque lunaire sur la coupe, II, 438 à 445. — Pans de bois et colombages, II, 527. — Importance du choix des bois pour les constructions, II, 527. — Choix des essences à employer, II, 528. — Voyez *Charpentes*.

Bouchures. Avantages et inconvénients, III, 513.

Bourgeons. Emploi comme semence pour la reproduction des plantes, III, 483.

Bouture. Définition, II, 558. — Choix des bourgeons, III, 539. — Préparation du terrain, III, 539. — Profondeur de la plantation, III, 540.

Brebis. Voyez *Moutons*.

Briques. Composition, II, 513. — Qualité, II, 513. — Briques réfractaires, II, 513. — Caractères auxquels on reconnaît leurs qualités, II, 514. — Résistance à l'écrasement et solidité des constructions, II, 514.

Broie. Instrument pour extraire la filasse, IV, 332.

Brouette. Dimensions, III, 276. — Résistance et maximum de travail, III, 276. — Avantages que présente son emploi, III, 277. — Influence des retours à vide sur le prix de transport, III, 277 à 279. 280. — Prix du transport par les brouettes, III, 280 281.

Brouillard. Formation, II, 137 à 139. — Diverses sortes de brouillards, II, 139. — Influence sur la végétation, II, 139 ; VI, 265. — Pronostics météorologiques déduits de l'observation des brouillards, II, 386.

Bruyère. Emploi des rameaux comme engrais, V, 212.

Buis. Emploi comme engrais, I, 555. — Composition à l'état vert, I, 555.

Buttage. Définition, III, 558. 561. — But de cette opération, III, 561. — Accroissement des récoltes, III, 562 — Circonstances dans lesquelles on doit opérer les buttages, III, 563.

Buttoir. Construction, III, 140. — Buttoir de Mathieu de Dombasle et de M. Rozé, III, 141. — Travail mécanique, III, 142. — Résistance de l'outil, III, 143.

C

Cadastre. Emploi des indications du cadastre pour l'estimation des terrains, I, 335 à 339.

Calcaire. Propriétés de la terre qui provient des roches calcaires, I, 210.

Calorie. Définition, I, 25.

Calorique. Voyez *Chaleur*.

Cameline. Rendement, IV, 151. — Quantité d'huile qu'elle contient, IV, 151. — Semailles et culture, IV, 151. — Prix de revient, IV, 152. — Valeur des tourteaux, IV, 151.

Canaux. Circonstances à envisager dans la construction des canaux d'irrigation, I, 445. — Utilité d'une canalisation générale, I, 446.

Capillarité. Définition, VI, 270. — Tableau de la hauteur de l'ascension de l'eau, VI, 272 à 274.

Capital d'exploitation. Intérêts qu'il rapporte, I, 359 — Risques auxquels il est exposé selon les cultures, I, 359 à 364. — Profits du fermier, I, 364 à 366. — Augmentation de la valeur des terres quand les capitaux excèdent les besoins de la culture, I, 419. — Capital représenté par chaque individu, V, 175. — Capitaux indispensables au système des jachères, V, 199 à 202. — Placement des capitaux dans la propriété

rura'e, V, 270 à 280. — Parti s constituantes du capital, V, 324 à 328. — Ses divers emplois, V, 332 à 354. — Capital fixe ou foncier, V, 334. — Acquisition du fonds, V, 335 à 338. — Partie du capital de fonds employée à la mise en valeur du domaine, V, 338 à 348. — Capital nécessaire pour obtenir le maximum de produit, V, 346. — Partie consacrée à l'entretien, V, 348. — Partie du capital de rente employée à la défense de la propriété, V, 350 à 354. — Capital de cheptel, V, 35[illegible]. — Cheptel vivant; bêtes de travail, V, 356 à 363; — animaux de rente, V, 369 à 375. — Cheptel mort, V, 376 à 378. — Récapitulation du capital de cheptel, V, 378. — Détermination du capital nécessaire à l'entretien agricole, V, 459 à 462. — Détermination du système agricole à employer avec des capitaux suffisants, V, 469 à 475. — Choix d'un système agricole d'après le capital disponible, V, 475. — Capital nécessaire à la conversion en prairies, V, 476 à 478; — au système des jachères, V, 479; aux assolements avec prépondérance de produits à vendre et de fourrages consommés, V, 480 à 482; aux systèmes de cultures arbustives, V, 482. — Conservation du capital de fonds, V, 613 à 615.

Capital circulant. Différence avec le cheptel, I, 349. — Il est en rapport avec le genre d'exploitation de la terre, I, 350 à 356. — Difficultés que peuvent présenter ces évaluations, I, 357 à 359. — Fonds de roulement, V, 379. — Partie employée au payement de la rente, V, 414. — Sa répartition dans l'exploitation rurale, V, 380 à 416. — Résumé des frais à la charge du capital circulant, V, 416 à 421.

Caprier. Pays de culture, IV, 588. — Variétés, IV, 588. — Influence des gelées, IV, 589. — Choix du terrain, IV, 590. — Plantation, culture, récolte, IV, 590. — Prix de vente et prix de revient, IV, 591.

Carbonate de chaux. Voyez *Chaux*.

Carbone. Transformation dans la fermentation du terreau, I, 107. — Action des engrais azotés sur les terrains dépourvus de carbone, I, 606. — Procédés pour rendre du carbone aux terrains, I, 608. — Hypothèse pour expliquer la formation des houillères, II, 33. — Quantité de carbone fixée par un hectare de forêts, et d'autres cultures, II, 34. — Phénomène opposé à l'assimilation, II, 34.

Carbonique (Acide). Rôle de l'acide carbonique dans la végétation, I, 479; VI, 29. — Proportion d'acide carbonique contenue dans l'air, II, 32. — Variation de cette proportion pendant le jour et la nuit, et suivant l'altitude, II, 32; suivant les climats, 33. — Consommation de l'acide carbonique par les plantes, VI, 62. — Dissolution de l'acide carbonique par la vapeur d'eau, VI, 64. — Détermination de l'acide carbonique mêlé à l'air confiné dans le sol, VI, 90. — Écoulement de l'acide carbonique dans le sol, VI, 91. — Son absorption par les radicelles, VI, 92.

Cardère. Caractères distinctifs, IV, 221. — Circonstances météorologiques qui favorisent son développement, IV, 221. — Terrains propres à la culture, IV, 222. — Faculté d'épuiser le sol, IV, 223. — Semailles, IV, 223 à 225. — Écimage de la tige, IV, 225. — Maturité, IV, 226. — Ravages des mulots et des rats, IV, 223, 226. — Récolte, IV, 226. — Rendement, IV, 227. — Emploi de la graine, IV, 228, — Frais de culture, IV, 228.

Carie. Maladie du blé, III, 664.

Carottes. Avantages et inconvénients de la culture, IV, 106 à 108. — Sols propres à la culture, IV, 108. — Composition, IV, 108. — Variétés, IV, 108. — Fumure et rendement, IV, 109. — Culture, IV, 110. — Semailles, IV, 110. — Récoltes, IV, 111. — Prix de vente et prix de revient, IV, 112.

Caroubier. Pays de culture, IV, 528. — Emploi, IV, 528. — Limites de culture, IV, 529. — Choix du terrain et culture, IV, 530 à 532. — Rendement, IV, 530. — Poutures et greffe, IV, 531. — Taille, IV, 532. — Récolte, IV, 532. — Attaques du ver, IV, 533. — Prix de vente et prix de revient, IV, 533.

Carrelages. Mode d'établissement, II, 535.

Carthame. Emploi pour la teinture, IV, 217. — Terrain propre à la culture, IV, 218. — Température nécessaire, IV, 219. — Culture et récolte, IV, 219. — Rendement, IV, 220. — Quantité d'huile fournie, IV, 220.

Caséine. — Proportion contenue dans le lait, VI, 24.

Cédratier. Variétés de l'oranger, IV, 521.

Celliers. Dimensions à adopter, II, 498. Place occupée par les cuves vinaires, II, 499.

Cellulose. Quantité contenue dans le blé, III, 630.

Cendres. Leur influence sur les terrains privés de potasse, I, 104. — Composition des cendres de fumier, I, 598. —

Richesse des cendres en alcalis, I, 611.— Composition en alcalis des cendres de plusieurs plantes, I, 612. — Plantes qui profitent le plus de l'application des cendres, I, 613. — Cendres de houilles et cendres lessivées, I, 615. — Composition des cendres pyriteuses, I, 629 à 651. — Effet des cendres pyriteuses sur la végétation, I, 631. — Différence dans la composition des cendres des végétaux, VI. 28. — Matériaux contenus dans les cendres de l'humus. VI, 88. — Richesse en azote, VI, 168; en acide phosphorique, VI, 169. — Analyse des cendres de végétaux, VI, 372 à 375. — Cendres qui contiennent des phosphates alcalins. VI, 375 à 377; — cendres qui ne contiennent pas de phosphates alcalins, VI, 377 à 380.

Cépages. Nomenclature des principales variétés cultivées en France. IV, 607 à 616. — Circonstances qui doivent guider dans le choix des espèces à cultiver, IV, 616 à 622.

Ceps. Distance entre les plants de vigne, IV, 655 à 659. — Mode de formation, IV, 661.

Céréales. Terres qui leur conviennent, VI, 345 à 348. — Valeur des terres dans la période céréale, I, 405 à 410. — Influence de la puissance d'absorption et de conservation des substances fécondantes par les terres, I, 410. — Relations qui existent entre les pluies et les cultures, II, 271 à 289. — Différence entre les périodes de végétation selon la distribution des pluies, II, 305. — Limite géographique de la culture, d'après M. Schouw, II, 322. — Position de la région en Europe, II, 337. — Circonscription de la région, II, 359. — Caractères météorologiques de la région, II, 360. — Rapport de la pluie à l'évaporation dans la région, II, 360. — Agriculture de la région, II, 363 à 365. — Poids moyen du mètre cube des gerbes, II, 489. — Mode d'établissement et de conservation des gerbes, II, 490. — Construction des granges, II, 491. — Instruments employés pour détacher les grains de la paille. III, 221 à 223. — Fléau. III, 224 — Dépiquage, III, 224 à 226. — Machines à battre, III, 226 à 233. — Ventilateurs, tarares, cribles, rouleaux, III, 233 à 243. — Vitesse du vent qui convient le mieux au criblage et au nettoyage. II, 196. — Comparaison des prix des différents modes d'égrenage du blé, III, 243. — Javelage et mise en moyettes, III, 584 à 586. — Précaution à prendre au moment de la récolte, III, 587 à 590. — Motifs qui les ont fait choisir pour base de la nourriture de l'homme. III, 596 à 599. — Soins de conservation, V, 565. — Rats et charançons, V, 565. — Ensilage, V, 566. — Greniers mobiles, V, 567. — Emploi comme fourrage vert, IV, 506.

Cerisier. Fabrication des liqueurs avec les fruits, IV, 777. — Plantation et rendement, IV, 777. — Richesse alcoolique du jus de cerises, IV, 777.

Chair. — Emploi comme engrais, I, 519; VI, 159. — Valeur des engrais de chair musculaire, I, 519. — Emploi des engrais de poissons, I, 519. — Prix du kilogramme d'azote contenu dans la chair, I, 519. — Emploi des pains de creton comme engrais, I, 530. — Composition de la chair musculaire et de la chair cuite, VI, 159.

Chaleur. Propriétés conductrices des terres, I, 161. — Expériences de Schübler, I, 161. — Échauffement des terres par la chaleur lumineuse, I, 162. — Influence de la couleur de la surface du sol sur sa faculté d'échauffement, I, 162 à 165. — Effet de la composition minérale des terrains sur l'échauffement, I, 165. — Influence de l'humidité et de la sécheresse sur l'échauffement des terrains, I, 166 — Diminution de la cohésion des particules de terre par la calcination, I, 183. — Loi de l'échauffement d'une surface, I, 183. — Influence de l'atmosphère sur l'échauffement de la terre, I, 185; II, 49, 226. — Influence de l'inclinaison du soleil sur l'horizon, I, 184. — Chaleur reçue le jour du solstice sur des terrains horizontal et incliné, I, 189 à 191. — Influence de l'exposition des terrains sur l'échauffement. I, 192 à 194. — Moyen d'augmenter la chaleur du soleil, I, 4 5. — Chaleur intérieure de la terre, II, 47. — Irradiation des étoiles. II, 48. — Irradiation du soleil, II, 49; VI, 254 à 258; 422 à 442. — Inégalités dans la distribution de la chaleur à la surface de la terre, II, 49. — Influence de la température sur les plantes, II, 50. — Influence des nuages sur la transmission de la chaleur solaire, II, 135 à 137. — Refroidissement des nuages occasionné par le rayonnement, II. 143. — Différence d'absorption de la chaleur entre les surfaces cultivées et les surfaces stériles, II. 145. — Répartition de la chaleur et de l'électricité de l'atmosphère, II, 168 à 172. — Répartition de la cha-

leur moyenne à la surface de la terre; lignes isothermes, II, 213, 214. — Lignes des hivers d'égale intensité, II, 215 à 217. — Lignes d'étés d'égale chaleur, II, 217 à 219. — Répartition de la chaleur solaire, II, 224 à 228. — Chaleur solaire de l'été II, 228. — Extinction de la chaleur solaire par l'atmosphère, II, 236. — Calorie, III, 25. — Quantités produites par les différents combustibles employés, III, 25. — Quantité de chaleur utilisée dans les foyers, III, 26. — Poids de combustible à employer pour transformer l'eau en vapeur d'une température déterminée, III, 26. — Diverses sources de calorique pour les plantes, VI, 238. — Moyens d'augmenter la chaleur, VI, 288 à 293; de diminuer la chaleur, 293. — Appareil pour déterminer la chaleur solaire reçue par les corps opaques, VI, 429. — Radiation solaire des saisons, VI, 440. — Voyez *Température*.

Chanvre. Pays de culture, IV, 320. — Inconvénients de sa culture, IV, 320. — Choix du terrain qui lui convient, IV, 321. — Hauteur du chanvre, IV, 321. — Composition, IV, 322, 324. — Pertes occasionnées par le rouissage et dans le routoir, IV, 323. — Engrais appliqués au chanvre, I, 668; IV, 324 à 326. — Culture, IV, 326 à 329. — Récolte III, 570, IV, 329. — Récolte de la graine, IV, 330. — Prix de vente, IV, 330. — Rouissage, IV, 331. — Dessiccation, IV, 332. — Extraction de la filasse, broie, IV, 332. — Emploi comme fumure verte, I, 565. — Richesse de cet engrais en azote, I, 566. — Valeur des eaux de rouissage comme engrais, I, 579.

Chapelet hydraulique. Emploi pour élever l'eau, III, 293.

Chaux. Dosage des sels de chaux solubles dans l'eau, I, 52. — Dosage des sels insolubles dans l'eau, I, 57. — Proportion de carbonate contenu dans le sol, I, 66. — Influence sur la végétation des fourrages légumineux et des graminées, I, 66; VI, 200 à 204. — Propriétés des terrains calcaires, I, 67, 72. — Divergence des opinions relativement à l'action du principe calcaire dans le sol, I, 68 à 71. — Caractère des terres non calcaires, I, 285. — Rôle de la chaux dans l'alimentation des plantes, I, 481; VI, 54. — Détermination de la quantité contenue dans la terre, I, 91, 626; VI, 361. — Quantité contenue dans l'eau de pluie, VI, 106. — Engrais convenant aux terres manquant de calcaire, VI, 190 à 192. — Caractères des sables calcaires, I, 284. — Emploi de la chaux à l'état caustique, I, 634. — Action sur les différents terrains, I, 634. — Propriétés des terrains chaulés, I, 636. — Quantité de chaux à employer par hectare, I, 636. — Valeur de la chaux hydraulique, I, 637. — Action de la chaux magnésienne, I, 637. — Mode d'emploi de la chaux, I, 658. — Rôle de l'élément calcaire dans la classification des terrains, I, 270 à 273. — Caractères des terres calcaires, I, 66, 273. — Caractères des terres argilo-calcaires, I, 279. — Formation des terrains argilo-calcaires, I, 279. — Cultures qui conviennent aux terres argilo-calcaires, I, 280. — Terres argilo-calcaires argileuses, I, 280. — Terres argilo-calcaires, calcaires, tenaces, meubles, inconsistantes, I, 280. — Caractères des craies, I, 281. — Influence des craies sur la végétation, I, 281. — Composition des terrains crayeux, I, 282. — Cultures qui conviennent aux terrains crayeux, I, 283. — Craie fraîche et sèche, I, 284.

Charançons. Moyen de destruction, V, 565.

Charbon. Maladie du blé, III, 665; du maïs, III, 762.

Charbon. Propriété absorbante pour la préparation des engrais, I, 540; V, 535.

Chardon a foulon. Nom donné à la cardère. Voyez *Cardère*.

Chariot. Voyez *Charrettes*.

Charpentes. Choix des essences de bois à employer pour les constructions, II, 527 à 529. — Résistance à la flexion et à la rupture, II, 540, 542. — Établissement des planchers, II, 541. — Inconvénients des bois équarris, II, 542. — Moyen d'apprécier les dimensions d'après la résistance, II, 543. — Limite à laquelle on doit s'arrêter dans l'emploi des poutres au soutènement des planchers, II, 544. — Moyen d'augmenter la résistance des poutres, II, 544. — Assemblage pouvant remplacer les poutres, II, 545. — Disposition des solives, II, 545. — Divers modes de construction des toitures, II, 545 à 551. — Différents modes d'assemblage, II, 547 à 555.

Charrette. Dimensions et tirage des roues, III, 244 à 246. — Influence de la largeur des bandes, III, 246 à 248. — Poids total et chargement d'une voiture à deux roues, III, 248. — Prix d'achat et entretien, III, 249. — Prix de transport, III, 250. — Emploi des chariots, III, 250. — Dimensions des roues, III, 251. — Pression supportée par les roues, III, 251. — Prix des chariots, III, 252. — Résultat

économique, III, 253. — Avantages et désavantages des chariots sur les charrettes, III, 254 à 258. — Tirage des voitures selon la nature du sol, III, 258 à 263. — Tirage dans les pentes et dans les montées, III, 261 à 263. — Nombre de chevaux à atteler selon le chargement, III, 263 à 267. — Différents modes d'attelage, III, 267 à 268. — Influence du retour à vide sur le prix du transport, III, 277 à 279. — Avantages des tombereaux, III, 280. — Prix des transports par les tombereaux, III, 281.

Charrois. Charrois des engrais, III, 426 à 429.

Charrue. Construction, III, 143. — Dimensions du coutre, III, 144. — Direction du coutre, III, 145. — Parties constituantes du soc, III, 145. — Forme et proportion du versoir relativement aux autres pièces de la charrue, III, 146. — Moyen d'attache des outils qui la composent, III, 146. — Age, étançon, sep, III, 147. — Résistances que présente la charrue, III, 147. — Résultante des résistances et point d'application de cette résultante, III, 147 à 149. — Déplacement de la ligne de tirage, III, 149. — Différentes espèces de régulateurs, III, 150 à 155. — Déperdition de force causée par l'emploi du régulateur pour modifier la largeur du sillon, III, 152. — Application de la force de l'homme aux manherons, III, 155. — Dimensions des manherons, III, 154. — Direction de la force appliquée au centre des résistances, III, 154. — Charrue à treuil, III, 155 à 157. — Déperdition de force causée par l'obliquité de la ligne de tirage des animaux, III, 157. — Poids supporté par le cheval, III, 157. — Moyen d'empêcher le mouvement de rotation de la charrue, III, 159. — Emploi des leviers pour lier la charrue à l'avant-train, III, 161. — Emploi des socs accouplés pour régulariser la marche, III, 161. — Trisoc de Bedford, III, 162. — Inconvénients des polysocs, III, 163. — Polysoc de M. Godefroy, III, 165 à 167. — Augmentation de tirage exigée par l'avant-train, III, 167 à 169. — Dimensions des roues de l'avant-train correspondant au minimum de force, III, 169. — Charrue Guillaume, III, 170. — Vérification expérimentale de la théorie, III, 171 à 175. — But des charrues tourne-oreilles, III, 175. — Construction, III, 176. — Charrue navette de Valcourt; tourne-soc de Rozé; à double soc de Dufour, III, 177. — Travail mécanique des charrues à défoncer, III, 178. — Méthode de pelleversage, III, 179. — Charrue Bonnet, III, 179. — Emploi simultané de deux charrues, III, 179, 181. — Charrues sous-sol, III, 182. — Charrue taupe, III, 182. — Récapitulation générale des conditions de la charrue, III, 184. — Différents modes d'attelage, III, 268, 269. — Exécution des semailles avec l'araire, III, 431. — Emploi pour les travaux des vignes, IV, 663. Voyez *Coutre, Soc, Versoir.*

Châtaignes. Composition, IV, 745. — Rôle des châtaignes dans l'alimentation, IV, 742. — Valeur nutritive, IV, 746. — Dessiccation et blanchissage des châtaignes, IV, 751 à 753. — Prix de vente, IV, 745; de revient, 750, 753.

Châtaignier. Limites de la culture, IV, 740 — Température nécessaire pour la floraison, IV, 740. — Durée de la vie, IV, 741. — Influence de la culture, IV, 742 — Sol propre à la végétation, IV, 743, — Variétés, IV, 744. — Rendement, IV, 746. — Semailles, IV, 747. — Plantation, IV, 748. — Soins de culture, IV, 748. — Taille, IV, 749. — Emploi du bois comme combustible, IV, 749.

Chaume. Richesse en azote, I, 566. — Emploi pour les toitures, II, 557. — Effet du brûlement des chaumes sur place, VI, 322.

Cheminées. Établissement dans les constructions rurales, II, 556.

Chemins. Voyez *Voies de communication.*

Chenilles. Ravages dans les amandiers, IV, 695; les pruniers, 754.

Cheptel. Origine, V, 353. — Division du capital, I, 365; V, 355 — Le capital tout entier n'est que du travail appliqué à l'exploitation de la ferme, I, 549. — Différence entre le capital de cheptel et le capital circulant, I, 549. — Clause à observer dans la conclusion d'un bail, V, 313. — Cheptel vivant, V, 356 — Calcul du nombre des animaux à employer, V, 356. — Etat des journées de travail pendant une année, V, 357 à 363. — Animaux de rente, V, 369 à 375. — Évaluation du cheptel mort, V, 376 à 378. — Récapitulation du capital de cheptel, V, 378. Voyez *Capital.*

Cheval. Quantité d'air nécessaire à la respiration, II, 479. - Substitution de sa force à celle de l'homme, III, 65. — Utilisation selon sa conformation, III, 67. — Taille et poids ordinaire, III, 67. — Valeur de la force statique, III, 68. — Vitesse moyenne selon les différentes allures, III, 68. — Durée d'action des chevaux, III, 68. — Force du tirage, III, 69. — Valeur du tra-

vail mécanique, d'après des expériences faites à la charrue, sur une charrette et avec une noria, III, 70, 71 ; VI, 335, 337. — Emploi comme animal de bât, III, 71. — Travail des chevaux de bât et des chevaux attelés aux véhicules, III, 72. — Cheval agissant par son propre poids, III, 73. — Qualités recherchées dans les chevaux de trait, III, 74 à 76. — Rapport entre la taille et le prix de vente, III, 75. — Mortalité, III, 76. — Composition de la nourriture, III, 77. — Ration d'entretien, III, 78. — Relation entre le travail et la nourriture, III, 79. — Limites entre lesquelles varie le prix de la nourriture, III, 79 à 81. — Compte des frais généraux exigés par l'entretien du cheval, III, 81. — Prix du travail, III, 82 à 85. — Prix comparé à celui du travail de l'ouvrier, III, 84. — Travail comparé à celui du mulet, III, 85. — Travail comparé à celui des bœufs, III, 90. — Influence de la nature des fourrages sur la préférence à donner au bœuf ou au cheval, III, 92. — Nombre de chevaux nécessaires selon le chargement des véhicules, III, 265 à 267. — Mode d'attelage, III, 267 à 269. — Disposition des harnachements, III, 269. — Prix de la nourriture comparée au prix du fumier, I, 674. — Prix des fourrages appliqués à la nourriture des chevaux, IV, 368. — Prix de production du fumier, I, 680. — Dépense annuelle des animaux de travail, V, 365. — Travail annuel, V, 367. — Composition du lait de jument, VI, 24. — Quantité de fumier produite, poids et richesse du fumier, VI, 151. — Compte de l'entretien des chevaux, VI, 392 à 394. — Prix du kilogramme d'azote du fumier produit, VI, 395. — Voyez *Écuries*.

Cheval-vapeur. Définition, III, 5.

Chèvre. Composition du lait, VI, 24.

Chicorée. Extension de la culture, IV, 100. — Introduction en France, IV, 101. — Engrais nécessaires à sa culture, IV, 101. — Faculté d'épuiser le sol, IV, 105. — Culture, IV, 104. — Récolte et rendement, IV, 105. — Valeur nutritive, IV, 105. — Prix de revient, IV, 106.

Chiffons. Emploi comme engrais, I, 531. — Économie qui résulte de leur emploi, I, 532. — Prix du kilogramme d'azote qu'ils contiennent, I, 552. — Préparation et composition, VI, 160.

Chimie. Introduction dans les sciences agricoles, I, 28 à 30. — Son importance en agriculture, I, 37 à 39. — Voyez *Analyse*.

Chlorhydrate d'ammoniaque. Ses effets sur la végétation, I, 514.

Chlorophylle. Composition et action sur les plantes, VI, 55.

Chlorures. Dosages des chlorures, I, 53. — Influence du chlorure de sodium sur la végétation, I, 106; VI, 53.

Choux. Avantages de la culture. IV, 131. Choux pommés et non pommés, IV, 132. — Rendement, IV, 133. — Engrais qui leur convient, IV, 133. — Distance entre les plants, IV, 134. — Plantation, IV, 134. — Culture, IV, 135. — Récolte, IV, 135. — Prix de vente et valeur nutritive, IV, 136. — Prix de revient, IV, 137.

Cidre. Valeur comme boisson et richesse alcoolique, IV, 763, 764, 772. — Prix de revient, IV, 774.

Ciment. Composition et usage. II, 557, 559.

Citernes. Dimensions à adopter pour les abreuvoirs, II, 503 — Citernes et matériaux hydrauliques, II, 558.

Citronniers. Limites de la culture, II, 341.

Civières. Emploi pour les transports, III, 275, 280

Clap de Luc. Excursion agricole au clap de Luc, VI. 547 à 551.

Classification des terrains agricoles. Nécessité d'une nomenclature des terres, I, 245. — Examen des divers systèmes de classification, I, 246. — Classifications fondées sur la composition minérale du sol, I, 247. — Classification d'après Varron, I, 247. — Classification moderne, I, 248. — Méthodes de Monnet, Chaptal, Pontier, Oscar Leclerc, Devèze de Chabriol, I, 248 à 251. — Roches formant des sols très-riches, I, 251; des sols de fécondité moyenne, 251; des sols pauvres, 252; des sols très-maigres, 253. — Classifications fondées sur les propriétés physiques des sols, I, 253. Classifications d'après les cultures, I, 254. — Classification adoptée en Allemagne, I, 255. — Classification de M. Moll, I, 257. — Terre à luzerne de 1re classe, I, 257. — Terre à trèfle de 1re classe, I, 258. — Terre à luzerne de 2e classe, I, 258. — Terre à sainfoin de 1re classe, I, 258. — Terre à trèfle de 2e classe, I, 258. — Terre à luzerne de 3e classe, I, 258. — Terre à trèfle blanc de 1re classe, I, 259. — Terre à sainfoin de 2e classe, I, 259. — Terre à trèfle blanc de 2e classe, I, 259. — Classifications mixtes de la société économique de Berne et d'Arthur Young, I, 260, 261. — Principes de la classification, I, 262 à 264. — Caractères des terres rela-

tivement à l'agriculture, I, 264 à 266. Moyen d'apprécier la valeur relative des caractères agricoles, I, 266. — Subordination des caractères, I, 267 à 270. — Classification primordiale des terrains, d'après l'influence de l'élément calcaire ou de l'élément organique, I, 270 à 273. — Substances nécessaires pour la vérification des caractères des terres, I, 273. — Terres calcaires ou magnésiennes, I, 273. — Limon, I, 274 à 279. — Terres argilo-calcaires, argileuses et calcaires, I, 279 à 281. — Craie, I, 281 à 284. — Sables calcaires, I, 284 — Terres non calcaires, I, 285. — Terres siliceuses, I, 285 à 287. — Glaises, I, 287 à 290. — Argiles, I, 290. — Terres à bases organiques, terreaux doux, terreaux acides, I, 290 à 293. — Caractères spécifiques des terres, I, 294. — Terres caillouteuses, graveleuses, ocreuses, ferrugineuses, salifères, I, 295 à 299. — Classification des terres d'après la nature de certains produits, I, 313 à 322. — Procédés de classification de Thaer, I, 322 à 326; 331 à 334. — Classification de M. de Woght, I, 326 à 331.

Climat. Moyen d'en rechercher la nébulosité, II, 105, 135. — Ce qu'on doit entendre par climat humide, II, 161 à 163. — Insuffisance de l'hygromètre comme moyen d'appréciation, II, 163. — L'évaporation donne la mesure de l'humidité et de la sécheresse, II, 164. — Influence des climats secs et humides sur la végétation, II, 164 à 166. — Influence des vents sur les climats, II, 192, 256. — Division de l'Europe en deux zones de vents, II, 240 à 242. — Influence de la distribution des pluies, II, 252. — Influence du groupement des pluies, II, 301. — Premières tentatives d'établissement des climats agricoles, II, 318. — Observations d'Arthur Young, II, 318. — Limites météorologiques des différentes cultures d'après M. de Humboldt, II, 319. — Limites géographiques de la culture de différentes espèces d'arbres d'après M. Schouw, II, 320, 321. — Influence de la configuration des terrains, II, 323. — Influence des circonstances naturelles, II, 324. — Limites météorologiques des cultures, II, 325 à 327. — Limites économiques, II, 327 à 330. — Limites statistiques, II, 330 à 332. — Limites agricoles, II, 332. — Importance relative des différentes limites, II, 333 à 335. — Détermination des régions agricoles, II, 335 à 338. — Région des oliviers, II, 338 à 349. — Région des vignes, II, 349 à 359. — Région des céréales, II, 359 à 365. — Région des pâturages, II, 365 à 371. — Région des forêts, II, 371. — Distribution et rapports réciproques des différentes régions, II, 371 à 373. — Influence sur le choix des plantes cultivées, V, 122 à 126. — Importance des climats comme éléments de l'entreprise agricole, V, 453.

Climatologie. Définition, II, 26, 211. — Régions météorologiques, II, 211. — But de la climatologie, II, 211 à 213.

Clôtures. Avantages et inconvénients des haies, III, 514 à 518. — Arbrisseaux à employer pour fermer les haies, III, 518.

Cochenille. Ravages sur le figuier, IV, 584.

Cocons. Quantités de feuilles consommées par les vers à soie pour la production d'un kilogramme, IV, 705. — Proportion de soie par 100 kilogrammes, IV, 706. — Composition, IV, 711.

Cohésion des terres arables. Influence sur le travail produit, I, 146. — Sa mesure, I, 146. — Résultat des expériences de Schübler, I, 147. — Influence de la gelée, I, 181 à 183. — Influence de la calcination de la terre, I, 183. — Modification de la cohésion du sol par la marne et le sable, VI, 317; par le colmatage et la calcination des argiles, IV, 318 à 321; par le brûlement des chaumes, VI, 322; par les instruments, VI, 322 à 324; par les défrichements, VI, 324 à 330.

Collier. Forme et dimension à adopter pour les chevaux, III, 269. — Collier pour les bœufs, III, 270. — Avantages du joug sur le collier, III, 273.

Colmatage. Son importance comme amendement, I, 471. — Manière de conduire l'opération, I, 472 à 475; VI, 318. — Plus-value apportée aux terrains, VI, 320.

Colombine. Composition, I, 551. — Prix du kilogramme d'azote, I, 551. — Mode d'emploi, I, 552.

Colonisation. Rôle qu'elle occupe dans l'économie politique, V, 260. — Mode spécial à chaque peuple, V, 260. — Exemple d'une opération entreprise aux Etats-Unis, V, 262 à 264. — Colonisation en Algérie, V, 265.

Coloration du sol. Influence sur la température, VI, 291.

Colorine. Extrait alcoolique de la garance, IV, 253.

Colza. Avantages de sa culture, IV, 141. — Composition du colza, IV, 142. — Sol propre à la culture, IV, 142. — Engrais, IV, 143. — Culture par semis en place,

IV, 144 à 146. — Transplantation, IV, 146. — Récolte, IV, 147. — Rendement en huile, IV, 148. — Prix de vente et prix de revient, IV, 148. — Valeur et emploi des tourteaux de colza comme engrais, I, 573; leur composition, IV, 142. — Prix du kilogramme d'azote dans les tourteaux, I, 574. — Valeur du fumier appliqué à la culture du colza, I, 666.

Comptabilité agricole. Ouvrages spéciaux sur la comptabilité, V, 577. — Choix d'un comptable, V, 577. — Différence entre la comptabilité agricole et les autres comptabilités, V, 580 à 582. — Établissement de la valeur en numéraire des objets destinés à la vente, V, 582 à 586. — Établissement de la valeur des objets destinés à être consommés dans l'exploitation, V, 586. — Unité dont on doit se servir dans le compte-matière des engrais, V, 588. — Méthode rigoureuse d'appréciation de l'unité de compte des engrais, V, 590 à 592. — Clôture des comptes des cultures relativement à l'engrais, V, 604 à 606. — Ouverture des comptes de culture, V, 606. — Compte d'une culture de froment, V, 606 à 608; des cultures pérennes, V, 608; du sol, V, 609; des attelages, V, 610; du bétail de rente, V, 611. — Frais généraux, V, 611 à 613.

Concombre. Emploi et culture, IV, 189.

Constructions rurales. Voyez *Bâtiments ruraux, Matériaux, Maçonnerie.*

Corpo ithes. Richesse en phosphore, VI, 169.

Coques. Fabrication pour la teinture au pastel, IV, 292.

Coton. Valeur des tourteaux comme engrais, I, 574.

Coronnier. Pays de production, IV, 247. — Température, IV, 248. — Rendement, IV, 248. — Culture, IV, 249. — Prix de revient, IV, 249.

Couches. Disposition et usage, III, 508.

Courges. Avantages de leur culture, IV, 182. — Quantité de chaleur nécessaire, IV, 185. — Valeur nutritive, IV, 183. — Préparation pour la nourriture des animaux, IV, 183. — — Faculté d'épuiser le sol, IV, 184. — Choix du terrain, IV, 185. — Culture, IV, 185 à 187. — Récolte et rendement, IV, 187. — Frais de culture et prix de revient, IV, 188.

Cours des fermes. Proportion à observer dans la construction des bâtiments ruraux, II, 468 à 472.

Cours d'eau. Voyez *Fleuves.*

Coutre. Description, III, 107. — Résistance opposée à son action, III, 107. — Influence de la longueur sur le tirage, III, 109. — Travail comparé à celui de la bêche, III, 109. — Instruments divers conduits au moyen du coutre, III, 110 à 119. — Dimension et direction dans la charrue, III, 144. — Voyez *Charrue.*

Couvertures. Emploi des ardoises et des tuiles, II, 556. — Emploi des planches et des chaumes, II, 557.

Craie. Propriétés de la terre qui en provient, I, 210. — Caractères, I, 281. — Influence sur la végétation, I, 281. — Composition des terrains crayeux, I, 282. — Ténacité, I, 282. — Amendement des terrains crayeux, I, 282. — Cultures qui leur conviennent, I, 283. — Craie fraîche et sèche, I, 284.

Crèches. Voyez *Mangeoires.*

Crédit agricole. Circonstances qui l'entravent, V, 528 à 532.

Creton. Emploi des pains de creton comme engrais, I, 530.

Crible. Usage, III, 235.

Crues. Explication des crues d'automne, II, 298 à 300.

Cucurbitacées. Avantages de leur culture, IV, 179 à 182.

Culture. Classification des terres, I, 254 à 260. — Valeur du capital circulant et du capital de cheptel, I, 351 à 359. — Estimation du fermage pour les cultures industrielles, I, 366 à 368. — Détermination du degré d'humidité d'une terre d'après ses cultures, I, 387. — Cultures qui conviennent aux terrains secs, I, 389. — Influence de la durée de l'état de sécheresse d'une terre sur les cultures, I, 392. — Influence de l'activité de la culture sur la valeur des terres, I, 415 à 417. — Tentatives d'établissement des climats agricoles, II, 318. — Limites assignées à différentes cultures par Arthur Young et M. de Humboldt, II, 318, 319. — Limites géographiques d'après M. Schouw, II, 320 à 322. — Circonstances qui influent sur la détermination des lignes géographiques, II, 323, 324. — Limites météorologiques, II, 325 à 327. — Limites économiques, II, 327 à 330. — Limites statistiques, II, 330 à 332. — Limites agricoles, II 332. — Importance relative des différentes limites, II, 333 à 335. — Détermination des régions agricoles, II, 335 à 338. — Région des oliviers, II, 338 à 349. — Région des vignes, II, 349 à 359. — Région des céréales, II, 359 à 365. — Région des pâturages, II, 365 à 371. — Région des forêts, II, 371. — Distribution

et rapports réciproques des différentes limites, II, 371 à 373. — Principales conditions de la culture mécanique, III, 327 à 331. — Culture annuelle, III, 364. — But des cultures, III, 365. — Utilité et convenance de la culture à plat ou en billons, III, 391 à 394. — Culture de Tull, III, 395 à 400. — Culture du major Beatson, III, 400 à 402. — Division en douze classes, III, 596. — Lois des assolements dérivant des forces disponibles pour les cultures, V, 88 à 93. — Répartition des travaux entre les saisons, V, 90. — Lois d'assolement dérivant du produit des cultures, V, 93 à 105. — Tableau des produits d'un hectare de terrain soumis à différentes cultures, V, 98. — Lois résultant des avances à faire pour les cultures diverses, V, 105 à 107. — Tableau des avances à faire pour les diverses cultures portées au maximum, V, 108. — De l'ordre dans lequel les diverses cultures doivent se succéder dans les assolements, V, 115 à 122. — Valeur et distribution des différents systèmes, V, 149 à 156. — Modes de travail appliqués à la terre dans la petite et la grande culture, V, 173 à 185. — Système celtique ou alternatif, V, 185 à 189. — Système des étangs, V, 189 à 197. — Système des jachères, V, 197 à 204. — Système des cultures arborescentes, V, 205 à 209. — Système continu avec les engrais extérieurs, V, 209 à 229. — Système d'emprunt, V, 220 à 225. — Système hétérocitique, V, 225 à 229. — Rapport des divers systèmes de culture avec l'état social, V, 229 à 240. — Détermination du système à adopter, V, 469 à 471. — Délibération sur le système à choisir, V, 484; enquête, V, 485 à 505. — Recherche du système à adopter, V, 505 à 518. — Discussion du système proposé, V, 519. — Projet de règlement d'organisation, V, 520 à 531. — Tableau des cultures qui exigent le plus d'engrais, VI, 122.

Cuscute. Moyen de la détruire dans les linières, IV, 345. — Envahissement des luzernières, IV, 435.

Cuves vinaires. Prix, aménagement et dimensions, II, 498 à 500; IV, 679.

Cyanomètre. Usage, II, 106.

D

Déboisement. Influence sur la diminution des pluies, II, 151. — Influence sur les crues des fleuves, II, 156. — Effets du déboisement des Alpes, V, 166.

Débouchés. Leur importance comme éléments de l'entreprise agricole, V, 457. — Détermination du système agricole à employer d'après les débouchés, V, 471 à 475.

Déclinaisons lunaires. Définition, II, 418.

Défoncements. Effondrement du sol, III, 337; VI, 324. — Défoncement profond à la bêche, III, 338. — Défoncement profond à la charrue, III, 339 à 341. — Emploi de la méthode de pelleversage dans les défoncements profonds, III, 341 à 343. — Défoncement superficiel des Landes, III, 343 à 346. — Marche à suivre dans les terrains argileux et tenaces, III, 346. — Défoncement superficiel des prairies, III, 347. — Comparaison des différents modes de défrichements, III, 355 à 359. — Nécessité des défoncements périodiques, III, 359 à 363.

Défonceuse Guibal, VI, 403.

Défrichement. Recherche de l'opportunité des défrichements, III, 331. — Bénéfices du défrichement d'un bois, III, 331 à 333. — Circonstances dans lesquelles le défrichement est avantageux, III, 333 à 335. — Utilisation des terrains qui ne valent pas la peine d'être défrichés, III, 335. — Des différents modes de défrichement, III, 336; VI, 324 à 330. — Défrichement avec écobuage, III, 348 à 355. — Comparaison des différents modes de défrichement, III, 355 à 359. — Système à adopter pour le défrichement complet, V, 508. — Engrais nécessaire à la fertilisation des terres nouvellement défrichées, III, 363. — Culture du blé sur défrichement, III, 654 à 656. — Entrée en jouissance des terres par le défrichement, V, 257 à 266.

Dégel. Voyez *Gelée*.

Déjections. Voyez *Excréments*.

Dépiquage des grains. Mode suivi chez les anciens, III, 222. — Travail produit par les animaux selon les allures, III, 225. — Fléau, III, 224. — Machines à battre, III, 226 à 233. — Rouleau, III, 237 à 243. — Comparaison des prix des différents modes d'égrenage du blé, III, 243.

Description d'un terrain, I, 299. — Exemples de description complète, I, 300 à 304.

Dessèchement des terres. Construction de fossés dans les terrains en pente, I, 462. — Moyens à employer quand l'humidité est causée par des filtrations, I, 463. — Cas où le terrain est un bassin fermé,

I, 464. — Cas où l'humidité est due à un excès d'argile, I, 466. — Efficacité des labours profonds, I, 467. — Voyez *Humidité* et *Drainage*.

Dessiccation. Aptitude des terres à se sécher, I, 154. — Moyen de l'évaluer, I, 155. — Facultés relatives d'évaporation des terres, I, 155 à 157. — Diminution de volume des terres, I, 157. — Moyen de mesurer la diminution de volume des terres, I, 158.

Dextrine. Quantité contenue dans le blé, III, 650.

Digues. Construction propre à l'irrigation, I, 440.

Diluvium. Distribution, I, 199. — Composition, I, 211 à 213; VI, 71.

Drainage. Construction de tranchées pour dessécher le sol, I, 463; V, 359. — Description des procédés de drainage, VI, 303. — Profondeur et distance des drains, VI, 304 à 307. — Direction des tranchées, VI, 307. — Aérage du sol, VI, 307. — Convenance des opérations, VI, 308. — Quantité d'ammoniaque et d'acide nitrique contenue dans les eaux d'écoulement des terres drainées, VI, 98, 307. — Phénomènes qui se produisent dans un flacon rempli de terre humide et muni d'une ouverture, VI, 300.

Dunes. Formation, I, 220; VI, 72. — Composition, I, 221. — Fertilité, I, 221 à 224.

Dynamomètre. Emploi pour la mesure du travail des forces, III, 6.

E

Eau. Substances qu'elle tient en dissolution, I, 51. — Décomposition de l'eau par les plantes, I, 118. — Quantité absorbée par la végétation, I, 118. — Quantité contenue dans le sol, I, 119. — Son rôle dans l'alimentation des végétaux, I, 119, 480, 485; VI, 261 à 264. — Influence de l'air dissous dans l'eau, I, 120, 437. — Influence des sels dissous, I, 120. — Quantité d'eau nécessaire à l'évaporation des plantes, VI, 67. — Sources d'où provient l'eau nécessaire à la végétation, VI, 73. — Réduction de l'eau en vapeur, II, 108. — Table de la tension de la vapeur d'eau, II, 110. — Détermination de l'état hygrométrique de l'air, II, 111 à 113. — Quantité de vapeur d'eau contenue dans l'air, VI, 65. — Rôle de la vapeur d'eau dans la végétation, VI, 66. — Quantité d'eau enlevée au sol par l'évaporation, I, 118. — Importance agricole de l'évaporation, II, 113. — Détermination de l'évaporation des vases, II, 113 à 119. — Dissolution de l'acide carbonique par la vapeur aqueuse de l'air, VI, 64. — Évaporation comparée de la terre et de l'eau, II, 119 à 125. — Tableau de l'évaporation par régions et par localités, II, 314 à 317. — Profondeur du réservoir inférieur des eaux, I, 232. — Influence de l'état du réservoir inférieur sur la végétation, I, 232 à 234. — Puits artésiens, I, 256. — Moyen de faire communiquer le sol avec le réservoir inférieur des eaux, I, 460 à 462. — Analyse des substances solubles dans l'eau, I, 51 à 54; VI, 36 à 369. — Proportion d'eau contenue dans les différents engrais, I, 683 à 685. — Procédés à suivre dans l'analyse d'un extrait de terre obtenu par l'eau, VI, 359. — Influence du prix d'achat de l'eau sur la valeur des terres, I, 378. — Qualité des eaux propres à l'irrigation, I, 436. — Quantité nécessaire pour l'irrigation, I, 443. — Nombre d'arrosages nécessaires, I, 444. — Moyens d'obtenir l'eau pour l'irrigation ; canaux, réservoirs artificiels, puits en étage, puits forés, machines élévatoires, I, 445 à 455. — Prix de revient de l'eau, I, 455 à 458. — Valeur de l'amélioration comparée au prix de revient, I, 458 à 460. — Mesurage de la quantité d'eau fournie par un ruisseau, I, 449. — Emploi de l'eau comme force motrice, III, 15, 304; VI, 331. — Comparaison des frais nécessaires à l'élévation de l'eau au moyen des différentes forces motrices, III, 308. — Travail disponible des cours d'eau, III, 16. — Jaugeage des cours d'eau, III, 16; de l'eau s'écoulant par un orifice, 17 à 19; s'écoulant sur un déversoir, III, 20. — Jaugeage de l'eau dans un canal, III, 20. — Évaluation de la force motrice des cours d'eau, III, 21. — Prix du travail mécanique de l'eau, III, 22 à 24. — Travail et force de la vapeur, III, 25 à 30. — Machines élévatoires, III, 282. — De l'eau à Nîmes, VI, 541 à 543.

Ébourgeonnement. Voyez *Taille*.

Échalassement des vignes, IV, 671 à 674.

Écimage. Définition, III, 553. — Effet sur les plantes, III, 553.

Éclairs. Causes qui les produisent, II, 172. — Explication de la succession prolongée d'éclairs et de tonnerre, II, 173.

Écobuage. Définition, I, 582. — Propriétés qu'il communique au sol, I, 583. — Description de l'opération, III, 348 à 353. — Prix de revient, III, 353 à 355.

Écobue. Emploi de cet instrument, III, 204.

Écope. Emploi comme machine à élever l'eau, III, 283.
Écuries. Quantité d'air nécessaire à la respiration d'un cheval, II, 479. — Dimensions à donner aux stalles, II, 480. — Dispositions des écuries à un et deux rangs de stalles, II, 480, 481. — Dispositions de la mangeoire et du râtelier II, 481. — Pente du sol; conduit des urines, II, 482.
Effeuillaison. But et effets, III, 551.
Effondrement. Définition, III, 537; VI, 324. Voyez *Défrichement*.
Effort. Définition, III, 4. — Kilogrammètre et cheval-vapeur, III, 5. — Dynamomètre, III, 6.
Électricité. Effets de l'état électrique du sol sur la végétation, I, 167. — Mode d'action, I, 168 à 170. — Hypothèse de l'existence de deux fluides électriques, II, 166. — Propriétés des deux fluides, II, 167. — Nature de l'électricité du globe et de l'atmosphère, II, 168. — Répartition progressive de la chaleur et de l'électricité dans l'atmosphère, II, 168. — Électricité des nuages, II, 169. — Hypothèse pour expliquer l'état électrique de l'atmosphère, II, 171. — Causes des orages, II, 171. — Éclairs, tonnerre, II, 172. — Effets de la foudre, II, 172. — Explication de la succession prolongée d'éclairs et de tonnerre, II, 173. — Formation de la grêle, II, 174 à 178. — Paratonnerre, II, 172. — Formation et effets des orages, II, 228 à 236.
Enclos des prairies permanentes, IV, 402
Enfants. Prix moyen du salaire, III, 61.
Engrain. Variété d'épeautre, III, 676.
Engrais. Définition, VI, 121. — Mode d'action sur les terrains, I, 125. — Mode d'application, VI, 218 à 222. — Portion du capital d'exploitation enfouie dans le sol par les engrais, I, 362. — Nécessité d'augmenter la proportion d'engrais dans les terrains irrigués, I, 379, 381 à 383. — Absorption des engrais par l'argile, I, 64, 390. — Déperdition produite dans les terres inconsistantes, I, 391. — Valeur des terrains d'après leur richesse en engrais, I, 393 à 396. — Moyen de déterminer l'effet produit par les engrais sur les plantes, I, 492 à 496. — Détermination des éléments de fertilité qui manquent aux terrains, I, 497. — Engrais qui conviennent aux terres manquant d'humidité, VI, 188; manquant de terreau, 189; de substances albuminoïdes, 189 à 191; de calcaire, 191; d'alcalis solubles, 192 à 194; de phosphates, 194 à 196; de sulfates, 196. — Engrais spéciaux des plantes, VI, 198 à 209. — Considérations sur les différents éléments des engrais, I, 499 à 502. — Engrais contenant de l'azote, I, 506. — Matières servant d'engrais, VI, 146 à 149. — Classification des engrais, VI, 149. — Produits chimiques, VI, 166. — Nitrates, I, 507 à 512. — Sels ammoniacaux, I, 512 à 517. — Emploi des sels azotés, I, 517. — Chair musculaire, I, 519; VI, 159. — Poissons, I, 519; VI, 159. — Sang, I, 520; VI, 158. — Noir de raffinerie, I, 521 à 525 — Os, 525 à 550. — Pains de creton, I, 530. — Suint, I, 531. — Chiffons, I, 531 à 533; VI, 159. — Urine, I, 533. — Excréments, I, 534 à 540. — Engrais désinfectés, I, 540. — Poudrette, VI, 156. — Excréments des bêtes à laine, I, 541 à 543. — Guano, I, 543 à 551; VI, 155. — Colombine, I, 551. — Excréments de poissons, I, 552. — Excréments des insectes, I, 552. — Substances végétales, I, 553. — Emploi et effet des engrais verts, VI, 160 à 163. — Tableau et composition des principaux engrais employés à l'état vert, VI, 163. — Végétaux transportés pour être enfouis, I, 553. — Jeunes pousses de pins, I, 554; V, 212. — Buis, I, 555. — Roseaux, I, 555; V, 213. — Sarments, I, 556. — Feuilles, bruyères, fougères, V, 212. — Goëmon, I, 557; V, 214. — Fourrages, I, 558. — Engrais verts cultivés sur place, I, 558 à 567. — Appréciation de l'emploi des engrais verts, I, 567 à 570; VI, 160 à 163. — Composition des principales matières végétales mortes employées comme engrais, VI, 163. — Merl, trez, tangues, chaux hydratée, marne, VI, 167. — Gypse, cendres pyriteuses, cendres lessivées, coprolithe, VI, 168. — Cendres non lessivées, feldspath, VI, 169. — Terreau, I, 570. — Tourbe, I, 570 à 572. — Marcs, tourteaux, pulpes, tan, I, 572 à 580. — Produits de la combustion des végétaux, I, 580 à 582. — Substances minérales azotées, I, 585 à 588. — Engrais composés, I, 588 à 590. — Préparation du fumier, I, 590 à 592. — Fermentation du fumier, I, 592 à 597. — Qualité et valeur des fumiers, I, 597 à 600. — Effets des engrais employés en couverture, VI, 221. — Préparation des engrais liquides, I, 600. — Lizier suisse, purin, VI, 157. — Rapport de la quantité d'engrais produite à la quantité employée en France, VI, 157. — Valeur des engrais liquides, I, 602. — Invention d'un moyen de trans-

port souterrain imaginé en Angleterre pour l'engrais liquide, VI, 581 à 585. — Frais d'une irrigation avec l'engrais liquide, VI, 586. — Avantages et inconvénients des engrais liquides, I, 602. — Définition de l'engrais flamand, I, 602. — Composition de l'engrais flamand, I, 603 ; VI, 156. — Effets de l'engrais flamand, I, 603. — Préparation de l'engrais Jauffret, I, 604 à 606 ; VI, 184. — Valeur commerciale des engrais, I, 642. — Disproportion entre la valeur de l'azote des engrais et celle des autres éléments de l'alimentation végétale, I, 642. — Prix d'achat des principaux engrais, quantité d'azote qu'ils fournissent, et prix du kilogramme d'azote, I, 645; VI, 223 à 232. — Prix de transport des engrais, I, 644; III, 426 à 429. — Choix des engrais suivant leur destination, I, 645. — Nécessité des engrais spéciaux dans la culture de la garance, VI, 417 à 422. — Résultats produits par les engrais suivant les différentes cultures, I, 647. — Tableau des cultures les plus exigeantes, VI, 122. — Quantité d'engrais suffisante pour obtenir à volonté une récolte quelconque, VI, 122. — Engrais absolus, engrais complémentaires, engrais complets, VI, 122 à 125. — Influence de la nature du sol sur la valeur des engrais, VI, 151 à 154. — Établissement du prix de revient des engrais, I, 647 à 650. — Table des engrais dans l'ordre de leur richesse à l'état sec, I, 683 à 685. — Circonstances à considérer dans le choix des engrais, I, 686 à 688. — Meilleure manière de placer les engrais par rapport aux plantes, III, 430 à 438. — Tableau de la consommation des engrais et de la restitution qu'en font les plantes, V, 83, 84. — Aliquote d'engrais consommé par les plantes fourragères, V, 85 à 88. — Tableau des quantités d'engrais à fournir au sol, des quantités restantes et des quantités consommées par les cultures, V, 117 ; VI, 123, 126 à 131. — Détermination scientifique de la qualité des engrais à donner à la terre, III, 405 à 407. — Méthode empirique pour faire cette détermination, III, 407. — Détermination de la quantité à donner au sol, III, 408 à 413 ; VI, 126 à 131. — Moyens de déterminer la quantité qui reste dans le sol après chaque culture, III, 414 à 418. — Intervalle entre les fumures, III, 418 à 421. — Manière de répartir un engrais insuffisant, III, 421 à 424. — Influence de l'état des engrais à l'époque de leur emploi, III, 424 à 426. — Influence de la fermentation et du mode de culture sur la durée d'action des engrais, VI, 210 à 213. — Divers modes de production des engrais, V, 209 à 213. — Avantages de l'achat des engrais extérieurs, V, 220 à 223. — Avantages et prix de revient de la fabrication des engrais, V, 225 à 229. — Entretien de la fertilité de la terre par les engrais, V, 412. — Évaluation de la quantité d'engrais nécessaire à l'entreprise agricole, V, 466 à 468. — Conservation et distribution des engrais, V, 555 à 559. — Comptabilité des engrais, V, 587. — Unité dont on doit se servir dans le compte-matières des engrais, V, 588. — Méthode rigoureuse d'appréciation de l'unité de compte, V, 590 à 592. — Méthodes approchées pour apprécier la valeur des engrais, V, 592 à 604. — Clôture des comptes de culture relativement à l'engrais, V, 604 à 606.

Enseignement agricole. Fondation de l'Institut agronomique, VI, 8. — Enseignement technique et scientifique, VI, 10.

Entreprise agricole. Voyez *Exploitation*.

Épeautre. Définition, III, 669. — Propriété du grand épeautre, III, 669. — Variétés, III, 670. — Mode de végétation, III, 671. — Proportion de la paille et du grain, III, 671 à 673. — Rendement, III, 673 à 675. — Mode de culture, III, 675. — Valeur, III, 675. — Valeur et variétés du petit épeautre, III, 676.

Épierrement. Circonstances dans lesquelles on le pratique, I, 469. — Époque où il convient de le faire, I, 470.

Épuisement du sol. Loi des assolements, V, 67 à 84.

Ergot. Maladie du blé, III, 664 ; du seigle, III, 689 ; du maïs, III, 762.

Escourgeon. Variétés de l'orge, III, 693

Espadon. Machine à teiller le lin, IV, 347.

Esparcette. Voyez *Sainfoin*.

Estimation des terres. Estimation en bloc, I, 335 à 339. — Estimation parcellaire, I, 339 à 341. — Estimation détaillée par les récoltes et les frais, I, 341 à 366. — Terres arrosées, I, 375 à 383. — Terres fraîches, I, 383 à 388. — Terrains secs, I, 388 à 399. — Terres sèches en été et humides en hiver, I, 399 à 401. — Terres humides, I, 401. — Valeur comparée des terres selon leur degré d'humidité, I, 402 à 404. — Valeur des sols selon leur profondeur, I, 404. — Valeur des terres dans la période céréale, I, 405 à 410. — Valeur des terres dans les périodes commerciale et jardinière, I, 410 à 413. — Circonstances qui affectent la valeur

des terres : activité de la culture ; richesse locale ; richesse de la population agricole; influence de la population; distances des marchés et voies de communication, I, 413 à 429. — Circonstances qui affectent les produits de la valeur des terres, I, 429 à 452.

Étables. Aménagement des étables en Suisse, I, 601. — Dimensions à adopter, II, 482. — Hauteur des planchers, II, 485. — Conduits des urines, II, 484. — Dispositions à adopter quand la nourriture est jetée d'en haut ou apportée du dehors, II, 484. — Place des veaux, II, 485. — Pavage en maçonnerie hydraulique, II, 558. — Voyez *Litière*.

Étançon. Définition III, 147.

Étangs. Système de culture alternatif, V, 189 à 197.

Ét[illegible]. Définition des lignes isothères, II, 217. — Position des lignes isothères, relativement aux lignes isothermes et isochimènes, II, 218. — Influence de l'humidité et de la chaleur de l'été sur la végétation, II, 219. — Jours éclairés par le Soleil, II, 223. — Quantité de chaleur transmise par le Soleil, II, 224. — Moyenne solaire des jours clairs, II, 225. — Chaleur solaire de l'été, II, 228. — Température des vents à 3 heures, en été, II, 192. — Jours de vent et somme des températures en été, II, 193. — Direction moyenne des vents en été, II, 243. — Distribution géographique des pluies d'été, II, 265. — Bandes des pluies d'automne et d'été, II, 266. — Action des pluies d'été sur la végétation, II, 273. — Répartition géographique des jours de pluie en été, II, 286 — Moyenne géographique de la quantité d'eau tombée par jour, en été, II, 298. — Pronostics du caractère des étés, II, 403 à 407.

Étoiles. Influence de l'irradiation des étoiles sur la chaleur de la Terre, II, 48.

Étrépage. Description, V, 214. — Avantages et inconvénients de ce mode d'exploitation, V, 215 à 220.

Études agricoles. Tableau des études agricoles, I, 25.

Evaporation de l'eau, II, 108 ; — dans le vide et dans l'air, II, 109. — Importance de la connaissance de l'évaporation au point de vue agricole, II, 113. — Loi de l'évaporation dans les vases, II, 114. — Formule pour calculer l'évaporation dans un vase, II, 114. — Influence du vent sur la recherche de l'évaporation, II, 115 à 117. — Influence des vents sur l'évaporation du sol, II, 194, 203, 314. — Influence des nuages sur l'évaporation. II, 117 à 119. — Explication des différences constatées entre l'évaporation des temps nuageux et sereins, II, 170. — Influence de l'évaporation sur la température des terres, VI, 290. — Effets de l'évaporation des terres, II, 119. — Sa détermination pour des terres de nature différente, I, 154 à 157. — Influence des labours sur l'évaporation des terres, I, 385. — Expériences faites pour constater les rapports de l'eau absorbée par la filtration et perdue par l'évaporation, VI, 76. — Evaporation comparée de l'eau et de la terre, II, 120 à 122. — Influence de l'évaporation sur la formation de la rosée et de la gelée blanche, II, 123 à 129; sur la formation des nuages, II, 129 à 137, 141 à 146; sur la formation des brouillards, II, 137 à 140. — Détermination du degré d'humidité ou de sécheresse d'un climat, II, 164. — Evaporation des marais salants, II, 314. — Evaporation par régions, II, 315. — Evaporation des plantes, VI, 76. — Tableau de l'évaporation par mois et par année des principales villes d'Europe, II, 316, 317.

Excréments. Valeur et usage de l'urine, I, 533. — Guano, I, 543 à 551. — Colombine, I, 551. — Excréments de poissons et d'insectes, I, 552. — Valeur des excréments comme engrais, I, 534; VI, 150. — Rapport entre l'azote consommé et l'azote excrété par les animaux, I, 536; expériences comparatives sur le cheval, la vache et le mouton, I, 557. — Préparation des engrais humains, I, 538. — Poudrette, I, 539. — Engrais désinfectés, I, 540. — Propriétés absorbantes du charbon, I, 540. — Composition des engrais désinfectés, I, 541. — Valeur des excréments des bêtes à laine et prix du kilogramme d'azote, I, 541. — Manière d'employer les crottins de brebis, I, 542. — Engrais flamand, I, 602 à 604. — Hypothèse de MM. Macaire et de Candolle sur les déjections excrémentitielles des plantes, V, 46 à 50.

Exploitation. Eléments de l'exploitation agricole, V, 175, 241 à 243. — Frais exigés par les divers modes, V, 177. — Grande et petite culture, V, 178 à 185. — Titres de possession, V, 449. — De la propriété, V, 243 à 246. — Grande et petite propriété, V, 246 à 257. — Entrée en jouissance des terres par le défrichement, V, 257 à 266. — Entrée en jouissance des terres par hérédité,

V, 266 à 270. — Entrée en possession par achat, V, 270 à 280; 335 à 338. — Entrée en jouissance par location; du fermage en général, V, 280 à 303. — Manière de contracter le fermage, V, 303 à 317. — Nature du capital d'exploitation, V, 324 à 328. — Emplois divers du capital agricole, V, 332 à 334. — Capital fixe ou foncier, V, 334. — Partie du capital de fonds employée à la mise en valeur du domaine, V, 338 à 348. — Partie du capital de fonds consacrée à l'entretien, V, 348. — Partie du capital de rente employée à la défense de la propriété rurale, V, 350 à 354. — Ordre de travaux à suivre dans l'amélioration d'un domaine rural, V, 268. — Eléments de l'organisation de l'entreprise agricole, V, 448. — De la valeur du travail produit sur un domaine, I, 349. — Capital de cheptel, I, 349. — Valeur du capital circulant et du capital de cheptel dans diverses conditions de culture, I, 351 à 359. — De l'intérêt du capital d'exploitation, I, 359 à 364. — Evaluation du fermage des exploitations à cultures industrielles, I, 366 à 368. — Estimation d'une ferme soumise à la jachère, I, 368 à 372. — Influence sur l'entreprise agricole de la surface du terrain, V, 450; de sa stratification, V, 451; de sa composition minéralogique et chimique, V, 451. — Propriétés culturales du sol, V, 452. — Climats, V, 453. — Fertilité du sol, V, 454 à 457. — Débouchés, V, 457. — Communications, V, 458. — Détermination du capital nécessaire à l'entreprise agricole, V, 459 à 462. — Travail des forces mécaniques, V, 462 à 466. — Détermination des éléments nutritifs des plantes, V, 466 à 468. — Détermination du système de culture à employer, V, 469 à 471. — Capital suffisant, sol mauvais, débouchés difficiles, V, 471 à 473. — Capital suffisant, sol mauvais, bons débouchés, V, 473. — Capital suffisant, bon sol, débouchés difficiles, V, 474. — Capital suffisant, sol bon, bons débouchés, V, 475. — Choix d'un système agricole d'après le capital disponible, V, 475. — Capital pour la conversion en prairies et leur exploitation, V, 476 à 478. — Assolements avec prépondérance de produits à vendre, V, 480. — Assolements avec prédominance des fourrages consommés, V, 481. — Cultures arbustives, V, 482. — Projet de règlement d'organisation, V, 520 à 531. — Entrée en jouissance, V, 532 à 534. — Etat des lieux, V, 534. — Installation du local, V, 535. — Choix des agents divers, V, 536. — Règlement de service, V, 540 à 543. — Fonctions du directeur, V, 543 à 546. — Distribution des travaux entre les différentes saisons de l'année, V, 546 à 553. Surveillance de la nourriture des hommes, V, 559 à 563; de la nourriture des animaux, 563 à 565. — Conservation du capital de fonds, V, 613 à 615. — Rôle du propriétaire exploitant par lui-même, V, 623 à 627.

Extirpateur. Construction, III, 124. — Extirpateur de Roville, de Grignon, de Hayvard, de Wilkie, III, 124, 125. — Usage des extirpateurs, III, 125. — Travail mécanique, III, 126. — Règlement de l'instrument, III, 128. — Houe à cheval, III, 126 à 128.

F

Farine. Proportion contenue dans le blé, III, 629. — Composition, III, 630.

Farouch. Voyez *Trèfle incarnat*.

Fauchage. Céréales, III, 572, 574. — Prairies, III, 573. — Prix du fauchage des prairies naturelles et artificielles, III, 200. — Nécessités de faucher court ou de faucher haut, III, 574. — Époques et fréquence des coupes de prairies, IV, 406.

Faucilles. Forme, III, 218. — Emploi, III, 220. — Sape, III, 220, 573. — Emploi pour le sciage des tiges, III, 571.

Faux. Forme, III, 218. — Quantité de travail produit, III, 219. — Sape, III, 220, 573. — Emploi pour le sciage des tiges, III, 571.

Fécondité. Puissance et richesse des sols, I, 326.

Fécule. Quantité contenue dans la pomme de terre, IV, 10, 14; dans la patate, IV, 58; dans l'orge, 697.

Feldspath. Propriétés physiques et action sur le sol, I, 62. — Propriétés de la terre qui en provient, I, 205. — Composition, VI, 169.

Femmes. Valeur de la force musculaire des femmes suivant l'âge, III, 39. — Prix de la journée, III, 58. — Rôle de la femme de ménage, V, 386. — Du rôle des femmes dans la profession agricole, V, 444 à 447. — Composition du lait de femme, VI, 24.

Fer. Dosage des sels de fer, I, 54 à 57. — Proportion d'oxyde de fer contenu dans les terres, I, 91. — Action exercée par l'oxyde de fer sur la végétation, I, 92. — Principales propriétés des oxydes, I, 92. — Formation de l'ammonaique dans

l'oxydation, I, 92. — Effets combinés du sulfate de fer et du charbon sur les terrains, I, 94. — Terres ocreuses, ferrugineuses, I, 296.— Usage du sulfate de fer en agriculture, I, 632.—Effets du sulfate de fer sur la végétation, I, 94, 632; VI, 55.— Mode d'action du sulfate de fer, I, 635.— Choix de la qualité de fer propre aux constructions, II, 529.

Fermage. Évaluation pour les cultures industrielles I, 366 à 368. — Estimation pour une ferme soumise à la jachère, I, 368 à 372. — Système d'Adam Smith, V, 281 à 285, 287 à 292; — de Say, 284, 292 à 294; — de Ricardo, 286, 294 à 296. — Nouvelle théorie du fermage, V, 296 à 300. — Valeur de la rente, V, 300 à 303. — Circonstances à prendre en considération et manière de contracter le fermage, V, 303 à 317. — Rôle du propriétaire de biens affermés, V, 615 à 621.

Ferme. Voyez *Exploitation*.

Fermentation. Définition, VI, 82. — Putréfaction, VI, 83. — Température nécessaire à la fermentation du terreau, VI, 84. — Humidité, VI, 85. — Effets que la fermentation produit sur les fumiers, I, 592 à 595.

Fermier. Profits comparés à ceux des ouvriers, I, 348. — Distribution des dépenses, I, 348. — Capital circulant et capital de cheptel, I, 349 à 351. — Profits relativement au capital d'exploitation, I, 364 à 366. — Disposition du logement du fermier, II, 478.

Feuilles. Valeur comme engrais, I, 566. — Richesse en azote et action sur le sol des forêts, V, 212. — Effeuillaison, III, 551.

Fèves. Éléments constitutifs des cendres, I, 89, 99. — Emploi comme engrais, I, 562. — Sols propres à la culture, III, 779. — Composition et usage, III, 780. — Avantages de la culture, III, 781. — Mode de culture, III, 782. — Récolte et rendement, III, 782, 785 à 787. — Mode d'alimentation de la plante, III, 783. — Prix de vente et prix de revient, III, 787.

Fièvres. Génération dans les terrains marécageux, II, 40. — Difficulté d'en trouver la cause, II, 41. — Propagation, II, 42. — Précautions à prendre, II, 46.

Figues. Composition des figues, IV, 570. — Rôle des figues dans l'alimentation des habitants des contrées méridionales, IV, 573.— Figues blanches, colorées, noires, IV, 576 à 578. — Valeur des différentes variétés, IV, 578. — Prix de vente et prix de revient des figues, IV, 585.— Emploi des figues d'Inde dans l'alimentation, IV, 535.

Figuier. Marche de la végétation suivant la température, IV, 574. — Choix des variétés, IV, 575. — Terrains propres à sa culture, IV, 579. — Mode de végétation, IV, 580. — Engrais, IV, 581. — Boutures, IV, 581. — Plantation, greffe et taille IV, 582. — Travaux de culture après la récolte, IV, 583. — Ravages de la cochenille, IV, 584. — Rendement et dimension des plants, IV, 584.

Figuier d'Inde. Avantages de la culture, IV, 534. — Pays de culture, IV, 534. — Composition des fruits, IV, 536. — Plantation, IV, 537. — Emploi pour les clôtures, IV, 537.

Filasse. Proportion contenue dans le chanvre, IV, 322. — Extraction, IV, 332. — Prix de revient, IV, 334 à 337. — Rendement du lin, IV, 341, 348.

Filtration. Marche de l'eau reçue par filtration dans les terrains, VI, 73. — Rapport de l'eau absorbée par la filtration et perdue par l'évaporation, VI, 76.

Fléau. Emploi pour le battage des grains, III, 223. — Travail développé par le batteur et travail produit, III, 224. — Travail comparé au dépiquage, III, 226.

Fleurs. But et effets de l'écimage, III, 553.

Fleuves. Influence du déboisement des montagnes, de l'amélioration des cultures et des irrigations sur les crues des fleuves, II, 156. — Explication des crues d'automne, II, 298 à 300. — Importance de la proximité des cours d'eau pour l'établissement des bâtiments ruraux, II, 464. — Travail et force des eaux courantes. Voyez *Eau*.

Floraison. Époque météorologique où elle se produit, II, 99 à 101. — Influence de la température, VI, 449.

Foin. Époque de la coupe, III, 575 à 530. — Fanage, III, 580 à 582. — Mise en greniers ou en meules, III, 582 à 584. — Prix des fourrages dans les différentes parties de l'Europe, IV, 564. — Production de la viande, IV, 565. — Production du lait, IV, 367. — Circonstances qui doivent déterminer à faire paître ou à faucher les prairies, IV, 369 à 374. — Circonstances dans lesquelles on doit consacrer le terrain à la production du foin, IV, 374 à 380. — Frais de production du foin, IV, 376.— Qualités des herbes des prairies, IV, 385 à 387. — Récolte de foin par hectare, azote pour 100, perte par la fenaison dans les terrains humides, IV, 387; dans les terrains frais, IV, 389; dans les terrains secs. IV, 390. — Foin

des terrains acides, IV, 391. — Estimation de la valeur des prairies, IV, 417. — Valeur relative des différentes espèces de foin, IV, 418 à 420.

Foliation. Époque météorologique où elle se produit, II, 99 à 101.

Fondations. Importance du choix du terrain, II, 530. — Fouilles, II, 551. — Précautions à prendre dans les terrains compressibles et humides, II, 552 à 555. Emploi de plates-formes, de caissons, II, 533. — Fondations des maçonneries, II, 554. — Emploi des constructions hydrauliques, II, 559.

Force. Définition, III, 4. — Effort, III, 4. — Kilogrammètre, III, 5. — Cheval-vapeur, III, 5. — Dynamomètre, III, 6. — Travail et force du vent, III, 7 à 15; de l'eau, 15 à 24; de la vapeur, 25 à 30. — Avantages des machines à vapeur sur les moteurs animés, III, 30 à 32. — Acquisition du travail de l'homme, III, 32 à 38. — Force musculaire de l'homme, III, 38 à 45, du cheval, 67 à 71. — Emploi du cheval comme animal de bât, III, 71 à 75. — Cheval agissant par son propre poids, III, 73. — Prix du travail de l'ouvrier, III, 63 à 65. — Prix du travail du cheval, III, 82 à 85. — Travail du mulet et de l'âne, III, 85 à 88; des bœufs, 88 à 97; des vaches, 97 à 100. — Emploi des machines comme moyen de transmettre les forces, III, 101. — Perte de force occasionnée par les machines, III, 101. — Emploi du vent comme moteur pour l'élévation des eaux, III, 300 à 304. — Travail de l'eau comme moteur, III, 304. — Prix et travail de la vapeur comme force motrice pour l'élévation de l'eau, III, 305 à 307. — Comparaison des frais nécessaires à l'élévation de l'eau au moyen des différents moteurs, III, 308. — Évaluation des forces mécaniques nécessaires à l'entreprise agricole, V, 462 à 466; VI, 330 à 339. — Lettre à M. Léonce de Lavergne sur la modification du sol par les agents mécaniques, VI, 396 à 405. — Travail et force des différents instruments d'agriculture. Voyez le nom de l'instrument.

Forêts. Quantité de carbone fixé par un hectare de forêt, II, 34. — Position de la région forestière en Europe, II, 337. — Circonscription et agriculture de la région, II, 371. — Bénéfice à retirer des défrichements des forêts, III, 331. — Détermination de la valeur du fonds par le produit des coupes, III, 332. — Plantation des terrains qui ne valent pas la peine d'être défrichés, III, 335. — Cultures forestières, V, 157. — Diminution progressive des forêts, V, 158. — Destruction progressive des futaies, V, 159. — Reconstitution des taillis, V, 160. — Influence du déboisement des Alpes, V, 166. — Influence de l'époque lunaire sur la coupe des bois, II, 438 à 443. — Richesse en azote des feuilles des forêts et action sur le sol comme engrais, V, 212.

Fosse a fumier. Voyez *Fumier*.

Fosses d'aisance. Établissement dans les constructions rurales, II, 576. — Construction des conduits, II, 559.

Fossés. Construction dans les terrains en pente pour dessécher le sol, I, 462; VI, 302. — Inconvénients qu'ils présentent, I, 463.

Foudre. Effets, II, 172. — Paratonnerre, II, 172.

Fougères. Emploi des rameaux de fougères comme engrais, V, 212.

Fourche. Emploi dans les terrains consistants, III, 200. — Cas où elle remplace la bêche, III, 201. — Travail mécanique, III, 202.

Fourrages. Appréciation de la valeur d'un terrain d'après la production des fourrages, I, 314 à 317; procédé de M. Royer pour apprécier la valeur des terrains, I, 317 à 322. — Composition des fourrages, I, 558. — Emploi des fourrages comme engrais, prix du kilogramme d'azote, I, 558. — Époque de la coupe des fourrages, III, 575 à 580. — Composition des fourrages à diverses époques de la végétation, III, 579. — Tableau de la composition, V, 404. — Fanage des foins, III, 580 à 582. — Mise en meules ou en greniers, III, 582 à 584. — Avantages de la culture des plantes fourragères, IV, 354 à 359. — Prix des fourrages dans les différentes parties de l'Europe, IV, 364. — Production de la viande, IV, 365. — Production du lait, IV, 367. — Circonstances qui doivent déterminer à faire paître ou à faucher les prairies, IV, 369 à 374. — Plantes fourragères pérennes, IV, 495, 504. — Plantes fourragères annuelles, IV, 504 à 506. — Aliquote de l'engrais consommé par les plantes fourragères, V, 85 à 88. — Partie du capital à affecter aux assolements avec prépondérance des fourrages consommés, V, 481. — Construction des greniers à fourrages, II, 493 à 495. — Voyez *Foin*.

Fraicheur de la terre. Voyez *Hygroscopicité*.

Frisolée. Maladie des pommes de terre, IV, 49.

Froid. Voyez *Gelée.*
Froment. Voyez *Blé.*
Frottement. Influence sur la transmission du travail des machines, III, 102. — Résistance dans les socs, III, 138. — Lois du frottement, III, 138.
Fruits. Circonstances qui déterminent le moment de la récolte, III, 564. — Cueillette : pommes, noix, olives, III, 567. — Récolte des fruits qu'on ne peut recueillir sur l'arbre, III, 568. — Avantages et inconvénients des cultures frutescentes, IV, 512 à 518.
Fumier. Appréciation de la valeur d'un terrain d'après la production du fumier, I, 314 à 322. — Composition et valeur des différentes espèces de fumier, VI, 169 à 171. — Mode de préparation du fumier, I, 590 ; VI, 172. — Quantité de litière à employer, I, 590. — Mise en tas du fumier, I, 591. — Solubilité des principes fertilisants du fumier, VI, 172. — Soins d'entretien, I, 592. — Conservation et distribution, V, 553 à 559 ; VI, 180. — Abris contre le vent et le soleil, VI, 181. — Moyen d'arrêter la déperdition de l'ammoniaque, I, 596; VI, 181. — Stratification par le moyen de couches de terre répandues dans l'étable, VI, 182. — Epandage immédiat à la production, VI, 184. — Fermentation, I, 592. — Pertes éprouvées par la fermentation, I, 593 à 595. — Moyen d'éviter la perte des principes fertilisants, VI, 174. — Analyses de fumiers fermentés, I, 594. — Dessiccation, I, 595 ; VI, 183. — Composition des fumiers réduits en masse pâteuse, I, 597. — Composition normale du fumier, I, 598. — Composition des cendres de fumier, I, 598. — Composition à l'état sec et à l'état humide, I, 599. — Composition du fumier normal comparé aux autres engrais, I, 685. — Détermination des éléments contenus dans le fumier d'après la nourriture du bétail, V, 71 à 76. — Qualité et valeur du fumier suivant les animaux, I, 599. — Valeur du fumier de cheval, VI, 151 ; de bœuf, 152; de mouton, 153; de porc, 154; de poule, 154; de pigeon, 155; de ver à soie, 155. — Fumier normal, I, 600. — Durée d'action du fumier, VI, 213. — Prix du kilogramme d'azote du fumier, I, 642 ; du fumier produit à Hohenheim, VI, 387 ; du fumier de vache, VI, 389 ; du fumier de mouton, 392 ; de chevaux, 393; de ferme, 394. — Établissement du prix de revient du fumier, I, 647 à 650. — Valeur du fumier employé à la culture du froment dans les terres fraîches, I, 651 à 655; dans les terres sèches, 669. — Valeur du fumier appliqué aux betteraves dans les terres fraîches, I, 652, 655 ; dans les terres sèches, 670. — Valeur du fumier appliqué aux prairies, I, 656 à 659. — Valeur du fumier appliqué à la luzerne dans les terres fraîches, I, 659 à 664. — Valeur du fumier appliqué à la garance dans les terres fraîches, I, 664 à 665 ; dans les terres sèches, I, 671. — Valeur du fumier appliqué au colza, aux pommes de terre, au chanvre, I, 666 à 668. — Valeur du fumier appliqué aux oliviers et à la vigne, I, 671 à 673. — Valeur du fumier selon les cultures, I, 673 à 675. — Prix de production du fumier, I, 675. — Éléments dont se compose le prix des fumiers, I, 676. — Exemples de prix de revient de fumiers fournis par des moutons, I, 677 à 679 ; par des bœufs et des vaches, 679 ; par des porcs et des chevaux, I, 680. — Avantages qui résultent pour le cultivateur de la production des fumiers, I, 681 à 682. — Estimation de la quantité de fumier produite dans une ferme, II, 500. — Disposition de la fosse à fumier, II, 501. — Construction de la fosse en maçonnerie hydraulique, II, 558. — Déduction apportée par la production du fumier dans le prix du travail des chevaux, III, 82 à 84. — Réduction apportée dans le prix de revient du travail des bœufs par la production du fumier, III, 94. — Tableau de la consommation et de la restitution de fumier selon les plantes, V, 83, 84. — Avantages des engrais liquides, VI, 176; — application, 177 ; — inconvénients, 178; — emploi en Angleterre, 179.
Futaies. Causes de leur destruction progressive, V, 159.

G

Gale. Maladie des pommes de terre, IV, 49.
Garance. Rapport du fumier à la récolte dans les terres fraîches, I, 664 à 666; dans les terres sèches, I, 671. — Emploi comme substance tinctoriale, IV, 253. — Proportion de la matière colorante dans les racines de différents âges, IV, 273. — Alizari, garancine, colorine, IV, 253. — Culture chez les anciens, IV, 253 à 255. — Mode de végétation, IV, 255. — Composition, IV, 256 à 258. — Engrais, IV, 258 à 260. — Nécessité des engrais spéciaux, VI, 417 à 422. —

Sol propre à la culture de la garance, IV, 260. — Culture générale, IV, 261 à 265.— Culture par semis, IV, 265 à 272. — Arrachage, IV, 272 à 275. — Plantation, IV, 275. — Compte de la culture d'un hectare, IV, 276 à 282.

Garancine. Poudre de garance, IV, 253.

Gaude. Emploi comme matière tinctoriale, IV, 299. — Préparation du terrain et semailles, IV, 300. — Culture, IV, 301. — Dessiccation des tiges, IV, 301. — Prix de vente et prix de revient, IV, 301.

Gelée. Influence sur la cohésion de la terre, I, 181. — Action sur les terres humides, I, 182. — Effets sur les végétaux, II, 54. — Effets des dégels, II, 56 à 59. — Variation des effets du froid selon l'état des cultures, II, 60. — Rayonnement nocturne, II, 60. — Mesure des gelées par l'observation des températures minima, II, 61. — Mesure de l'effet du froid par l'observation de l'épaisseur de la glace, II, 63. — Comparaison de l'intensité et de la durée du froid à la profondeur de la gelée dans la terre, II, 65 à 68. — Effets des gelées suivant l'époque à laquelle elles se produisent, II, 69. — Effets de la lune rousse, II, 72. — Action des gelées tardives sur le caractère des saisons, II, 205. — Nombre de jours de gelée comparés à la température de l'hiver pour un grand nombre de lieux de l'Europe, II, 216. — Fardeaux que peut supporter la glace, II, 68. — Pronostics météorologiques de la gelée. Voyez *Pronostics*.

Gelée blanche. Circonstances dans lesquelles elle se produit, II, 70, 124 à 127. — Nombre de jours observés à Orange et à Rome, II, 128. — Influence des lieux sur sa production, II, 128. — Influence de la gelée blanche sur la végétation, II, 128. — Pronostics météorologiques déduits de l'observation des gelées blanches, II, 386.

Genêt d'Espagne. Avantages et inconvénients de sa culture, IV, 484, 485. — Terres propres à sa culture, IV, 485. — Valeur nutritive, IV, 486. — Rendement, IV, 487.

Génie rural. Définition, VI, 6.

Géologie. Formation des terrains agricoles, I, 199. — Distribution des terrains dans l'Europe occidentale, I, 201. — Formation des terrains en place, I, 202. — Décomposition des roches, I, 202. — Terrains diluviens, I, 210. — Caractères du diluvium, I, 211. — Terrains d'alluvion, I, 213 à 217. — Terrains d'atterrissement, I, 217 à 219. — Terrains paludiens, I, 219. — Dunes, I, 220 à 224. — Terrains volcaniques, I, 224 à 226. — Disposition des couches des terrains agricoles, I, 226. — Sol actif, I, 227. — Sol inerte, I, 228. — Sous-sol filtrant, I, 229. — Sous-sol peu filtrant, I, 229 à 232. — Couche imperméable et réservoir des eaux, I, 232 à 234. — Défaut de parallélisme des couches des terrains, I, 234 à 238. — Importance de la stratification du terrain comme élément de l'entreprise agricole, V, 451.

Géonomie. Définition, I, 30.

Gerbes. Établissement et conservation entre la récolte et le battage, II, 490.

Gesses. Semailles, IV, 477. — Choix du terrain, IV, 478. — Culture et récolte, IV, 478.

Giraumon. Variété de courge, IV, 181. Voyez *Courges*.

Girouette. Observation de la direction des vents, II, 186.

Glace. Corrélation entre l'épaisseur de la glace, l'intensité et la durée de la gelée, II, 63 à 68. — Poids que la glace peut supporter, II, 68.

Glaise. Caractères, I, 287. — Composition, I, 287. — Influence des pluies, I, 288. — Glaises inconsistantes, meubles, micacées, schisteuses, volcaniques, sablonneuses, I, 288; — tenaces, I, 289.

Gluten. Proportion contenue dans le blé, III, 630; dans le seigle, 681; dans l'orge, 697; dans l'avoine, 711; dans le riz, 729; dans le maïs, 749.

Gneiss. Propriétés de la terre qui en provient, I, 204.

Goemon. Emploi comme engrais, I, 557; V, 214. — Composition, I, 557.

Grains. Voyez *Céréales*.

Graisse. Proportion contenue dans le blé, III, 630. — Emploi des pains de créton comme engrais, I, 530.

Granges. Poids qu'elles ont à supporter, II, 489. — Dimensions et dispositions à adopter, II, 491.

Granite. Propriétés de la terre qui en provient, I, 204 à 207.

Greffe. Définition, III, 542. — Conditions qu'elle doit remplir, III, 542. — Son impossibilité entre des plantes de familles différentes, III, 543. — Différents genres usités dans la culture, III, 544. — Greffes par scions, par gemme et en couronne, III, 544 à 546. — Greffe en écusson et en flûte, III, 546.

Grêle. Explication de sa formation, II, 174 à 178. — Ravages qu'elle produit, II, 178. — Paragrêles, II, 178. — Compagnies d'assurance contre la grêle, II, 178.

— Effets de la grêle sur les plantes, VI, 263.
Greniers. Dimensions des greniers à fourrages, II, 493, 494. — Dispositions à adopter, II, 495, 504. — Greniers mobiles, II, 505; V, 567.
Grès. Propriétés de la terre qui en provient, I, 200.
Grésil. Formation, II, 149.
Griffons. Usage dans le midi de la France, III, 118.
Groseilles. Composition des groseilles, IV, 778. — Prix de revient, IV, 779. — Fabrication de l'acide citrique, IV, 779.
Groseillier. Culture, IV, 778. — Rendement, IV, 779.
Guano. Époque de sa découverte, I, 543. — Formation, I, 543. — Composition, I, 544; VI, 156. — Effets sur la végétation, I, 545 à 550. — Durées d'action, VI, 214. — Prix du kilogramme d'azote du guano, I, 551. — Fabrication du guano artificiel, I, 550.
Gypse. Propriétés de la terre qui provient des terrains gypseux, I, 210. — Analyse chimique des pierres à plâtre, VI, 168. — Voyez *Sulfates* et *Plâtre*.

H

Habitation. Emplacement et distribution des bâtiments, II, 472.
Habitation des plantes, VI, 235 à 358.
Haies. Avantages, III, 514 à 516. — Inconvénients, III, 516 à 518. — Arbrisseaux à employer pour fermer les haies de clôture, III, 518. — Haies d'abri, III, 519. — forestières, 521 à 523; — de produit, 523.
Hangars. Dispositions et dimensions à adopter, II, 488.
Haricots. Éléments constitutifs des cendres, I, 89. — Avantages de leur culture, III, 772. — Haricots ramés, III, 773. — Haricots nains, III, 773. — Nature du sol propre à leur culture, III, 774. — Mode de culture, III, 775. — Cultures accessoires, III, 777. — Prix de vente et prix de revient, III, 777 à 779.
Harnachement. Forme et dimension du collier, III, 269. — Collier pour les bœufs, III, 270. — Du joug, III, 270 à 273. — Avantages du joug sur le collier, III, 273.
Herbages. Voyez *Pâturages* et *Herbes*.
Herbes. Causes de la production des plantes herbacées, IV, 361. — Circonstances qui doivent déterminer à faire paître ou à faucher les prairies, IV, 369, 374. — Circonstances dans lesquelles on doit consacrer le terrain à la production des herbages, IV, 374 à 380. — Plantes des terrains humides, IV, 387; des terrains frais, 389; des terrains secs, 390; des terrains acides, 391. — Époque de la végétation des plantes des prairies, IV, 392 à 395.
Herbe de Guinée. Valeur comme fourrage, IV, 501. — Rendement, IV, 502. — Avantages et inconvénients de la culture en France, IV, 503. — Prix de revient, IV, 504.
Herbes parasites. Principales variétés, III, 370 à 373. — Terres gâtées, III, 373 à 379.
Hérédité. Entrée en possession de la terre par hérédité, V, 266 à 270.
Hersage. But de cette opération, III, 559.
Herse. Usage, III, 111. — Herses triangulaires et quadrangulaires, III, 112. — Herse Valcourt, III, 112. — Mode d'attelage des chevaux, III, 113. — Herse concave, III, 113, 114. — Peignes, scarificateurs, griffons, III, 114 à 119. — Emploi pour les semailles, III, 492 à 494.
Hiver. Tracé des lignes isochimènes, II, 215. — Nombre de jours de gelée, et température de l'hiver d'un grand nombre de lieux de l'Europe, II, 216. — Influence des expositions sur l'intensité et la durée des hivers, II, 216. — Température des vents à trois heures pendant l'hiver, II, 192. — Jours de vent et somme des températures en hiver, II, 193. — Direction moyenne des vents, II 243. — Distribution géographique des pluies, II, 265. — Répartition géographique des jours de pluie, II, 286. — Moyenne géographique de la quantité d'eau tombée par jour, II, 298. — Conditions dans lesquelles les neiges persistent, II, 310. — Pronostics du caractère de l'hiver, II, 407, 410 à 412.
Homme. Évaluation de sa force musculaire, III, 38; VI, 333 à 335. — Valeur de la force musculaire des mains et des reins selon le sexe et l'âge, III, 39. — Influence de la taille, III, 39; du poids, 40. — Éléments qui constituent le travail de l'homme, III, 40. — Vitesses maximum, minimum et moyenne, III, 40. — Vitesse sous une charge déterminée, III, 41. — Travail développé dans l'élévation des fardeaux, III, 42 à 45.
Hotte. Emploi pour les transports, III, 275. — Influence du retour à vide sur le prix du transport, III, 277 à 279. — Prix du transport, III, 279, 281.
Houblon. Emploi pour la fabrication de la bière, IV, 233. — Richesse des différen

tes variétés, IV, 233. — Détermination de la richesse, IV, 234. — Analyse des principes minéraux, IV, 235. — Proportion des cônes, des tiges et des feuilles, IV, 255. — Composition de 100 kilogr. de cônes, IV, 256. — Quantité d'azote enlevée au sol par la culture du houblon, IV, 256. — Rendement, IV, 257. — Culture, IV, 238. — Plantation, IV, 239. — Emploi d'échalas dans les cultures, IV, 241. — Fumure, IV, 242. — Maturité, IV, 242. — Récolte, IV, 245. — Dessiccation et emballage, IV, 244. — Soins à prendre après la récolte, IV, 245. — Prix de vente et prix de revient, IV, 245 à 247.

Houe. Construction de la houe à cheval, III, 126. — Travail mécanique, III, 127. — Règlement de l'instrument, III, 128. — Formes qu'on lui donne pour le travail à la main, III, 203 à 205. — Houe des jardiniers, III, 204. — Travail de la houe comparé à celui de la bêche, III, 205.

Houille. Évaluation du travail produit dans les machines à vapeur, III, 26 à 29.

Houillières. Hypothèse pour expliquer leur formation, II, 53.

Huile. Culture des plantes oléagineuses, IV, 138 à 141. — Rendement en huile du colza, IV, 148; de la navette, 149; de la cameline, 151; de la moutarde, 153; de la julienne, 154; du pavot, 155; du sésame, 162; du madia, 169; de l'arachide, 173; du ricin, 176; du carthame, 220. — Emploi de l'huile dans l'alimentation et pour l'industrie, IV, 538 à 540. — Prix de vente et prix de revient de l'huile d'olive selon les situations, IV, 566 à 573. — Huile de noix, IV, 753, 758.

Humidité. Moyen de reconnaître l'hygroscopicité d'une terre, I, 145 à 151. — Fraîcheur de la terre, I, 151 à 153. — Aptitude des terres à attirer l'humidité de l'atmosphère, I, 153. — Influence de l'humidité sur la faculté d'échauffement des terres, I, 166. — Comment une terre peut être fraîche, I, 383 à 385. — Terres humides en hiver, I, 399. — Valeur des terres constamment humides, I, 401. — Valeur comparée des terres selon leur degré d'humidité, I, 402 à 404. — Moyens d'augmenter l'humidité du sol, I, 435; VI, 295; voyez *Irrigations*. — Moyens de dessécher les terrains humides, I, 462 à 468; VI, 296 à 309; voyez *Drainage*. — Marche de l'humidité à l'intérieur de la terre, VI, 75. — Effet sur les plantes, VI, 259 à 261. — Saison végétale d'humidité, VI, 279 à 287. — Ce qu'on doit entendre par un climat humide, II, 161 à 164. — Influence des climats humides sur la végétation, II, 164 à 166. — Influence sur le caractère des saisons, II, 205 à 209. — Phénomènes qui se passent dans un flacon rempli de terre humide et muni d'une ouverture, VI, 300.

Humus. Composition, VI, 86. — Analyse des terres de Versailles, VI, 88. — Matériaux contenus dans les cendres de l'humus, VI, 88. — Absorption de l'humus par les racines des plantes, VI, 89.

Hydrogène. Sa formation par la décomposition de l'eau pour l'alimentation des plantes, I, 118. — Absorption par les végétaux, VI, 34. — Produits hydrogénés contenus dans l'air, II, 40.

Hygromètre. Détermination de l'état hygrométrique de l'air, II, 111 à 113. — Hygromètre de Saussure, II, 111. — Pronostics météorologiques, II, 402.

Hygroscopicité. Définition, I, 151; VI, 74, 266. — Moyen de la reconnaître, I, 149. — Résultat des expériences de Schübler, I, 150. — Influence de l'hygroscopicité sur la valeur des terrains, I, 150. — Effets sur la végétation, VI, 265 à 267. — Propriétés qui en résultent, I, 153. — Influence des dimensions des particules de terre sur l'hygroscopicité, I, 177 à 179. — Importance de la fraîcheur de la terre, I, 151, 294. — Ce qu'on entend par terre fraîche, terre humide et terre sèche, I, 295, 383. — Comment une terre peut être fraîche, I, 383 à 385. — Moyen de déterminer la fraîcheur de la terre, I, 152.

I

Impôt. Influence sur l'extension de la propriété, V, 551 à 554.

Indigo. Introduction en France, IV, 282. — Pays de culture, IV, 283. — Choix du terrain propre à la culture de l'indigotier, IV, 284. — Rendement, IV, 285. — Valeur de la récolte, IV, 286.

Institut agronomique. Sa fondation et ses progrès, VI, 8.

Instruments de culture. Manière dont ils modifient le sol, III, 103. — Instruments perforants, III, 104 à 107. — Instruments destinés à couper la terre en bandes verticales : coutre, râteau, herses, peignes, scarificateur, III, 107 à 119. — Instruments destinés à couper la terre en tranches horizontales, III, 119 à 128.

— Instruments destinés à retourner la terre sur elle-même par bandes, III, 128 à 143. — Charrues, III, 143 à 185.— Bêche, pelle, III, 185 à 200. — Fourche, III, 200 à 202. — Pic, serfouette, binette, III, 205 à 206. — Rouleau, III, 206 à 209. — Semoir, III, 210 à 217. — Faux, faucille, III, 218, 221. — Instruments employés pour détacher les grains de la paille, III, 221 à 245. — Véhicules et instruments de transport, III, 214 à 282. — Machines à élever l'eau, III, 282 à 309. — Achat des instruments aratoires, V, 539.

Iode. Sa présence dans les végétaux, VI, 45.

Irrigations. Emploi de l'eau comme amendement, VI, 135. — Effets de l'irrigation, VI, 137. — Bassinage, VI, 137. — Qualités des terres arrosées, I, 375 à 377. — Caractères qui font la perfection des terres arrosées, I, 377. — Cas où l'eau produit des effets utiles ou nuisibles, VI, 141, 142. — Marcites, VI, 143. — Estimation de l'utilité des irrigations, VI, 143. — Irrigations des terres manquant d'humidité, VI, 188. — Emploi des irrigations comme moyen de diminuer la chaleur, VI, 293. — Moyen d'augmenter l'humidité du sol, VI, 295. — Modification de la cohésion du sol, VI, 321. — Effets de la composition du terrain sur la valeur des terres arrosées, I, 379. — Influence de la rapidité du desséchement des terrains, I, 379. — Consommation des engrais dans les terres arrosées, I, 379, 381 à 383. — Influence de la qualité des eaux, I, 436 à 439; VI, 139 à 141. — Irrigations par immersion et par infiltration, I, 439. — Dispositions à adopter pour l'irrigation des terrains, I, 440. — Influence des pentes, I, 441. — Principes de la théorie des arrosements, I, 442. — Quantité d'eau nécessaire pour l'irrigation, I, 443 à 445; VI, 138. — Cas où la quantité d'eau est trop faible et où le terrain est trop incliné, VI, 139. — Construction des canaux, I, 445 à 447. — Réservoirs artificiels, I, 447 à 450. — Puits en étage, I, 450 à 452. — Puits forés, I, 452 à 454. Machines à élever l'eau, I, 454. — Du prix de revient de l'eau, I, 455 à 458; III, 23; VI, 144. — Valeur de l'amélioration comparée au prix de l'eau, I, 458 à 470. — Colmatage, I, 471. — Culture du blé, III, 659 à 661. — Effets de l'irrigation sur les prairies, IV, 412. — Assolement des terrains arrosés, V, 138. — Irrigations en Lombardie, VI, 137. — Frais d'une irrigation avec l'engrais liquide, VI, 386.

Ivraie (*Ray-grass*). Emploi comme fourrage, IV, 495. — Ray-grass anglais, IV, 495. — Faculté d'épuiser le sol, IV, 496. — Composition, IV, 496. — Semailles et culture, IV, 497. — Rendement et prix de revient, IV, 498. — Ivraie multicolore, IV, 499. — Ray-grass d'Italie, IV, 499; — rendement, IV, 500; — composition et prix de revient, IV, 500.

J

Jachère. Fertilité restituée à la terre par la jachère, d'après Thaër, I, 324. — Répartition des capitaux annuels du fermier dans les cultures avec jachères, I, 355; V, 479. — Estimation du fermage dans les exploitations soumises à la jachère, I, 368 à 372. — Diverses conditions de la jachère, III, 382 à 384. — — Culture du blé, III, 655 à 656. — Culture des navets, IV, 120. — Valeur et coût du système de culture par jachères, V, 197 à 204. — Système de la jachère biennale, V, 508; de la jachère portée à son maximum de fertilité, V, 509 à 514.

Javelage. But de cette opération, III, 584.

Jeaugeage de l'eau, III, 16 à 21.

Journée. Voyez *Ouvriers ruraux*.

Jujubier. Avantages et inconvénients de la culture, IV, 586. — Culture, IV, 586. — Récolte, IV, 587.

Julienne. Rendement en huile, IV, 154.

Jument. Voyez *Cheval*.

K

Kilogrammètre. Définition, III, 5.

L

Labourage à la vapeur, VI, 332.

Labours. Influence sur l'évaporation des terres, I, 385. — Efficacité des labours profonds pour dessécher le sol, I, 467; VI, 299. — But des labours, III, 366. Surface exposée à l'air par les labours, III, 366. — Rapport de la largeur à la profondeur, III, 368. — Labour d'ameublissement du sol, III, 369 à 373. — Epoques des labours d'ameublissement et de nettoiement des terres, III, 379; moyen d'exécuter ces travaux, III, 380. — Coût des labours, III, 382. — Influence

des saisons sur les labours, III, 384 à 386. — Labours à plat, III, 386. — Avantages et inconvénients dos labours à plat, III, 394. — Labour des terrains horizontaux et peu inclinés, III, 387. — Labours propres à niveler les champs, III, 388. — Billons, III. 389. — Contrées cultivées à plat et en billons, III, 391. — Avantages et inconvénients de la culture en billons, III, 392 à 394. — Labour en planches, III, 390. — Dimensions des planches et rigoles extérieures, III, 390.

Lait. Perte de lait occasionnée par le travail des vaches, III, 98. — Prix des fourrages appliqués à la production du lait, IV, 367. — Composition du lait chez différents animaux, VI, 24. — Emploi le plus avantageux du lait, VI, 390.

Landes. Défoncement superficiel, III, 343 à 346. — Conversion en prairie, V, 257.

Latitude. Détermination, I, 187. — Influence sur la quantité de pluie annuelle, II, 256 à 258. — Influence sur le nombre de jours de pluie, II, 281.

Latrines. Voyez *Fosses d'aisance*.

Légumes. Avantages de leur culture, III, 769 à 772. — Voyez *le nom du légume*.

Lentilles. Sols propres à leur culture, III, 797. — Semailles et récolte, III, 797. — Rendement et composition, III, 797. — Prix de vente et prix de revient, III, 798.

Lévigation. Méthode employée pour examiner l'état des particules du sol, I, 172.

Lignes météorologiques. Définition des lignes isothermes, II, 213 ; points les plus hauts et les plus bas, II, 214 ; réduction des températures au niveau de la mer, II, 214. — Définition des lignes isochimènes, II, 215. — Lignes isothères, II, 217 à 219.

Limites des cultures. Voyez *Culture*.

Limon. Caractères, I, 274. — Formation, I, 274. — Composition, I, 274. — Influence dans la végétation, I, 275. — Limon inconsistant, I, 275. — Limon meuble, I, 276. — Analyse des limons de Russie, I, 277. — Limon tenace, I, 278.

Limonier et Limotier. Variétés de l'oranger, IV, 521.

Lin. Pays de production du lin, IV, 337. — Choix de la meilleure variété, IV, 338. — Composition, IV, 339. — Choix du terrain, IV, 339. — Culture, IV, 340. — Engrais, IV, 341. — Faculté d'épuiser le sol, IV, 342. — Culture des lins de printemps, IV, 343 à 346. — Rendement en filasse, IV, 341. — Destruction de la cuscute, IV, 345. — Lin ramé, IV, 346. — Lin d'automne, IV, 346. — Récolte, III, 570 ; IV, 346. — Séparation des graines, IV, 347. — Rouissage, IV, 347. — Teillage, IV, 347. — Proportion relative de la graine et de la filasse, IV, 348. — Prix de revient et prix de vente, IV, 349 à 354. — Valeur et emploi des tourteaux de lin comme engrais, I, 574 ; prix du kilogramme d'azote des tourteaux, I, 574. — Valeur des eaux de rouissage comme engrais, 1, 579.

Litière. Propriétés qu'elle doit avoir, I, 589. — Emploi de la marne, I, 589. — Quantité à employer, I, 590. — Composition des principales substances végétales employées comme litière ou enfouies dans le sol, VI, 163 à 165.

Lizier. Composition, VI, 157.

Locular. Variété d'épeautre, III, 676.

Loges a porcs. Voyez *Porcheries*.

Longitude. Détermination, I, 187.

Loyer des batiments ruraux. Doit-il entrer dans les produits du domaine ? I, 345.

Lumière. Rôle dans la végétation, II, 101. — Influence sur l'acide carbonique de l'atmosphère, II, 102. — Etiolement des plantes, II, 103. — Action de la lumière sur la fructification, II, 103. — Quantité de lumière nécessaire aux plantes, II, 104. — Action des différents rayons du spectre solaire, II, 105. — Instruments pour comparer l'intensité du rayonnement atmosphérique, II, 106. — Détermination des intensités d'action exercées sur les végétaux, II, 107, 108. — Répartition de la lumière à la surface de la Terre, II, 220. — Jours éclairés par le Soleil sur les côtes occidentales, dans les continents et dans les pays de montagnes, II, 221, 222 ; VI, 439. — Jours éclairés par le Soleil pendant l'été, II, 223. — Extinction des rayons solaires dans l'atmosphère, II, 226 ; observations d'Orange et de Saint-Pétersbourg, II, 226.

Lune. Action sur la terre, II, 414. — Action sur l'atmosphère, II, 415 à 417. — Définition des mots périgée, apogée, apside, déclinaison, syzygie, quadrature, II, 418. — Marées, II, 418. — Hauteur du baromètre pour chaque position de la Lune, II, 419 à 422. — Influence de la Lune sur le baromètre, II, 420, 424 à 426. — Hypothèses sur l'influence de la Lune sur le temps, II, 426 à 429. — Rapports entre les changements de Lune et les changements de temps, II, 429 à 433. — Influence de la distance à la Terre sur la production des pluies, II, 434 à 437.

— Influence sur la végétation, II, 437. — Lune rousse, II, 72. — Influence de l'époque lunaire sur la coupe des bois, II, 438 à 443; sur les semis et les plantations, 443 à 447; sur les récoltes, 448; sur les vendanges, 449 à 451.

Lupin. Epoque de la semaille, I, 560; VI, 380. — Semence à employer par hectare, I, 561; VI, 380. — Sols qui lui conviennent, I, 561. — Composition de la plante desséchée, I, 561. — Effet du sulfate de chaux sur le lupin, VI, 203. — Prix de vente et prix de revient, VI, 380. — Emploi de la semence comme engrais, I, 561. — Usage du lupin comme engrais vert, I, 560; VI, 380; prix du kilogramme d'azote de cet engrais, VI, 381.

Lupuline (*Minette*). Terre propre à sa culture, IV, 474. — Semailles et culture, IV, 475.

Luzerne. Origine, IV, 423. — Composition des sols propres à sa culture, I, 257, 258; IV, 431; VI, 348 à 353. — Valeur des débris et des racines comme engrais I, 567. — Valeur du fumier appliqué à la culture de la luzerne, I, 659 à 664. — Culture en Italie, IV, 424. — Circonstances climatériques qui favorisent la végétation de la luzerne, IV, 425. — Valeur successive des coupes, IV, 426. — Effets de la gelée, IV, 427. — Composition de la luzerne, IV, 427. — Culture sur les différents sols, IV, 428 à 430. — Effet améliorant, IV, 430. — Fumure, IV, 430 à 433. — Effet du sulfate de chaux sur les luzernières, IV, 200 à 202. — Durée de la luzerne, IV, 433. — Rhizoctone et cuscute, IV, 435. — Attaques des insectes, IV, 436. — Semis, IV, 438. — Semis d'automne, IV, 439 à 441; de printemps, 441; en lignes, 442. — Transplantation, IV, 442. — Soins de culture, IV, 442. — Fauchage, pâturage, défrichement, IV, 443. — Prix de vente et prix de revient, IV, 444.

M

Machines. Emploi des machines à élever l'eau pour l'amendement des terres, I, 454. — Évaluation du travail des machines, VI, 336. — Évaluation du travail produit dans les machines à vapeur à haute et basse pression, III, 28. — Prix du travail de la vapeur, III, 28 à 30. — Avantage des machines à vapeur sur les moteurs animés, III, 30 à 32. — Rôle des machines dans la transmission des forces, III, 101. — Perte de force qu'elles occasionnent, III, 101. — Division en cinq classes des instruments d'agriculture, III, 102. — Avantages que présentent les machines à battre, III, 226 à 228; — parties constituantes des machines à battre, III, 228 à 230; — quantité de grains débitée par heure, III, 230; — brisement de la paille, III, 231; — avantages de la facilité du transport des machines à battre, III, 231; — économie qui résulte de l'emploi des machines à battre, III, 232, 233; — annexion des cribles et des tarares aux machines à battre, III, 236. — Division des machines hydrauliques, III, 283; machines à percussion, III, 283; agissant par l'adhérence de l'eau, 284; employant la force d'inertie, 284 à 287; employant une force agissant en sens contraire de la pesanteur; roue et chapelet hydraulique, 287 à 293; agissant par l'effet du plan incliné, 294. — Pompes, III, 295 à 300. — Emploi du vent comme moteur pour élever l'eau, III, 300. — Machine de M. Amédée-Durand, III, 301; prix de revient et coût du travail, III, 302. — Application du moteur à vent à l'irrigation, III, 303. — Coût de l'entretien des machines, V, 411. — Importance de l'invention des machines à moissonner, VI, 399 à 403. — Considérations sur les machines, par M. Auguste de Gasparin, VI, 455 à 486. — Du plan incliné comme grande machine agricole, par le même, VI, 489 à 538.

Maçonnerie. Choix de la saison, pour les constructions en maçonnerie, II, 534. — Fondations, II, 534. — Établissement des murs, II, 535 — Épaisseur et résistance des murs, II, 535. — Établissement des cheminées, des fosses d'aisance, II, 536. — Établissement des murs en pisé, II, 536 à 540. — Différents modes de constructions hydrauliques, II, 557.

Madia. Avantages et inconvénients de sa culture, IV, 166. — Quantité de pluie et de chaleur nécessaire, IV, 167, 168. — Composition, IV, 169. — Rendement en huile, IV, 169. — Faculté d'épuiser le sol, IV, 169 à 171. — Culture, IV, 171. — Prix de revient, IV, 172. — Emploi comme fumure verte, I, 564. — Richesse en azote, I, 564. — Composition et emploi des tourteaux de madia comme engrais, I, 574; IV, 169; — prix du kilogramme d'azote, I, 574.

Magnaneries. Voyez *Vers à soie*.

Magnésie. Dosage des sels de magnésie solubles dans l'eau, I, 52; des sels

insolubles dans l'eau, 57. — Forme sous laquelle on rencontre la magnésie dans les terres arables, I, 81. — Détermination de la quantité contenue dans la terre, VI, 362. — Caractères des terres magnésiennes, I, 273. — Absorption de la magnésie par les végétaux, I, 81. — Action de la magnésie sur les différents sols, I, 81. — Rôle de la magnésie dans la végétation, VI, 54. — Quantité contenue dans l'eau de pluie, VI, 106.

Maïs. Éléments constitutifs des cendres, I, 89, 99. — Région de la culture du maïs, II, 354 à 356. — Avantages de la culture du maïs, III, 745. — Variétés à grains jaunes et à grains blancs, III, 746 à 748. — Parties constituantes, III, 748. — Engrais, III, 749 à 753. — Mode de culture, III, 753 à 758. — Récolte, III, 758 à 760. — Cultures associées au maïs, III, 760. — Maladies du maïs, III, 761. — Prix de vente et prix de revient, III, 762 à 766. — Emploi comme fourrage, IV, 509. — Quantité de fourrage sec récolté par hectare, IV, 510. — Détails de la culture du maïs fourrage, IV, 510; — valeur nutritive, IV, 511; — prix de revient, IV, 512.

Mancherons. Emploi dans la charrue comme moyen transitoire de faire varier les points d'application de la force, II, 153. — Application de la force de l'homme, III, 153. — Dimensions, III, 154. — Emploi dans les semoirs pour régler l'enfrure, III, 215, 216.

Manganèse. Détermination de la quantité contenue dans la terre, I, 57. — Terrains dans lesquels on le rencontre, I, 95. — Effets sur la végétation, I, 95; VI, 56.

Mangeoires. Dispositions à adopter pour les écuries, II, 481; — dans les étables, II, 484. — Dimensions des crèches de bergerie, II, 486.

Marais. Terrains paludiens, I, 219; — composition, 220. — Fertilité des marais, I, 220. — Évaporation des marais salants, II, 514. — Valeur et emploi des plantes marécageuses comme engrais, V, 213.

Marchés. Influence de leur distance sur la valeur des exploitations rurales, I, 427.

Marcites. Revenu par hectare, IV, 412. — Irrigations dans le Milanais, IV, 143.

Marcotte. Définition, III, 541. — Choix des ges, III, 541.

Marcs. Utilisation comme engrais, I, 572. — Richesse en azote, I, 572. — Marcs d'olive, I, 573. — Prix du kilogramme d'azote fourni par cet engrais, I, 573. — Valeur et emploi des marcs de pommes à cidre, de raisin et de pommes de terre, I, 578.

Marées. Définition, II, 418.

Margal. Voyez *Jvraie*.

Marne. Composition, I, 73, 75, 78. — Détermination de la proportion de carbonate de chaux qu'elle renferme, I, 79. — Analyse chimique de la marne, VI, 167. — Formation de la marne dans le sol, I, 73. — Différents aspects de la marne, I, 74. — But de son emploi, I, 74; VI, 317. — Différences observées dans ses effets sur la végétation, I, 75 à 77. — Moyen d'apprécier les qualités relatives des marnes I, 78. — Avantages de l'emploi des marnes, I, 79. — Influence de l'époque de leur formation sur leur puissance fertilisante, I, 80. — Quantité à employer par hectare, I, 639. — Mode d'action, I, 639. — Signes auxquels on reconnaît la nécessité de renouveler les marnages, I, 641. — Frais de marnages, I, 641 — Rôle de la marne dans l'alimentation des plantes, I, 484. — Emploi en litière, I, 589 — Propriétés des litières de marne, I, 590. — Emploi des sondages comme moyen de recherche, I, 638.

Marrons. Choix des principales variétés, IV, 744. — Valeur nutritive, IV, 746. — Prix de revient, IV, 750. — Dessiccation et blanchissage, IV, 751 à 753.

Matériaux de construction. Moellons ou pierres à bâtir, II, 507 à 511. — Pierres de taille, II, 511 à 513. — Briques, II, 513 à 515. — Mortier, II, 515 à 521. — Béton, II, 522. — Plâtre, II, 523. — Pisé, II, 524 à 527. — Bois, II, 527 à 529. — Fer, torchis, II, 529.

Maturation. Époque météorologique où elle se produit, II, 99 à 101.

Maurelle ou Tournesol. Emploi comme matière tinctoriale, IV, 294. — Pays de culture, IV, 294. — Choix du terrain, IV, 295. — Préparation du terrain et culture, IV, 296. — Rendement, IV, 297. — Extraction de la matière colorante, IV, 297. — Prix de vente et prix de revient, IV, 298.

Mécanique agricole. Son but, III, 1 à 3. — Sujets qu'elle embrasse, III, 4. — Définition des principaux termes employés, III, 4 à 6. — Division en cinq classes des instruments d'agriculture, III, 102.

Melon. Variétés, IV, 193. — Choix de l'exposition, IV, 194. — Température nécessaire, IV, 194. — Préparation du terrain, IV, 195. — Maturité, IV, 196. — Produit, IV, 197. — Melon d'eau, ou pastèque. Voyez *Pastèque*.

Merl. Valeur comme engrais, I, 587; VI, 107. — Quantité à employer par hectare, I, 587. — Composition, I, 588.
Métayage. Définition, V, 317. — Situation relative du propriétaire et du colon, V, 319 à 324. — Rôle du propriétaire de biens en métayage, V, 621 à 623.
Météil. Définition, I, 517. — Avantages et inconvénients de la culture, III, 717 à 719.
Météores. Action de la Lune sur les météores, II, 426 à 434.
Météorognosie. Définition, II, 26. — Son objet, II, 374. — Circonstances météorologiques probables pour certaines époques, II, 376. — Pronostics météorologiques fournis par les animaux, II, 378 à 381. — Pronostics tirés des végétaux, II, 381; de l'état du ciel, 382 à 386; du baromètre, 386 à 400; du thermomètre, II, 401; de l'hygromètre, II, 402. — Prévision du caractère des saisons et des années futures, II, 403 à 414. — Pronostics fondés sur la position et les mouvements de la Lune, II, 414 à 451.
Météorologie. Définition, II, 26. — Divisions, II, 26. — But de la météorologie agricole, II, 26. — Lois météorologiques des assolements, V, 122 à 151.
Méthode historique, pour apprécier la valeur des terrains, I, 334. — Estimation en bloc, I, 335 à 339. — Estimation parcellaire, I, 339 à 341. — Estimation détaillée par les récoltes et les frais, I, 341 à 366.
Meules. Mise du foin en meules, III, 582 à 584.
Miasmes. Formation dans l'atmosphère, II, 40. — Fièvres causées par les miasmes, II, 40 à 42. — Production des miasmes par les terres soumises pour la première fois à la culture, II, 42. — Difficulté de trouver la cause des miasmes, II, 43. — Constatation des matières organiques dans l'air, II, 44. — Précautions à prendre contre les miasmes, II, 46.
Millet. Avantages de sa culture, III, 740. — Variétés, III, 741. — Mode de culture, III, 741. — Produit de la récolte, III, 742. — Prix de vente et prix de revient, III, 745 à 745.
Minette. Voyez *Lupuline*.
Moellons. Voyez *Pierres à bâtir*.
Moha. Emploi comme fourrage, IV, 508. — Rendement et culture, IV, 508. — Choix du terrain, IV, 508. — Prix de revient, IV, 509.
Moissonneuses. Importance de leur invention, VI, 399 à 403.
Montagnes. Influence du déboisement des montagnes sur la diminution des pluies et les crues des fleuves, II, 15 à 157; sur la distribution des pluies, II, 202.
Mortier. Chaux propres à sa fabrication, II, 515 à 517. — Composition des mortiers ordinaires, II, 518. — Rôle du sable dans le mortier, II, 519. — Précautions à prendre dans la fabrication des mortiers à chaux grasse, II, 519. — Importance de la qualité des mortiers dans les constructions, II, 520. — Corroyage des mortiers, II, 521. — Vannages à mortiers, II, 521. — Béton, II, 522. — Pisé, II, 524 à 527. — Torchis, II, 550. — Composition et emploi des ciments, II, 559.
Moteur. Voyez *Force*.
Moulins. Emploi pour la fabrication des mortiers II, 521. — Travail des moulins à vent; expériences de Coulomb et de M. Poncelet, III, 12 à 14.
Moutarde. Rendement en huile, IV, 153. — Emploi et culture de la moutarde blanche et noire, IV, 153.
Moutons Valeur des excréments comme engrais, I, 541. — Quantité de fumier produite et composition du fumier, VI, 153. — Prix du kilogramme d'azote fourni par les excréments, I, 541, 677; VI, 392 — Mode d'emploi du crottin de brebis, I, 542. — Prix des fourrages appliqués à leur nourriture, IV, 368. — Examen du mode d'exploitation par le parcage, V, 269. — Emplacement occupé par chaque tête de mouton dans les bergeries, II, 485. — Composition du lait de brebis, VI, 24. — Compte d'un engraissement de moutons, VI, 391. — Voyez *Bergeries*.
Moyettes Construction, III, 585.
Mulets. Travail comparé à celui du cheval, III, 85; VI, 357. — Résistance à la fatigue et sobriété, III, 86. — Prix d'achat, III, 87. — Prix de revient du travail, III, 87. — Dépense et travail annuels des mules, V, 365.
Mûriers. Limites de leur culture, II, 337 à 343; IV, 697. — Variétés connues des anciens, IV, 697. — Importance de leur culture, IV, 698. — Limites économiques de la culture des mûriers, IV, 699. — Végétation, IV, 700 à 705. — Espèces et variétés, IV, 705 à 707. — Constitution des feuilles, IV, 705. — Poids et nombre des feuilles et produit en soie, IV, 05. — Composition chimique des feuilles, IV, 708 à 712. — Durée de la vie des mûriers et faculté productive aux différents âges, IV, 712 à 717. — Mode de propagation et frais de culture des mûriers, IV, 717 à 723. — Taille, IV, 725 à 728.

— Prix de vente et prix de revient des feuilles de mûrier, IV, 728 à 731.

Murs. Précautions à prendre dans leur construction, II, 535. — Épaisseur suivant les matériaux, II, 535. — Principes à observer dans l'établissement des maçonneries en pisé, II, 536. — Fondations des maçonneries en pisé, II, 536. — Mode de construction en pisé, II, 537 à 540. — Construction des murs de soutènement pour les chemins, II, 566.

N

Navets. Inconvénients et avantages de leur culture, IV, 115. — Variétés, IV, 116. — Composition, IV, 117; VI, 207. — Terrains et climats propres à la culture, IV, 118. — Engrais, IV, 118 à 120. — Culture jachère, IV, 120 à 123. — Culture dérobée, IV, 123. — Valeur nutritive, IV, 123. — Prix de revient, IV, 124. — Effets des phosphates appliqués à leur culture, VI, 207 à 209.

Navette. Avantages et inconvénients de la culture, IV, 149. — Rendement en huile, IV, 149. — Semailles, culture et récolte, IV, 150. — Rendement, IV, 150 — Emploi comme fumure verte, I, 565. — Époque de la semaille et de l'enfouissement, I, 565.

Neige. Formation, II, 148. — Neiges polaire, ordinaire et élémentaire, II, 148. — Estimation de la quantité d'eau qui résulte des neiges, II, 148. — Tableau de la quantité de pluie et de neige qui tombe en Europe, II, 274 à 281. — Tableau du nombre de jours de pluie et de neige, II, 290 à 297, 312, 313. — Effet protecteur de la neige par rapport aux récoltes, II, 308; VI, 262. — Différence entre la température sous la neige et sur la neige, II, 309. — Influence de la neige dans le midi de la France, II, 309. — Conditions dans lesquelles les neiges persistent pendant l'hiver, II, 310. — Répartition des neiges en Europe, II, 311. — Époques des principales chutes de neige, II, 311. — Influence de la neige sur les vents, II, 311. — Pronostics météorologiques. Voyez *Pronostics*.

Nicotine. Propriétés vénéneuses, IV, 305. — Proportions contenues dans le tabac, IV, 307.

Nitrates. Dosage des nitrates, I, 53. — Influence des nitrates dans les terres, I, 125. — Mode de formation des nitrates, I, 126; VI, 395. — Valeur comme engrais, I, 507. — Moyen d'obtenir le salpêtre, I, 508. — Efficacité des nitrates de soude, I, 509. — Résultats de l'emploi du nitrate de soude dans le nord de la France, I, 510. — Extension de l'emploi du nitrate de soude en Angleterre, I, 511. — Résultats obtenus par le nitrate d'ammoniaque employé comme engrais, I, 515. — Prix du kilogramme d'azote fourni par les nitrates, I, 508, 509.

Nitrique (acide). Quantité contenue dans l'eau d'écoulement des drains, VI, 98; dans l'eau de pluie, 100 à 102 — Formation de l'acide nitrique dans les eaux de pluie, I, 127 à 130; II, 36.

Noir de raffinerie. Effet comme engrais, I, 521, 523; VI, 195. — Composition, I, 521 à 523. — Sa décomposition à l'air, I, 524. — Fixation de l'ammoniaque, I, 524. — Prix du kilogramme d'azote du noir, I, 525.

Noisetier. Culture, IV, 761.

Noix. Mode de récolte, III, 567. — Extraction de l'huile, IV, 753. — Conservation des noix, IV, 757.

Nomenclature des terres. Voyez *Classification*.

Noria. Description, III, 290. — Rapport de la force employée à l'effet utile, III, 291. — Prix de revient de l'eau élevée par les norias, III, 292. — Machine à chapelets, III, 293.

Nourriture. Voyez *Aliments*.

Noyer. Avantages de la culture, IV, 754. — Végétation, IV, 755. — Variétés, IV, 755. — Formation des pépinières, IV, 756. — Plantation et greffe, IV, 756. — Rendement, IV, 758 à 761.

Nuages. Formation, II, 129. — Explication de leur élévation, II, 130. — Élévations maxima et minima, II, 130. — Cumulus, II, 131. — Cirrus, stratus, II, 131. — Cirro-stratus, cirro-cumulus, cumulo-stratus, nimbus, II, 132. — Aspect des nuages électrisés, II, 132. — Influence des nuages sur la végétation, II, 132. — Moyen de déterminer la nébulosité des climats, II, 133. — Étendue, épaisseur, masse des nuages, II, 133. — Tableau des moyennes mensuelles des nébulosités observées à Orange, II, 134. — Masses des nuages comparées aux effets calorifiques du soleil, II, 134. — Effets des nuages sur les jours clairs et les jours couverts, II, 136. — Influence des nuages sur la transmission des rayons calorifiques, II, 136, 137, 143 à 147; sur l'évaporation de l'eau, II, 117. — Formation des nuages chargés d'électricité contraire, II, 169. — Pronostics météo-

rologiques déduits de la disposition des nuages, II, 384.

O

Œillette. — Voyez *Pavot*.
Oignons. Variétés, IV, 200. — Composition, IV, 200. — Choix du terrain, IV, 201. — Culture par transplantation, IV, 201 à 203. — Culture par semis, IV, 203. — Prix de vente et prix de revient, IV, 204. — Rendement, IV, 204.
Olives. Cueillette des olives, III, 567; IV, 563 à 536. — Composition des olives, IV, 545 à 547. — Prix de vente et prix de revient de l'huile d'olive selon les situations, IV, 566 à 573. — Emploi et valeur des marcs d'olive comme engrais, I, 573. — Prix du kilogramme d'azote de ces engrais, I, 5 3.
Oliviers. Position de la région cultivable en Europe, II, 337. — Pays de culture, et limites de la région, II, 338 à 343. — Division de la région, II, 343. — Circonstances météorologiques de la région, II, 344, 345. — Agriculture de la région, II, 346. — Quantité de chaleur nécessaire à la culture des oliviers, II, 344. — Avantages de leur culture, IV, 541. — Prix du fumier appliqué à leur culture, I, 671. — Influence de la gelée et des dégels sur la mortalité des oliviers, II, 57. — Influence de la position des plantations sur la culture, II, 323. — Mode de végétation, IV, 542 à 544. — Durée des oliviers, IV, 544. — Variétés, IV, 547 à 549. — Moyen d'obtenir des plants et prix de revient des pépinières, IV, 550 à 552. — Terrains propres à la culture, IV, 553. — Plantation, IV, 554 à 558. — Culture annuelle, IV, 558 à 560. — Taille, IV, 560 à 562. — Maladies des oliviers, IV, 562.
Opium. Frais de production de l'opium, IV, 159 à 161.
Orages. Phénomènes qui les accompagnent, II, 146. — Cause qui les produit, II, 171. — Effets de la foudre, II, 172 à 174. — Orages linéaires et rayonnants, II, 229. — Orages de 1783, II, 230 à 233. — Orages de la zone équinoxiale, II, 233. — Nombres moyens d'orages dans différents lieux, II, 234. — Influence des orages sur la végétation, II, 235. — Epoque où ils se produisent, II, 236.
Orangers. Limites de leur culture, II, 341; IV, 518. — Variétés, IV, 520. — Bigaradier, Bergamotier, limotier, limonier, cédratier, IV, 520. — Semis, IV, 522. — Arrosage, IV, 523. — Plantation, IV, 524. — Fumure, IV, 524. — Taille, IV, 525. — Récolte des fleurs, IV, 525.
Oranges Cueillette des oranges, IV, 526. — Prix de vente et prix de revient des oranges, IV, 527.
Orge. Faculté d'épuiser le sol, I, 323. — Propriétés et usages, III, 101. — Variétés: espèce sur six rangs, espèce sur deux rangs, III, 693 à 6 5 — Mode de végétation, III, 695. — Parties constituantes, III, 696 à 698. — Sol propre à sa culture, III, 698. — Engrais et rendement, III, 699 à 701. — Mode de culture, III, 701 à 705 — Prix de vente et prix de revient, III, 704 à 706. — Emploi de l'orge comme fourrage vert, IV, 507.
Os. Effet des os pulvérisés comme engrais, I, 525. — Composition des os, I, 525 — Effet sur la végétation, I, 98, 526 — Durée totale de l'action des os, I, 527. — Prix du kilogramme d'azote des os, I, 527. — Solubilité des os dans l'acide sulfurique, I, 530.
Ouvriers ruraux. Portion des produits attribués pour le payement de leur travail, I, 347. — Profits des ouvriers ruraux, I, 348. — Conditions dans lesquelles on acquiert leur travail, III, 34. — Travail à la journée et à l'année, III, 35. — Travail à la tâche, III, 35. — Fermage et travail par association, III, 36 à 38. — Variation de la durée des journées, III, 45. — Durée des journées dans le département de Vaucluse et aux colonies anglaises, III, 46. — Mesure du travail journalier, III, 47. — Nombre de mètres cubes de terre déblayés par jour suivant la force de l'ouvrier, III, 48. — Limites entre lesquelles varie le travail d'un ouvrier à la tâche et à la journée, III, 48. — Limites du prix de la journée, III, 49 à 51. — Entretien des ouvriers, III, 51. — Fixation du salaire, III, 52. — Subsistance de l'ouvrier rural, V, 297. — Composition de la nourriture normale, III, 52. — Ration d'entretien, III, 52. — Proportion à ajouter à la ration d'entretien dans les journées de fatigue, III, 54. — Nourriture de la famille, III, 54. — Nature et principes de l'alimentation, V, 387 à 389. — Nature de l'alimentation suivant le travail, V, 389 à 391. — Variation de la nourriture suivant les climats, V, 391, 393. — Dépenses d'entretien autres que la nourriture, III, 55 à 57. — Coût du travail des femmes et

des enfants, III, 58. — Prix moyen de la journée de travail en Angleterre et en Allemagne, III, 59. — Circonstances qui influent sur le bien-être de l'ouvrier, III, 60 — Prix de la journée à différents âges, III, 61. — Salaire des valets de ferme, III, 62. — Prix de la journée selon les travaux, III, 63 à 64. — Prix du travail de l'homme comparé à celui du cheval, III, 84. — Salaire des ouvriers supplémentaires, V, 413.

Oxyde de fer. Voyez *Fer*.

Oxygène. Son rôle dans l'alimentation des plantes, I, 118, 479 ; II, 30. — Absorption par les terres, I, 159. — Circonstances dans lesquelles se produit l'absorption, I, 160. — Causes qui augmentent la faculté d'absorption des terres, I, 160. — Quantité d'oxygène absorbée par la respiration, II, 30. — Rôle de l'oxygène dans la respiration des plantes, VI, 30; dans la formation des acides végétaux, VI, 35. — Sa combinaison directe avec l'azote de l'air, VI, 395.

P

Pain. Composition, V, 562. — Valeur nutritive des différentes qualités, V, 562.

Pavelle. Variété de l'orge, III, 695.

Panais. Composition, IV, 113. — Sol propre à leur culture, IV, 114. — Mode de culture, IV, 114.

Paniers. Emploi pour les transports, III, 274. — Influence des retours à vide sur le prix du transport, III, 277 à 279. — Prix du transport par paniers, III, 279. 281.

Paratonnerre. Usage, II, 172.

Parcage. Avantages du parcage pour l'utilisation des excréments, I, 542. — Quantité d'azote fournie par un parc de cent moutons, I, 543. — Examen du mode d'exploitation par le parcage, V, 210.

Particules. Leur agrégation dans le sol, I, 171. — Manière de les séparer, I, 179. — Méthode de lévigation, I, 172. — Formes qu'elles affectent dans les différentes terres, I, 173 à 175. — Dimensions des particules, I, 176. — Influence de leur dimension sur la pesanteur spécifique des terres, I, 176; sur l'hygroscopicité, 177 à 179; sur la ténacité, 179 à 181.

Pastel. Pays de culture, IV, 290. — Choix du terrain propre à sa culture, IV, 290. — Engrais, IV, 290. — Variétés, IV, 291. — Semailles et culture, IV, 291. — Récolte et rendement, IV, 292. — Extraction de la matière tinctoriale, IV, 282. — Fabrication des coques, IV, 292. — Prix de vente et prix de revient, IV, 293. — Uredo, IV, 292.

Pastèques. Culture en Italie, IV, 184, 189. — Avantages de la culture, IV, 190. — Choix du terrain et mode de culture, IV, 190. — Engrais, IV, 191. — Arrosage, IV, 192. — Produit, IV, 192. — Maladies des pastèques, IV, 193

Patates. Avantages de leur culture, IV, 56. — Difficulté de l'introduction des patates dans les régions centrales du continent, IV, 56. — Composition, IV, 58. — Valeur nutritive, IV, 60. — Engrais, IV, 61. — Température, IV, 61. — Variétés, IV, 62. — Culture, IV, 65 à 65. — Comptes comparés de la culture des patates à celle des pommes de terre, IV, 65 à 69.

Pâturages. Position de la région des pâturages en Europe, II, 337. — Circonscription de la région, II, 365 à 367. — Division en sous-régions, II, 366. — Caractères météorologiques de la région, II, 367 à 369 — Agriculture de la région, II, 369 à 371. — Circonstances qui doivent déterminer à faire pâturer les prairies, IV, 369 à 374. — Soins de conservation des pâturages, IV, 400. — Etaupinage, IV, 401. — Enclos, IV, 402. — Pâturage à la corde, IV, 416. — Assolements avec pâturages, IV, 137. — Division des pâturages en deux espèces, V, 161. — Causes de leur transformation en champs cultivés, V, 162 à 166. — Circonstances qui conduisent à transformer les terres labourables en herbages, V, 169. — Causes qui doivent favoriser la transformation des terrains en pâturages, V, 169 à 172. — Système à adopter pour la conversion des terrains en pâturages, V, 506 à 508. — Valeur du capital annuel dans les fermes à pâturages, I, 336.

Pavot ou Œillette. Avantages de la culture, IV, 154. — Composition, IV, 154. — Rendement en huile, IV, 155. — Valeur des tourteaux, IV, 155. — Produit de l'œillette par hectare, IV, 156. — Variétés, IV, 156. — Culture et récolte, IV, 157 à 159. — Culture pour l'opium, IV, 159 à 161. — Prix de vente et prix de revient, IV, 161.

Pêcher. Culture et produit, IV, 738.

Peigne (Herse). Usage, III, 114. — Peigne Machon, III, 115.

Pelle. Usage, III, 186. — Variétés, III, 187. — Appréciation du travail mécanique des pelles, III, 188 à 191. — Ravale, III, 191.

Pelleversage. But de cette opération, III, 179. — Emploi de la méthode de pelle-

versage pour les défoncements profonds, II, 341 à 345.
Pentes. Influence de l'inclinaison du sol sur la culture et la stabilité des terres cultivées, I, 194. — Influence des pentes sur l'irrigation, I, 441.
Pérugée. Définition, II, 417.
Perméabilité. Définition, VI, 267. — Temps employé par l'eau pour traverser des couches de nature différente, VI, 278. — Caractères des terrains perméables, VI, 269.
Persicaire. Terrain propre à sa culture, IV, 286. — Culture, IV, 287. — Engrais, IV, 287. — Fauchage, IV, 287. — Extraction de la matière tinctoriale, IV, 288. — Prix de vente et prix de revient, IV, 289.
Pesanteur spécifique des terres, I, 137 à 139 — Influence des dimensions des particules de terre sur la pesanteur spécifique, I, 176.
Phosphates. Dosage des phosphates contenus dans la terre, I, 58; VI, 362. — Rôle des phosphates dans la composition des corps animaux, I, 96. — Ils forment un élément constitutif des végétaux, I, 97. — Rôle des phosphates dans la composition des sols, I, 98, 501; VI, 103. — Effet des phosphates sur les plantes, VI, 204 à 209; VI, 42 à 44. — Effets du phosphate d'ammoniaque sur la végétation, I, 516. — Quantité de phosphates enlevée à la terre par les récoltes, I, 527 à 550. — Proportion de phosphates contenue dans les eaux de pluie, II, 38. — Engrais convenant aux terres manquant de phosphates, VI, 194 à 196.
Physiologie. Objet de cette science, III, 314 à 317.
Pic. Emploi, III, 203. — Évaluation du travail des pics, III, 205.
Pied-d'oiseau. Valeur comme fourrage, IV, 471. — Culture, IV, 492.
Pierres a batir. Choix des moellons, II, 507. — Qualité qu'on doit rechercher dans les moellons, II, 508. — Pierres gélives, II, 508. — Résistance des pierres à l'écrasement et pesanteur des pierres, II, 509. — Importance de la forme et des dimensions des pierres, II, 510, 511. — Avantages de l'emploi des pierres de taille, II, 511. — Caractères qui distinguent les pierres de taille des moellons, II, 512. — Matériaux qui peuvent remplacer les pierres de taille, II, 512.
Pigeons. Emploi et valeur de la colombine comme engrais, I, 551; VI, 154.
Pin. Emploi et valeur des jeunes pousses comme engrais, II, 554; V, 212.
Pincement. but et effet de cette opération, III, 549. — Époque à laquelle on doit la pratiquer, III, 550.
Pioche. Emploi de cet instrument, III, 203.
Pisé. Terre propre à la fabrication du pisé, II 524. — Moyen de reconnaître les meilleures terres à pisé, II, 525. — Composition des terres à pisé, II, 525. — Emploi du pisé, II, 527. — Construction des murs en pisé, II, 536 à 540.
Pistache de terre. Voyez *Arachide*, IV, 172.
Plaines. Influence des plaines sur la distribution des pluies, II, 263.
Plan incliné considéré comme grande machine agricole, VI, 489 à 538.
Planches. Emploi pour les toitures, II, 557.
Planchers. Ordre de leur établissement dans les maçonneries, II, 535. — Construction des planchers, II, 541. — Résistance des poutres, II, 542 à 545.
Plantations. Définition, III, 439. — Distance à mettre entre les plantes, III, 467. — Époque des plantations, III, 523 à 525. — Préparation du terrain, III, 526. — Préparation des sujets à transplanter, III, 527 à 531. — Creusement des fosses et exécution des plantations, III, 530 à 537 — Soins ultérieurs à donner aux plantations d'arbres, III, 537. — Fourtures, III, 538 à 541. — Marcottes, III, 541. — Transplantation des plantes herbacées, III, 509 à 512; des plantes vivaces et des arbres, 512 à 514. — Influence des époques lunaires sur les plantations, II, 443 à 447. — Importance des plantations d'arbres auprès des bâtiments ruraux, II, 458.
Plantes. Voyez *Végétaux*.
Plantoir. Plantoir des jardiniers et plantoir à deux branches, III, 103. — Plantoir pour le blé, III, 105. — Rouleau-plantoir de M. A. de Gasparin, III, 105. — Main-d'œuvre nécessaire pour exécuter les semailles avec les plantoirs, III, 487.
Plâtre. Quantité contenue dans le sol, I, 82. — Détermination de la quantité de plâtre contenue dans un terrain, I, 91, 626 — Effets du plâtre sur la végétation, I, 83, 624; VI, 41. — Manière d'employer le plâtre, I, 628. — Plantes sur lesquelles il a le plus d'action, I, 83 — Différence entre les plantes plâtrées et celles qui ne le sont pas, I, 90. — Sols auxquels il convient le mieux, I, 83. — Effets du plâtre sur les terrains dépourvus de carbonate de chaux, I, 625. — Mode d'action du plâtre sur les terres, I, 84 à 89. — Quantité de plâtre contenue dans les cendres des récoltes, I, 89. — Emploi du plâtre cuit et cru, I, 626. — Emploi du

plâtre en couverture, I, 627. — Cuisson, qualité et emploi du plâtre dans les constructions, II, 523.

Pluie. Quantité fournie au sol, I, 119. — Quantité enlevée au sol par l'évaporation, I, 118; II, 122. — Formation de l'ammoniaque et de l'acide nitrique dans l'eau de pluie, I, 122 à 130; II, 35; VI, 100. — Sels dissous dans les eaux de pluie, II, 37 à 39; VI, 105. — Formation de la pluie, II, 140. — Hypothèses imaginées pour expliquer cette formation, II, 141. — Udomètre, II, 147. — Influence des vents sur la pluie, II, 150. — Influence des déboisements sur la diminution des pluies, II, 152; observation concernant les bassins de Paris et de Milan, II, 153. — Accroissement progressif du nombre de jours de pluie, II, 155. — Comparaison des pluies de l'année entière à celles de l'été, II, 155. — Effets des pluies sur la végétation, II, 157 à 161; VI, 78, 261. — Moyen d'apprécier la bonne ou la mauvaise répartition des pluies, II, 161. — Formation et fréquence des orages, II, 228 à 256. — Influence des pluies sur le caractère des climats, II, 252. — Bande équatoriale à pluies d'été, II, 253. — Distribution des pluies selon les régions, II, 253 à 256. — Influence de la latitude sur la quantité totale annuelle de pluie, II, 256; quantité totale annuelle pour un grand nombre de lieux, II, 256, 258. — Causes modificatrices des pluies, II, 258. — Influence de l'altitude des lieux sur l'abondance des pluies, II, 258. — Quantités annuelles de pluie mesurées dans les vallées du Rhône, de la Saône, du Danube, du Pô et du Rhin, II, 260. — Influence des circonstances locales sur la quantité annuelle, II, 261. — Tableau des lieux des plus fortes pluies, II, 261 — Influence de la situation des lieux et du trajet des vents humides sur la production de la pluie, II, 263 — Distribution géographique des pluies, II, 264 — Répartition des quantités de pluie selon les saisons, II, 264. — Prédominance des pluies d'automne sur les pluies d'été, sur les bords de la Méditerranée, II, 265. — Bandes des pays à pluies d'automne et à pluies d'été, II, 265, 266. — Courbes représentant les quantités de pluie des deux bandes, II, 270. — Répartition des pluies par mois, II, 267. — Variation des quantités mensuelles de pluie, II, 267. — Tableau des quantités mensuelles et totales de pluie observées dans les contrées de l'Europe, II, 269. — Influence des pluies du printemps et d'été sur les récoltes, II, 271 à 273. — Tableau de la quantité de pluie qui tombe dans les principales villes d'Europe, II, 274 à 281. — Influence de la latitude et de l'altitude sur le nombre de jours de pluie, II, 281. — Influence des circonstances locales sur le nombre de jours de pluie, II, 283 à 285. — Répartition des jours de pluie selon les saisons, II, 286. — Répartition des jours de pluie selon les mois, II, 287. — Tableau du nombre moyen de jours de pluie par mois, observés dans les différentes contrées de l'Europe, II, 288. — Tableau du nombre de jours de pluie et de neige observés dans les principales villes de l'Europe, II, 290 à 297. — Moyenne de la quantité d'eau tombée par jour de pluie dans les différentes contrées de l'Europe, II, 298. — Explication des crues d'automne, II, 298 à 300. — Influence du groupement des pluies sur la végétation, II 301. — Tableau des jours consécutifs de pluie et des jours d'intervalle pour chaque mois, II, 303. — Influence de l'évaporation sur l'action de chaque pluie, II, 304. — Influence des intervalles entre les jours de pluie sur la période de végétation des localités, II, 304, 305. — Rapport entre les vents de pluie et les quantités d'eau tombée, II, 306. — Tableau des vents de pluie, II, 307. — Accumulation des eaux de pluie pour l'irrigation, I, 447. — Pronostics météorologiques de la pluie. Voyez *Pronostics*, *Lune*, *Baromètre*.

Poiré. Fabrication, IV, 774.

Poirier. Avantages de sa culture, IV, 775. — Terrains propres à sa culture, IV, 775. — Durée de la vie des poiriers, IV, 775. — Variétés, IV, 776.

Pois. Avantages de leur culture, III, 788. — Sols propres à leur culture, III, 788. — Variétés et composition, III, 789 — Récolte, III, 790. — Mode de culture, III, 790 à 792. — Prix de vente et prix de revient, III, 792. — Culture des pois chiches, III, 796.

Poissons. Emploi des débris comme engrais, I, 519; VI, 159. — Emploi des excréments comme engrais, I, 532. — Composition de l'engrais de poisson, VI, 160.

Polysocs. Avantages et inconvénients qu'ils présentent, III, 161 à 165. — Polysocs de Bedfort et de M. Godefroy, III, 162 à 167.

Pommes. Composition, IV, 765. — Maturité des pommes, IV, 772. — Fabrication du cidre, IV, 762, 773. — Valeur des

marcs de pommes comme engrais, I, 578.

Pommes de terre. Origine, IV, 5 à 7. — Avantages de leur culture, IV, 7. — Valeur nutritive, IV, 8, 15. — Composition, IV, 8 à 10. — Variétés, IV, 10 à 19. — Tableau de la composition, du poids, de la valeur alimentaire et de l'époque de maturité des différentes variétés, IV, 14. — Mode de végétation, IV, 19 à 25. — Température nécessaire à leur végétation, IV, 15, 22. — Choix de l'engrais, IV, 23 à 29. — Prix du fumier appliqué à leur culture, I, 667. — Terrain propre à la culture des pommes de terre, IV, 29. — Préparation du terrain, IV, 30 à 32. — Mode de propagation des pommes de terre, IV, 32 à 39. — Produit par hectare, IV, 34 à 37. — Plantation, espacement des plants, IV, 39 à 42. — Soins de culture pendant la végétation, IV, 42. — Récolte, IV, 43. — Conservation, IV, 44. — Plantation d'été, IV, 45. — Plantation d'automne, IV, 47. — Maladies des pommes de terre : gale; frisolée; rouille des feuilles, [maladie proprement dite, IV, 47 à 52. — Prix de vente et prix de revient, IV, 52 à 56. — Comparaison de la culture des pommes de terre à celle des patates, IV, 65 à 69. — Valeur des marcs comme engrais, I, 578.

Pommier. Importance des pommiers dans les exploitations rurales, IV, 763. — Choix du terrain, IV, 764. — Rendement, IV, 764. — Influence des froids sur la végétation des pommiers, IV, 766. — Variétés, IV, 766 à 768. — Formation des pépinières, IV, 768. — Plantation, IV, 769. — Exposition, IV, 770. — Taille, IV, 771. — Frais de plantation des arbres, IV, 773.

Pompes. Description de la pompe foulante, III, 295. — Pompe aspirante, III, 296. — Pompe aspirante et foulante, III, 297. — Détermination du travail produit, III, 297. — Travail développé pour faire mouvoir le piston, III, 298. — Avantage de l'emploi des pompes, III, 299.

Ponceau. Construction pour les chemins ruraux, II, 567.

Populations agricoles. Influence de leur richesse sur la valeur de la propriété rurale, I, 419 à 429. — Influence de l'accroissement ou de la diminution de la population sur la valeur de la propriété rurale, I, 424 à 427.

Poquets. Semis par poquets, II, 488.

Porcs. Emplacement que chaque tête occupe dans les loges, II, 487. — Disposition et dimension des loges, II, 487. — Quantité de fumier produite et composition du fumier de porcs, VI, 154.

Porcheries. Dispositions et dimensions à adopter, II, 487.

Portes. Position qu'elles doivent occuper dans les constructions rurales, II, 555.

Potasse. Méthode de dosage, I, 54. — Quantité de potasse contenue dans les cendres des plantes, I, 99. — Rôle de la potasse dans la végétation, I, 100 à 102; VI, 52. — Proportion de potasse contenue dans divers terrains, I, 102. — Forme sous laquelle on la rencontre dans la terre, I, 104. — Valeur du nitrate de potasse comme engrais, I, 507. — Moyen d'obtenir le nitrate de potasse, I, 510. — Valeur du carbonate de potasse comme engrais, I, 610. — Quantité de potasse enlevée au sol par hectolitre de blé, I, 610. — Quantité de potasse à employer comme engrais, I, 611.

Potiraumon. Variété de courge, IV, 182. Voyez *Courge*.

Potiron. Variété de courge, IV, 181. Voyez *Courge*.

Poudrette. Composition, VI, 156. — Préparation, I, 539. — Prix du kilogramme d'azote de la poudrette, I, 539.

Poulailler. Dimensions à adopter, II, 488.

Poulard. Variété de blé, III, 606.

Poules. Emploi et valeur des excréments comme engrais, I, 552; VI, 154.

Prairies. Supériorité des terres cultivées longtemps en prairies, I, 559. — Prix du fauchage des prairies, III, 219, 220. — Epoque de la coupe des fourrages, III, 575, 580. — Circonstances qui doivent déterminer à faire pâturer ou à faucher les prairies, IV, 369 à 374. — Circonstances dans lesquelles on doit consacrer le terrain à la production des herbages, IV, 374 à 380. — Terres propres aux prairies permanentes, VI, 353 à 355. — Mode de végétation des prairies, IV, 380 à 385. — Qualité des herbes, IV, 385 à 387. — Foin récolté par hectare, richesse en azote et perte par la fenaison des plantes des terrains humides, 387; des plantes des terrains frais, 389; des plantes des terrains secs, 390; des plantes des terrains acides, 391. — Epoques de la végétation, température, produit en azote par hectare des plantes des prairies humides, fraiches et sèches, IV, 392 à 395. — Proportion de graines et prix de revient des travaux nécessaires à la création des prairies dans des terrains de diverses natures, IV, 395 à 400. —

Soins annuels de conservation des prés-pâturages, IV, 400 à 406. — Soins de conservation des prairies fauchées, IV, 406 à 412. — Durée des prairies, IV, 413 à 416. — Estimation de la valeur des prairies, IV, 417. — Frais de culture des prairies par hectare, IV, 408 à 411. — Effet des eaux d'irrigation sur les prairies, IV, 412. — Prairies temporaires, IV, 420 à 453. — Partie du capital d'exploitation à employer à la conversion en prairies, V, 476 à 478 — Compte des cultures pérennes, V, 608. — Méthode de défrichement, III, 347.

Praimage des semences, III, 480.

Prés. Voyez *Prairies*.

Pressoirs. Frais d'entretien, IV, 678.

Printemps. Température des vents de printemps à trois heures, II, 192. — Jours de vent et somme des températures pendant le printemps, II, 193. — Direction moyenne des vents de printemps, II, 243. — Distribution géographique des pluies de printemps, II, 265. — Influence des pluies de printemps sur la végétation, II, 271 à 273 — Répartition géographique des jours de pluie de printemps, II, 286. — Moyenne géographique de la quantité d'eau tombée par jour pendant le printemps, II, 298. — Pronostics du caractère du printemps, II, 409 à 412.

Probabilités. Calcul du retour d'un événement, II, 375. — Détermination des phénomènes prochains par les faits actuels, II, 377. Voyez *Pronostics*.

Profondeur du sol. Son influence sur la valeur des terrains, I, 404.

Pronostics météorologiques fournis par certains animaux, II, 378; par les sangsues et les actinées, 379; les araignées, 380 — Pronostics tirés des végétaux, II, 381; de l'état du ciel, 382; de la pâleur et de la dimension apparentes du Soleil et de la Lune, 382; de la position et du mouvement de la Lune, 414 à 419; de la transparence de l'air, 383; de l'observation des vents et des nuages, des brouillards, de la rosée et de la gelée blanche, 384 à 396; du baromètre, 386 à 400; du thermomètre, 401; de l'hygromètre, 402. — Prévision du caractère des saisons et des années futures, II, 403 à 414.

Propriété rurale. Sa formation, V, 243 à 245. — Exploitation en commun, V, 245. — Distinction entre la grande et la petite propriété, V, 247. — Avantages et limites de la division de la propriété, V 249 à 253. — Causes de la formation des petites propriétés, V 255 à 257. — De l'administration de la propriété rurale, V, 531. — Entrée en jouissance, V, 532 à 534. — Etat des lieux, V, 534 — Installation du local, V, 535. — Choix des agents divers attachés à la ferme, V, 536. — Rôle du propriétaire de biens affermés, V, 615 à 621; de biens en métayage, 621 à 623. — Rôle des propriétaires exploitant par eux-mêmes, V, 623 à 627; des propriétaires cultivateurs, 627 à 632.

Pruneaux. Préparation, IV, 735.

Prunes. Composition, IV, 732. — Variétés, IV, 733.

Pruniers. Avantages de leur culture, IV, 732. — Variétés, IV, 733. — Plantation, IV, 734. — Rendement, IV, 734. — Ravages des chenilles, IV, 734.

Puccinie. Maladie du blé, III, 661; du seigle, 688.

Puits. Formation des puits artésiens, I, 236. — Construction des puits en étage pour l'irrigation, I, 450. — Forage des puits pour l'irrigation, I, 452. — Quantité d'eau fournie par des puits forés, I, 453. — Frais des opérations de forage, I, 454. — Considération de la possibilité du forage des puits dans l'établissement des bâtiments ruraux, II, 464.

Pulpes. Valeur des pulpes de betterave comme engrais, I, 379; valeur nutritive, IV, 97.

Purin. Voyez *Engrais*.

Q

Quadrature. Définition, II, 418.

Quartz. Propriétés de la terre qui en provient, I, 204.

R

Racines. Différents modes de récolte, III, 568 à 570. — Avantage et rôle des racines alimentaires dans les cultures, IV, 1 à 3. — Valeur des racines comme aliment et composition IV, 3 à 5. — Racines tinctoriales, IV, 250 à 253. — Ensilage des racines, V 568. — Terres qui conviennent à la culture des racines, VI 348 à 353. — Hypothèse de Rozier fondant la théorie des assolements sur la forme des racines des végétaux, V, 51. — Théorie des assolements fondés sur l'action des racines des végétaux dans le sol, V, 52 à 56.

Raisin. Valeur des marcs de raisin comme engrais, I, 378. — Composition des marcs,

IV, 508. — Influence des époques lunaires sur les vendanges, II, 449, 451.
Rateau. Usage de cet instrument, III, 111.
Ratelier. Dispositions à adopter pour les écuries, II, 481.
Ratissoire. Définition, III, 123. — Râtissoire à cheval, III, 123.
Rats. Moyen de destruction, IV, 214; V, 565.
Ravale. Forme et usage de cet instrument, III, 191.
Raves. Variété de navets, IV, 116.
Ray-grass. Voyez *Ivraie*.
Récoltes. Evaluation des récoltes par les semences employées, I, 342; par les produits d'une ou de plusieurs années, I, 343. — Estimation des récoltes moyennes par des résultats positifs de plusieurs années, I, 344. — Influence des époques lunaires sur les récoltes, II, 448. — Récolte des fruits, des racines, des tiges, des fourrages et des céréales, III, 564 à 580. — Choix de l'époque des récoltes, III, 564. — Tableau des récoltes d'un hectare de terrain soumis à différentes cultures. V, 98. — Lois des assolements dépendant des moyens de réalisation des récoltes, V, 109 à 115. — Théorie des récoltes dérobées, V, 126. — Soins à prendre pour la conservation des récoltes, V, 565 à 569.
Regain. Produit de la coupe du regain, IV, 408.
Régions agricoles. Circonstances dont il faut tenir compte dans leur détermination, II, 535. — Division de l'Europe en cinq régions, II, 537. — Régions des oliviers, II, 538 à 549; des vignes, 549 à 650; des céréales, 359 à 365; des pâturages, 365 à 371; des forêts, 571 à 573.
Régisseurs. Salaires qu'il convient de leur donner, V, 381. — Education des régisseurs agricoles, V, 434 à 440.
Régulateur. Emploi pour modifier la ligne de tirage de la charrue, III, 150. — Régulateurs à cheville et à manivelle, III, 150, 151. — Régulateurs à crémaillère, III 151. — Déperdition de force causée par l'emploi du régulateur pour modifier la largeur du sillon, III, 152.
Rente. Définition d'après Adam Smith, V, 281. 288; d'après Say, 284, 293; d'après Ricardo, 286. 295. — Valeur réelle de la rente, V, 300 à 305. — Partie du capital circulant employé au payement de la rente, V, 414.
Réservoirs. Accumulation dans des réservoirs des eaux de pluie et de sources pour l'irrigation, I, 447 — Constructions des Romains, I, 447. — Constructions modernes, I, 448. — Mesurage de la quantité d'eau emmagasinée dans les réservoirs, I, 449 — Emploi de la maçonnerie hydraulique dans la construction des réservoirs, II, 558.
Rhizoctone. Parasite du safran, IV, 214; de la luzerne, IV, 435.
Ricin. Origine, IV, 175.— Pays de culture, IV, 176. — Rendement en huile, IV, 176. — Valeur des tourteaux, IV, 176, 178. — Composition de la graine et des tourteaux, IV, 176. — Faculté d'épuiser le sol, IV, 176. — Culture, IV, 177. — Récolte IV, 178. — Prix de revient, IV, 178.
Rivières. Voyez *Fleuves*.
Riz. Origine, III, 725. — Avantages et inconvénients de sa culture, III, 726. — Variétés, III, 728. — Composition, III, 729. — Préparation du terrain, plan et description d'une rizière, III, 730 à 735. — Mode de culture, III, 733 à 736. — Récolte, III, 736. — Assolement des rizières et compte de culture, III, 737 à 739. — Prix de revient, III, 739.
Roches. Formation des terrains agricoles, I, 199; VI, 71. — Décomposition des roches, I, 202. — Quartz, pétrosilex, porphyre quartzifère, gneiss, granite, I, 204. — Feldspath, I, 205. — Propriétés des terrains formés par la destruction du granite, I, 205 à 207 — Schiste, ardoise, trachyte, basalte, I, 208, 209. — Calcaires, grès, gypse, I, 209, 210 — Formation des sols très-riches, I, 251; des sols de fécondité moyenne, 251; des sols pauvres, 252; des sols très-maigres, 253. — Terres rocheuses, I, 295. — Désagrégation mécanique et chimique des roches, VI, 70. — Transformation des roches en argile, en glaise et en marne, VI, 72. — Formation du terreau, VI, 72.
Rose des vents, II, 151.
Rostaux. Emploi comme engrais, I, 555; V, 213. — Prix du kilogramme d'azote de cet engrais, I, 556. — Composition à l'état sec, I, 556.
Rosée. Formation, II, 123.— Circonstances dans lesquelles elle se produit, II, 123. — Circonstances qui influent sur sa formation, II, 124, 127. — Quantité moyenne déposée sur le sol, II, 125 à 127. — Effets de la rosée sur la végétation, II, 127. — Nombre moyen de jours de rosée à Orange et à Rome, II, 128. — Influence des lieux sur la production de la rosée, II, 128. — Pronostics météorologiques déduits de l'observation de la rosée, II, 386.
Roue hydraulique à aube et à godets, I, 454; III, 287. — Emploi et disposition

des organes de transmission des roues à godets, III, 287 à 289. — Dimension des roues à aubes, III, 288. — Rapport de la force à l'effet utile dans les roues à aube, III, 288. — Noria, machine à chapelet, III, 290 à 293.

Roulle. Maladie du blé, III, 662; des pommes de terre, IV, 49.

Roulssage du chanvre, IV, 321, 331; du lin, IV, 347.

Rouleau de M. A. de Gasparin pour les semis et la transplantation, III, 105. — Emploi des rouleaux pour briser les mottes, III, 206. — Construction des rouleaux, III, 207. — Rouleaux de bois et de pierre, III, 207. — Dimension et stabilité des rouleaux de bois, III, 239. — Rouleau garni de pointes, III, 208. — Rouleau squelette et rouleau conique, III, 209. — Emploi des rouleaux pour le dépiquage des grains, III, 237. — Prix du dépiquage d'un hectolitre de grain, III, 238. — Tirage des rouleaux, III, 238. — Différentes manières de manœuvrer les rouleaux, III, 241 à 243. — Emploi des rouleaux pour les semailles, III, 497.

Route. Voyez *Voies de communication.*

Rutabagas. Avantages de leur culture, IV, 125. — Composition, IV, 125. — Rendement, IV, 126. — Engrais nécessaires, IV, 127. — Transplantation, IV, 127. — Remède contre l'altise, IV, 127. — Choix du terrain, IV, 128. — Culture, IV, 128. — Valeur nutritive, IV, 129. — Prix de revient, IV, 130.

S

Sable. Caractères des terrains sablonneux, I, 284. — Sables meubles et inconsistants, I, 284. — Emploi du sable dans la fabrication des mortiers, II, 518. — Emploi pour modifier la cohésion du sol, VI, 317.

Safran. Principes colorants du safran, IV, 207. — Pays de culture, IV, 207. — Cueillette et triage des pistils, IV, 208, 213. — Température nécessaire à la végétation, IV, 208. — Choix du terrain, IV, 209. — Composition des bulbes, IV, 209. — Faculté d'épuiser le sol, IV, 209. — Mode de culture, IV, 210. — Culture du Gâtinais et de l'Angleterre, IV, 211, 213. — Produit moyen d'un hectare, IV, 214. — Destruction causée par les rats et le rhyzoctone, IV, 214. — Prix de vente et prix de revient, IV, 215 à 217.

Sainfoin. Composition des sols propres à sa culture, I, 258, 259; IV, 465; VI, 348 à 353. — Avantages de sa culture IV, 462 à 464. — Composition des cendres de sainfoin, IV, 464. — Rendement du sainfoin, IV, 465 — Effet améliorant du sainfoin, IV, 476. — Variétés, IV, 468. — Semailles, IV, 468. — Culture et récolte, IV, 469. — Récolte de la graine, IV, 471. — Prix de revient, IV, 471. — Sainfoin d'Espagne, IV, 472 à 474.

Saisons. Rapport entre la marche des saisons et celle de la végétation, II, 91 à 101. — Radiation solaire des saisons, VI, 440. — Influence des vents sur la température des saisons, II, 193. — Influence des divers caractères des saisons sur la végétation, II, 203. — Observations de la hauteur des eaux comme module du degré d'humidité ou de sécheresse d'une saison, II, 209. — Distribution des vents selon les saisons, II, 243. — Distribution des pluies selon les saisons, II, 264 à 267. — Répartition des jours de pluie selon les saisons, II, 286. — Moyenne géographique de la quantité d'eau tombée par jour dans chaque saison, II, 298. — Pronostics du caractère des saisons fondés sur l'observation des tempêtes, de la pluie, des vents, du baromètre, II, 404 à 412. — Corrélation des caractères des saisons, II, 407. — Influence des saisons sur les labours, III, 384 à 386; sur les produits de la vigne, IV, 632 à 638. — Répartition des travaux de culture selon les saisons, V, 90 à 92, 546 à 553. — Saisons végétales de température, VI, 276. — Degrés des saisons végétales pour diverses localités, VI, 277. — Conclusions à tirer de la durée et de la température des saisons végétales, VI, 277 à 279. — Importance de la saison végétale d'humidité, VI, 279. — Tableau des saisons végétales, VI, 281 à 285. — Variation des saisons végétales selon les latitudes, VI, 285 à 287.

Salaire. Voyez *Ouvriers ruraux.*

Salpêtre. Voyez *Nitrates.*

Sang. Composition et valeur comme engrais, I, 520; VI, 158. — Emploi du sang desséché, I, 520. — Prix du kilogramme d'azote du sang, I, 521.

Sangsues. Pronostics météorologiques, II, 379.

Sape. Forme et emploi de cet instrument, III, 220, 573.

Sarclage Définition, III, 558. — But de cette opération, III, 558. — Apprécia-

tion du travail nécessaire pour le sarclage, III, 205.
Sarments. Emploi comme engrais pour les vignes, I, 556. — Composition, IV, 598.
Sarrazin. Circonstances qui favorisent sa culture, III, 719. — Propriétés, III, 720. — Mode de culture, III, 721. — Composition, III, 721. — Récolte, III, 722. — Variabilité des rendements, III, 722. — Poids moyen, III, 723. — Prix de vente et prix de revient, III, 724. — Emploi comme fumure verte, I, 564.
Savon. Emploi de l'huile dans la fabrication du savon, IV, 539.
Scarificateur. Définition, III, 116. — Scarificateurs de Biddell et de lord Ducie, III, 117. — Règlement de l'instrument, III, 117. — Griffon du midi, III, 118. — Travail et emploi des scarificateurs, III, 119. — Emploi des scarificateurs pour les semailles, III, 492 à 494.
Schiste. Propriétés de la terre qui en provient, I, 208.
Sciage des tiges, III, 571. — Emploi de la faux, III, 571 ; de la sape, 573.
Sécheresse. Son influence sur l'échauffement des terres, I, 166. — Influence de l'état de sécheresse de la terre sur la culture, I, 392. — Influence des climats secs sur la végétation, II, 164 à 166. — Influence de la sécheresse sur le caractère des saisons, II, 205 à 209.
Seigle. Faculté d'épuiser le sol, I, 323. — Propriétés, III, 676 à 678. — Variétés, III, 678. — Végétation et convenances météorologiques, III, 679. — Parties constituantes, III, 680 à 682. — Sols propres à sa culture, III, 682 à 684. — Qualité des engrais nécessaires au seigle, III, 684 à 686. — Mode de culture, III, 686. — Choix des variétés, III, 687. — Maladies du seigle, III, 688. — Prix de vente et prix de revient, III, 689 à 691. — Méteil, III, 717 à 719. — Emploi comme fourrage vert, IV, 506. — Emploi comme engrais vert, I, 562. — Valeur de la fumure verte, I, 563.
Seisettes. Variété de blé, III, 605.
Sel. Influence du sel sur les sols, I, 106. — Terres salifères, I, 296. — Moyen de reconnaître les terres salifères, I, 297. — Propriétés des terrains salins, I, 298. — Effet produit par le sel sur les plantes, I, 614 à 616; VI, 53. — Dose de sel à employer par hectare, I, 617. — Action de l'eau pure comparée à celle de l'eau salée, I, 617. — Résultats produits par le sel sur les prairies, I, 620. — Mode d'action du sel, I, 621. — Quantité de sel contenue dans les eaux de pluies, II, 37. — Emploi du sel pour la nourriture des animaux, V, 339.
Semailles. Définition, III, 439. — Conditions pour assurer leur réussite, III, 439. — Choix de l'époque, III, 460 à 466. — Influence des époques lunaires, II, 443 à 447. — Distance à mettre entre les plantes, III, 467 à 474. — Chance qu'ont à courir les semailles d'automne, III, 485. — Préparation du terrain pour les semailles, III, 486. — Influence de l'humidité et de la sécheresse sur l'époque des semailles, III, 486. — Procédés divers, III, 486. — Semis au plantoir, III, 487. — Semis à poquets, III, 488. — Semis sous raies, III, 489. — Emploi de l'araire pour les semailles, III, 491. — Emploi du scarificateur ou de la herse, III, 492 à 494. — Emploi des semoirs, III, 494 à 496. — Plombage des terrains, emploi du rouleau, III, 496. — Semis à la volée, III, 497 à 501. — Semis en ligne ; emploi des semoirs, III, 501 à 505. — Époques des semailles de printemps, III, 505, 507. — Température nécessaire à la germination des plantes, III, 506. — Semis à l'abri et sous couche des plantes délicates, III, 508.
Semences. Elles donnent un moyen d'évaluer les récoltes, I, 312. — Dissémination des semences ailées par les vents, II, 201. — Moyen de reconnaître les graines impropres à la végétation, III, 440. — Rejet des grains attaqués de maladies, III, 441. — Choix entre les grosses et les petites graines, III, 441 à 447. — Hérédité des qualités des grains, III, 447. — Du changement des semences, III, 448 à 450. — Recherche du degré de maturité des semences, III, 451 à 453 ; VI, 450. — Conservation et durée des facultés germinatives, III, 453 à 455. — Profondeur à laquelle il faut enterrer les semences, III, 455 à 460. — Quantité de semence à employer par hectare, III, 474 à 479. — Différents modes de préparation des semences, III, 479 à 483. — Pralinage des semences, III, 480. — Emploi des germes qui ne sont pas contenus dans les graines des plantes, III, 483.
Semis. Voyez *Semailles*.
Semoirs. Avantages de leur emploi, III, 210. — Inconvénients, III, 211. — Description III, 211. — Semoir de Grignon et de Mathieu de Dombasle, III, 211 à 213. — Semoir de Locatelli et de Hugues, III, 213. — Semoir de Fellemberg et de Duhamel, III, 214. — Semoir à barillet anglais pour les turneps, III, 214.

— Emploi des mancherons pour régler l'entrure, III, 215.—Conditions que doit remplir un bon semoir III, 216 217. — Exécution des semis, III, 494. — Comparaison des semis à la volée et des semis au semoir. III, 495. — Exécution des semis en lignes, III, 501 à 505.

Sel. Définition. III, 147.

Serfouette. Emploi de cet instrument, III 204.

Sésame. Avantages de sa culture. IV, 162. — Limites de sa culture, IV, 165. — Rendement en huile, IV, 162. — Composition des tiges, IV, 164. — Faculté d'épuiser le sol, IV. 164. — Culture, récolte et rendement. IV, 161. — Prix de revient, IV, 166. — Emploi des tourteaux comme engrais, composition et prix du kilogramme d'azote des tourteaux, I, 574; IV, 165.

Sève. Définition, I, 478. — Absorption des sels nuisibles à la végétation, I, 485. — Action des sels nuisibles sur le suc des plantes. I, 486. — Modification produite dans le passage d'une essence à une autre, I, 489. — Transformation de la séve par l'oxygène dans la respiration des plantes. VI, 47.

Silicates. Moyen de mettre les silicates à la disposition des plantes, I, 622 à 624. — Rôle des silicates dans la composition des végétaux, VI, 45 à 47. — Détermination des silicates contenus dans la terre, VI, 362.

Silice. Détermination de la quantité contenue dans la terre I, 57, 61. — Formes sous lesquelles on la rencontre dans la terre, IV, 107. — Propriétés physiques de la silice, I, 60 à 62. — Action de la silice sur les végétaux, I, 62. — Caractères des terres siliceuses, I, 285. — Formation des terres siliceuses, I, 285. — Terres siliceuses sèches et fraîches, I, 285 à 287. — Glaises inconsistantes, meubles, sablonneuses et tenaces, I, 287 à 290.

Silos. Conservation des pommes de terre, IV, 44. — Ensilage des céréales, V, 506; des racines, V, 568.

Soc. Formes diverses qu'il affecte dans les instruments de culture, III 119. — Résistance opposée à l'action des socs. III, 120. — Force de tirage et travail mécanique sur le soc perpendiculaire à la résistance, III, 121. — Résistance et travail des socs obliques, III, 122. — Instruments divers construits au moyen des socs, III, 123 à 128. — Position du soc dans la charrue, III, 145.— Moyen d'empêcher le soc de se relever ou de se piquer en terre dans la marche de la charrue, III, 159. — Emploi de socs accouplés pour régulariser la marche de la charrue. III. 161. — Polysocs de Bedford, de M. Godefroy, III, 162 à 167.

Soie. Voyez *Vers à soie.*

Sol. Voyez *Terres.*

Soleil. Influence de l'inclinaison du Soleil sur l'échauffement des surfaces, I, 184. — Détermination de la hauteur du Soleil, I, 185. — Détermination de la latitude et de la longitude d'un lieu, I, 187. —Causes qui modifient l'action du Soleil sur la terre, II, 48. — Importance de la chaleur solaire dans la végétation, II, 77. — Effets de la radiation solaire sur les végétaux, VI, 254 à 258; 422 à 442. — Appareil pour déterminer la chaleur solaire reçue par les corps opaques, VI, 420. — Comparaisons de radiations observées en différents temps et en différents lieux, VI, 431. — Équilibre entre l'absorption et la déperdition de la chaleur solaire, II, 78 à 80. — Détermination de la quantité de chaleur solaire reçue par les plantes, II, 79 à 82. — Influence des nuages sur la transmission de la chaleur solaire. II, 135 à 137. — Différence entre la température moyenne de l'air et la chaleur solaire, II, 87. — Rôle de la lumière solaire dans la végétation, II, 101 à 118. — Nombre de jours éclairés par le Soleil dans différents pays, II, 222. — Jours éclairés pendant l'été, 223. — Moyennes solaires des jours clairs. II, 225. — Loi de l'extinction des rayons solaires par l'atmosphère, II, 226. — Chaleur solaire de l'été, II, 228. — Pronostics météorologiques tirés de la pâleur et de la grandeur apparente du Soleil, II, 382.

Sonde. Emploi en agriculture comme instrument perforant, III, 106.

Sorgho. Variétés. III, 766. — Nature du sol propre à sa culture, III. 766. — Mode de culture III. 766. — Parties constituantes, III, 767. — Frais de culture, III. 768.

Soude Dosage des sels de soude, I, 53. — Rôle de la soude dans la composition des plantes, I. 105. — Influence sur la végétation, I, 105 ; VI, 52. — Forme sous laquelle la soude est administrée aux plantes, I, 614. — Quantité de soude à employer par hectare, I, 614. — Proportion de soude nécessaire aux différentes plantes, I, 619. — Effets du nitrate de soude sur la végétation, I, 507. — Production des nitrates de soude, I, 509. — Résultats de l'emploi des nitrates de

soude aux environs de Lille et en Angleterre, I, 510. 511.
Soufre. Forme sous laquelle il entre dans la composition des végétaux, VI, 39.
Sources. Accumulation des eaux de sources pour l'irrigation, I, 447.
Spectre solaire. Action des différents rayons du spectre solaire sur la végétation, II, 105.
Spergule. Emploi comme fourrage, IV, 487. — Rotation, IV, 488. — Variétés, IV, 488. — Engrais, IV, 489. — Semailles et culture, IV, 490. — Consommation en vert et en sec, IV, 490. — Époque de la semaille et produit de la récolte, I, 565. — Emploi et valeur de la spergule comme fumure verte, I, 563; IV, 489.
Stalles. Dispositions à adopter pour les écuries, II, 480; dans les étables, II, 483, 484.
Sucre. Proportion de sucre contenue dans le blé, III, 650. — Prix de revient du sucre de betterave comparé à celui de canne, IV, 76.
Suie. Valeur comme engrais, I, 580. — Composition, I, 580. — Dose à employer par hectare, I, 581. — Propriété, I, 582.
Suint. Emploi des eaux du suint comme engrais, I, 551.
Sulfates. Caractères auxquels on reconnaît la présence des sulfates dans un échantillon de terre à analyser, VI, 362. — Analyse des sulfates, I, 52 à 59. — Effets du sulfate d'ammoniaque sur la végétation, I, 514; VI, 213. — Quantité de sulfate de chaux contenue dans le sol, I, 82. — Détermination de la quantité de sulfate de chaux contenue dans les terrains, I, 91, 626. — Effets du sulfate de chaux sur la végétation, I, 83, 624; VI, 41. — Sols auxquels le sulfate de chaux convient le mieux, I, 83. — Effets du sulfate de chaux sur les trèfles et les luzernes, VI, 200 à 202; sur les autres plantes, 202 à 204. — Manière d'employer le sulfate de chaux et mode d'action de cet amendement, I, 84 à 90, 624 à 628. — Quantité de sulfate de chaux contenue dans les cendres des récoltes, I, 89. — Substitution de l'acide sulfurique au sulfate de chaux, I, 629. — Effets du sulfate de fer sur les terrains, I, 94. — Usages du sulfate de fer en agriculture, I, 632. — Effets du sulfate de fer sur la végétation, I, 94, 632; VI, 55. — Mode d'action du sulfate de fer, I, 633. — Sols dans lesquels on rencontre du sulfate de magnésie, I, 81.
Sulfurique (Acide). Emploi comme engrais, I, 629. — Emploi de l'acide sulfurique pour la conservation du fumier, V, 533.
Sulla (ainsoin d'Espagne). Pays de culture IV, 472. — Semailles, IV, 473. — Reproduction, IV, 473. — Température nécessaire à sa culture, IV, 474.
Sumac. Pays de production, IV, 302. — Proportion de tanin, IV, 302. — Terres propres à sa culture, IV, 302. — Plantation et culture, IV, 303. — Rendement, IV, 305. — Prix de vente et prix de revient, IV, 303.
Sizygie. Définition, II, 418.

T

Tabac. Origine, IV, 304. — Influence du tabac sur l'économie animale, IV, 305. — Nicotine, IV, 305. — Consommation du tabac dans les différents pays, IV, 305. — Variétés, IV, 306. — Composition, IV, 307. — Fumure, IV, 308. — Faculté d'épuiser le sol, IV, 309. — Choix du terrain, IV, 310. — Transplantation, IV, 310. — Culture, IV, 310 à 312. — Dessiccation, IV, 313. — Récolte des feuilles, IV, 312 à 316. — Prix de vente et prix de revient, IV, 317.
Taille. Objet de la taille et de l'ébourgeonnement, III, 554. — Taille à fruits, III, 555 à 557. — Taille pour obtenir la production des feuilles, III, 557.
Taillis. Causes qui militent en faveur de leur reconstitution, V, 160.
Tallement des plantes, III, 469.
Tan. Valeur comme engrais, I, 580.
Tangue. Valeur comme engrais, I, 585; VI, 167. — Quantité à employer par hectare, I, 586. — Composition, I, 587; VI, 167.
Tannin. Définition, I, 115. — Mode de formation, I, 115. — Quantité de tannin contenue dans le sumac, IV, 302.
Tarare. Construction, III, 234. — Prix du travail produit par les tarares, III, 235.
Taupes. Moyen de destruction, IV, 401.
Teillage du lin, IV, 347.
Teinture. Safran, IV, 207. — Carthame, IV, 217. — Garance, IV, 253. — Indigo, IV, 282. — Pastel, IV, 282, 290. — Persicaire, IV, 286. — Maurelle, IV 294. — Gaude, IV, 299. — Sumac, IV, 302.
Température. Sa détermination par le thermomètre, II, 50. — Différentes manières d'obtenir la température moyenne d'un lieu, II, 73. — Importance minime des moyennes annuelles au point de vue agricole, II, 75, 76. — Époques des maxima et des minima diurnes, II, 51. — Thermomètre à maxima et à minima, II, 1. — Influence des maxima et de

minima sur la croissance des végétaux, II, 52; VI, 238 à 248. — Causes qui produisent l'abaissement de la température pendant la nuit, II, 60 à 62. — Courbe des températures horaires, II. 61. — Lois de l'échauffement des surfaces par la chaleur solaire, II, 77 à 79. — Lois de l'échauffement des végétaux, II, 79 à 86. — Lois de la distribution de la chaleur se'on les altitudes, II, 86 à 89. — Réparition de la chaleur dans l'année, II, 89 à 91. — Effets de la température des saisons sur les végétaux, II, 91 à 96. — Effets des températures moyennes sur la végétation, VI, 248 à 254; VI, 412 à 432. — Sommes des températures des saisons végétales, VI, 276 à 279. — Moyen de modifier la température, VI, 288 à 294. — Influence de l'évaporation et de la coloration du sol sur la température, VI, 290. — Rapport entre la marche des saisons et celle de la végétation, II, 96 à 101. — Lignes isothermes, II. 213, 214. — Lignes des hivers d'égale intensité, II, 215 à 217. — Lignes d'étés d'égale chaleur, II, 217 à 219. — Moyenne solaire des jours clairs, II, 225. - Observations de chaleurs solaires, II, 224. — Chaleur solaire de l'été, II, 228. — Différence entre les températures observées au-dessus et au-dessous des couches de neige, II, 309. — Limites météorologiques des cultures, II, 325. — Courbes représentant la marche des températures moyenne et totale, V, 127.

Tempêtes. Pronostics météorologiques fondés sur leurs observations, II, 404.

Ténacité du sol. Son évaluation. I, 141. — Classification des terrains d'après leur tenacité, I, 142 à 145. — Influence du sable sur la ténacité, I, 145. — Ténacité variable, I, 147. — Moyen de déterminer la résistance variable des terres, I, 147; VI, 310 à 315 — Influence des dimensions des particules sur la ténacité des terres, I, 179 à 181. — Modification de la ténacité par l'irrigation, I. 379. — Amendements propres à modifier la ténacité, I, 470. — Instruments pour modifier la ténacité des terres, III, 103.

Terrains agricoles. Voyez *Terres*.

Terre (Planète). Causes d'échauffement, II, 47. — Propagation de la chaleur intérieure, II, 48. — Irradiation des étoiles et du Soleil, II. 48. — Rayonnement pendant la nuit, II, 49. — Causes qui influent sur l'égale transmission de la chaleur. II 49. — Répartition de la chaleur dans l'année, II, 89 à 91. — Electricité de la Terre comparée à celle de l'atmosphère, II, 168. — Influence des vents sur la température terrestre, II, 194 — Répartition de la chaleur moyenne, II, 213. — Lignes isothermes, II, 213, 214. — Lignes des hivers d'égale intensité, II, 215 à 217. —Lignes d'étés d'égale chaleur, II, 217 à 219. — Action de la Lune sur l'orbite terrestre, II, 414.

Terreau. Détermination de la quantité contenue dans la terre arable, I, 56, 113. — Mode de formation du terreau, I, 107; VI, 72, 79 à 82. — Agents qui concourent à sa formation, I, 107. — Action du terreau dans le sol, I, 108. — Propriétés physiques du terreau, I, 108. — Eléments qu'il fournit aux plantes, I, 108 à 113. — Influence des sols boisés sur la formation des terreaux, I, 114. — Décomposition du terreau à l'air et à la lumière, I, 114. — Fermentation, putréfaction, VI. 82. — Composition du terreau fermenté, VI. 85. — Composition de l'humus, VI. 86. — Fumure des terres manquant de terreau, VI, 189. — Terreau doux, I, 115, 290. — Terreau à tannin, I, 115. — Terreaux acides, I, 290. — Composition et influence des terreaux tourbeux, I, 116 à 118. — Absorption de l'oxygène par le terreau, I, 160. — Rôle de l'élément organique dans la classification des terrains, I, 270 à 273. — Caractère des terres à bases organiques, I, 290. — Caractère des terreaux doux, I, 290. — Terre de bois, I, 291. — Terre de bruyères, I, 291. — Terre tourbeuse, I, 292. — Faculté du terreau d'attirer l'humidité, I, 585. — Richesse du terreau en azote, I, 570. — Valeur du terreau comme engrais. I, 570.

Terres. Causes qui influent sur leur fertilité, I, 28. — Géonomie, agronomie, agrologie, I, 30. — Rôle des terres par rapport aux plantes, I, 30 à 33. — Parties constituantes de la terre, I, 37 à 39. — Analyse chimique des terres, I, 58 à 59; VI, 361 à 370. — Rôle de la silice dans le sol, I, 60 à 62; VI, 107. — Influence du feldspath dans le sol, I, 62. — Rôle et influence de l'argile dans le sol. I, 63 à 66. — Proportion de carbonate de chaux contenu dans le sol, I, 66. — Caractères et propriétés des terres calcaires, I, 66 à 73, 634 à 641. — Rôle de la marne et son influence sur la terre, I, 73 à 80, 634 à 641. — Action de la magnésie sur les différents sols, I, 81. — Quantité de plâtre contenue dans le sol, I, 82. — Influence du plâtre sur le sol, I, 83 à 90, 624 à 634. —

Rôle et influence des oxydes de fer dans le s l, I, 91 à 93. — Absorption de l'oxygène par les terres, I, 159 à 161. — Formation de l'ammoniaque dans le sol par l'oxydation du fer, I, 92. — Influence du sulfate de fer dans le sol, I, 94, 624 à 634. — Effets du manganèse sur les terrains, I, 95; des phosphates, 96 à 99; de la potasse, 99 à 105, 610 à 622; de la soude et du chlorure de sodium, 105 à 107, 640 à 688; des terreaux, 107 à 115. — Quantité d'eau fournie au sol par les pluies et absorbée par la végétation, I, 118. — Quantité d'azote contenue dans les différents sols, VI, 93. — Forme sous laquelle l'azote se trouve dans le sol, I, 121 à 130. — Détermination de l'acide carbonique mêlé à l'air confiné dans le sol, VI, 90. — Origine des matières organiques contenues dans le sol, VI, 94. — Résumé des éléments qui composent les terres arables, I, 131, 132. — Importance des propriétés physiques des terres, I, 133, 197. — Moyen de déterminer les propriétés physiques, I, 134; expérience de Schübler, I, 134 à 137. — Détermination de la pesanteur spécifique des terres, I, 137 à 139. — Etat des particules du sol, I, 171, 172 à 225. — Méthode de lévigation, I, 172. — Influence de la dimension des particules sur la pesanteur spécifique, l'hygroscopicité et la ténacité des terres, I, 176 à 181. — Détermination du poids des terres, I. 139 à 141. — Effets de la ténacité des terres, I, 141; VI, 310 à 315. — Moyen de modifier la ténacité du sol, I, 470 à 474; III, 103. — Classification des terres sous le rapport de la ténacité, I, 142 à 145. — Effets et mesure de la cohésion des terres, I, 146 à 149. — Diminution de la cohésion par la gelée et la calcination, I, 181 à 183. — Moyen de modifier la cohésion, VI, 316 à 339. — Moyen de reconnaître l'hygroscopicité des terres, I, 149 à 151. — Effets de la fraîcheur des terres (hygroscopicité variable), I, 151 à 153, 294, 383 à 388; VI, 263 à 267; de l'aptitude à attirer l'humidité de l'atmosphère, I, 513. — Aptitude des terres à se sécher, I, 154 à 157. — Effets de la dessiccation des terres, I, 157 à 159, 588, 392. — Facilité et difficulté des travaux dans les terres sèches, I, 396 à 398. — Des terres sèches dans le Midi, I, 398. — Des terres sèches en été et humides en hiver, I, 399 à 401. — Perméabilité et capillarité du sol, VI, 267 à 274. — Conductibilité du calorique par les terres, I, 161. — Echauffement des terres par la chaleur lumineuse, I, 162. — Influence de la couleur de la surface du sol sur sa faculté d'échauffement, I, 162 à 165. — Effets de la composition minérale des terres sur leur échauffement, I, 165. — Influence de l'humidité des terres sur leur échauffement, I, 166. — Moyens de modifier la température du sol, I, 475; VI, 288 à 294. — Effets de l'état électrique du sol, I, 167 à 170. — Influence de l'inclinaison du sol et de son azimut sur l'échauffement des terres, I, 183 à 194; de l'inclinaison du sol sur la culture et la stabilité des terrains cultivés, 194. — Formation des terrains agricoles, I, 199. — Distribution des terrains agricoles dans l'Europe occidentale, I, 201. — Décomposition des roches et formation des terrains, VI. 70 à 72. — Terrains formés en place, I, 202 à 210. — Terrains diluviens, I, 210 à 213. — Terrains d'alluvion, I. 215 à 217. — Terrains d'atterrissement, I, 217 à 219. — Terrains paludiens, I, 219, 220. — Dunes, I, 220 à 224. — Terrains volcaniques, I, 224 à 226. — Disposition des couches des terrains agricoles, I, 226. — Sol actif, I, 227. — Sol inerte, I, 228. — Sous-sol, I, 229 à 232. — Couche imperméable et réservoir des eaux, I, 232 à 234. — Défaut de parallélisme des couches des terrains, I, 234 à 238. — Végétation naturelle du sol, I, 238 à 244. — Nécessité d'une classification des terrains, I, 245. — Examen des divers systèmes de classification, I, 246. — Classifications fondées sur la composition minérale du sol, I, 247 à 253; sur les propriétés physiques du sol, 253; sur les genres de culture, 254 à 260. — Classifications mixtes, I, 260. — Principes de la classification. I, 262 à 264. — Caractères des terrains agricoles, I, 264 à 270. — Classification d'après l'élément calcaire et l'élément organique, I, 270, 273. — Caractères des terres calcaires, I, 273. — Limon, I, 274 à 279. — Terres argilo-calcaires, argileuses et calcaires, I, 279 à 281. — Craie, I, 281 à 284. — Sables calcaires, I, 284. — Terres non calcaires, I, 285. — Terres siliceuses, I, 285 à 287. — Glaises meubles, tenaces, sablonneuses, I, 287 à 290. — Caractères des argiles, I, 290. — Caractères des terres à bases organiques, I, 290. — Terreaux doux, acides, I, 290 à 293. — Caractères spécifiques des terres, I, 294. — Terres caillouteuses, graveleuses, I, 295. — Terres ocreuses, ferrugineuses et salifères, I, 296 à 299. — Description d'un

terrain, I, 299. — Exemples de description complète, I, 300 à 304. — Moyen de reconnaître la valeur relative d'un terrain I. 305. — Caractères auxquels les anciens reconnaissaient la valeur relative des terrains, I, 306. — Appréciation de la valeur des terrains d'après la croissance des plantes, I, 308, 309; d'après leur composition, I, 310 à 313. — Caractères de la valeur des terrains tirés de la nature de certains produits, I, 313 à 322. — Caractères de la valeur des terrains tirés des produits annuels, système de Thaer et de Woght, I, 322 à 331. — Caractères tirés de la composition des terrains d'après Thaër, I, 331 à 334. — Méthode historique pour évaluer les terrains, I, 334. — Estimation en bloc, I, 335 à 339. — Estimation parcellaire, I, 339 à 341. — Estimation détaillée par les récoltes et les frais, I, 341 à 366. — Type idéal d'une terre parfaite, I, 374. — Qualité des terres arrosées, I, 375 à 377. — Caractères qui font la perfection des terres arrosées, I, 377. — Effets de la composition du sol sur la valeur des terres arrosées, I, 379 à 381. — Consommation des engrais dans les terres arrosées, I, 381 à 383. — Facultés des terrains secs de conserver l'engrais, I, 390 à 392. — Composition des terres relativement aux engrais, I, 395 à 396. — Des terres humides, I, 401. — Filtration des terrains supérieurs, VI, 73. — Absorption de l'humidité des couches inférieures par capillarité. VI, 74. — Marche de l'humidité à l'intérieur des terres, VI. 75. — Moyens d'augmenter l'humidité du sol, I, 435; VI, 295 à 309; voyez *Irrigations*. — Communication du sol avec le réservoir inférieur des eaux, I, 460 à 462. — Moyens de dessécher les terrains humides, I, 462 à 468; voyez *Drainage*. — Neutralisation et soustraction des matériaux nuisibles au sol, I, 468 à 470. — Fumure des terrains dépourvus de carbone, I, 606 à 609. — Moyens de reconnaître si un terrain manque d'éléments alcalins, I, 609 — Evaporation comparée de la terre et de l'eau, II, 119 à 123; VI, 75. — Rapport de l'eau absorbée par la filtration et perdue par l'évaporation, VI, 76. — Quantité de pluie nécessaire pour entretenir un état d'humidité convenable, II, 158. — Influence des fortes pluies sur les terrains, II, 159. — Influence de la configuration des terrains sur les limites des climats agricoles, II, 323. — Préparation des terres pour les semailles après le labour, III, 370 à 373. — Terre gâtée, III, 373 à 379. — Différents genres d'appauvrissement du sol, III. 402 à 405. — Distribution des engrais sur les terres, III, 405 à 438. — Choix des engrais relativement à la nature du sol, VI, 186 à 197. — Terrains offrités, III, 403. — Coût de l'entretien de la fertilité des terres, V, 412. — Valeur comparée des terres selon leur degré d'humidité, I, 402 à 404. — Valeur des sols selon leur profondeur, I, 404. — Valeur des terres dans la période céréale, I, 405 à 410. — Valeur des terres dans les périodes commerciales et jardinières, I, 410 à 413. — Circonstances qui affectent la valeur des terres, I, 413. — Influence de l'activité de la culture sur la valeur de la terre, I, 413 à 417; influence de la richesse locale, I, 417 à 419; influence de la richesse de la population agricole, I, 419 à 424; influence de la population, I, 424 à 427; influence des distances des marchés et des voies de communication, I, 427 à 429. — Circonstances qui affectent les produits de la valeur des terres, I, 429 à 432. — Détermination absolue du système agricole à adopter d'après la nature du sol, V, 471 à 475. — Lettre à M. Léonce de Lavergne sur la modification du sol par les agents mécaniques, VI, 396 à 405; sur les moyens d'améliorer le sol, VI, 406 à 417.

THERMOMÈTRE. Vérification de l'échelle thermométrique, II, 50. — Thermomètre à maxima et à minima. II, 51. — Emploi des thermométrographes, II, 73. — Pronostics météorologiques déduits de l'observation du thermomètre, II, 401.

TOITURES. Ordre de leur établissement dans les constructions rurales, II, 535. — Divers modes de construction des toitures, II, 546 à 555. — Emploi des ardoises, des tuiles, des planches et des chaumes pour les couvertures, II, 556.

TOMBEREAUX. Emploi pour les transports, II, 280. — Prix de revient du transport par les tombereaux, III, 281.

TONNEAUX. Prix et dimensions des tonneaux, IV, 679.

TONNERRE. Causes qui le produisent, II, 172. — Paratonnerre, II, 172. — Explication de la succession prolongée d'éclairs et de coups de tonnerre, II, 173.

TOPINAMBOURS. Avantages et inconvénients de leur culture, IV. 69. — Composition, IV, 71. — Place dans l'assolement, IV, 72. — Culture, engrais, rendement, IV, 73. — Prix de revient et valeur nutritive des topinambours, IV, 75. — Eléments

constitutifs des cendres de topinambours, I, 89.
Torchis. Fabrication et usage pour les constructions rurales, II, 530.
Tourbe. Mode de formation, I, 116. — Composition, I, 116, 295. — Forme sous laquelle on la rencontre dans les terrains marécageux, I, 117. — Action de la tourbe sur la végétation, I, 293. — Emploi comme engrais, I, 570. — Mode d'action de la tourbe employée comme engrais, I, 571.
Tournesol. Voyez *Maurelle*.
Tourteaux de graines oléagineuses. Emploi comme engrais, I, 573. — Durée d'action de cet engrais, VI, 213. — Doses à employer par hectare, I, 575. — Expériences comparatives sur les effets de divers tourteaux, I, 575, 576. — Précautions à prendre dans l'emploi des tourteaux, I, 577. — Valeur des tourteaux de colza, I, 573; IV, 142; de lin, I, 474; de cameline, IV, 151; de coton, I, 574; de pavot, IV, 155; de sésame, I, 574; IV, 163; de madia, I, 574; IV, 169; d'arachide, I, 574; IV, 173; de ricin, IV, 176, 178. — Tableau de la composition des tourteaux, V, 406.
Tousselle. Variétés de blé, III, 603.
Transhumance des troupeaux, V, 166.
Transplantation. Voyez *Plantation*.
Transports. — Différentes espèces d'instruments employés pour les transports, III, 244. — Charrettes, III, 244 à 250. — Chariots, III, 250 à 258. — Paniers, hottes, civières, brouettes, III, 274 à 277. — Comparaison des véhicules dans les transports avec retour à vide, III, 277 à 282. — Tombereaux, III, 280. — Évaluation des prix des transports, II, 461. — Comparaisons des prix de transports des différents véhicules, III, 281.
Travail. Définition du travail mécanique, III, 4. — Kilogrammètre et cheval-vapeur, III, 5. — Mesure du travail par le dynamomètre, III, 6.
Trèfle. Composition des sols propres à sa culture, I, 258, 259. — Origine du trèfle rouge, IV, 445. — Propagation de sa culture, IV, 446. — Composition, IV, 447. — Effet améliorant, IV, 448 à 450. — Valeur des coupes de trèfle rouge, IV, 451. — Semailles d'automne, IV, 452; de printemps, 453. — Faculté germinative du trèfle rouge, IV, 454. — Quantité de graine à employer par hectare, IV, 454. — Variétés, IV, 454. — Plâtrage des trèfles, IV, 455; VI, 200 à 202. — Consommation en vert et fauchage, IV, 455. — Fanage, IV, 456. — Produit total d'un hectare, IV, 457. — Richesse du trèfle en azote, IV, 458. — Prix de revient du trèfle rouge, IV, 458. — Avantage de la culture du trèfle incarnat, IV, 459. — Choix du terrain propre à la culture du trèfle incarnat, IV, 459; VI, 348 à 353. — Valeur nutritive, IV, 460. — Ensemencement, IV, 460. — Culture et rendement, IV, 461. — Prix de revient du trèfle incarnat, IV, 462. — Valeur des débris et des racines de trèfle comme engrais, I, 567.
Trez. Composition de cet engrais, VI, 167.
Tuiles. Emploi pour les couvertures, II, 556.
Turneps. Variété de navets, IV, 116.

U

Udomètre. Description, II, 147.
Uredo. Maladie du pastel, IV, 292
Urines. Composition, I, 535. — Valeur comme engrais, I, 535. — Conduit des urines dans les écuries, II, 482; dans les étables, 484; dans les bergeries, 486; dans les porcheries, 488.

V

Vaches. Emplacement occupé dans les étables par tête de bétail, II, 483. — Emploi comme animaux de trait, III, 97. — Perte de lait occasionnée par le travail des vaches, III, 98. — Valeur de la force des vaches comparée à celle du bœuf, III, 98. — Nourriture absorbée par le travail, III, 98. — Prix du travail, III, 98. — Circonstances dans lesquelles on peut utiliser le travail des vaches, III, 99. — Prix du lait acquis par les fourrages, IV, 367. — Composition du lait de vache, VI, 24. — Emploi le plus avantageux du lait, VI, 390. — Produit d'une étable composée de vaches bretonnes, VI, 388 à 391. — Valeur du fumier de vache et prix du kilogramme d'azote I, 679; VI, 152, 389.
Valets de ferme. Prix moyen du salaire, III, 62. — Règlement adopté à Arles, V, 384. — Répartition du salaire suivant les mois de l'année, V, 385.
Van. Emploi pour le nettoyage des grains, III, 235.
Vapeur. Formation dans l'air et dans le vide, II, 108. — Table de la tension de la vapeur d'eau, II, 110. — Variations de la quantité de vapeur contenue dans l'air, II, 112. — Causes qui modifient la

tension de la vapeur dans l'évaporation de la terre, II, 122. — Formation des nuages, II, 129 à 137; 141 à 146. — Formation des brouillards, II, 137 à 146. — Emploi de la vapeur comme force motrice, III, 25; VI, 551. — Poids du combustible nécessaire pour transformer l'eau en vapeur d'une température donnée, III, 26. — Travail produit par le charbon dans les machines à basse pression, III, 26. — Pression exercée par la vapeur sur un centimètre carré, III, 27. — Travail du charbon dans les machines à haute pression, III, 28. — Prix du travail de la vapeur, III, 28 à 30. — Avantages des machines à vapeur sur les moteurs animés, III, 30 à 32. — Emploi de la vapeur comme moteur pour l'élévation de l'eau, III, 305 à 307.

Veaux. Place qu'ils occupent dans les étables, II, 485.

Végétation. Elle peut se produire dans tous les terrains, I, 238. — Influence de la nature du sol sur la végétation, I, 258. — Influences météoriques, I, 259. — Rôle de la lumière dans la végétation, II, 101 à 108; VI, 254 à 258, 422 à 442; des nuages, II, 132; des brouillards, 139; des pluies, 157 à 161. — Influence des climats secs et humides sur la végétation, II, 164 à 166; VI, 259. — Effets des vents sur la végétation, II, 199 à 203. — Influence des saisons sur la végétation, II, 203 à 210. — Influence des pluies de printemps et d'été sur la végétation, II, 271 à 273; VI, 261 à 264. — Influence de la lune sur la végétation, II, 437 à 451. — Conditions suffisantes à la vie d'une plante, I, 240; VI, 59 à 61. — La végétation sert à classer les sols, I, 241. — Qualités spéciales que les sols communiquent aux plantes, I, 241 à 243. — Détermination de la valeur relative des terrains d'après leur végétation, I, 306 à 309. — Marche de la végétation, I, 483. — Durée de la saison végétative V, 126 à 131; VI, 275 à 279. — Saison végétale d'humidité, VI, 279 à 287. — Voyez *Végétaux*.

Végétaux. Définition, VI, 21. — Division des plantes d'après Liebig, VI, 28. — Absorption par les végétaux des éléments nutritifs, I, 27. — Rôle que remplissent les terres relativement aux végétaux, I, 30 à 32; VI, 22. — Produits de la combustion des végétaux, I, 580 à 582. — Proportion d'alumine contenue dans les cendres des végétaux, I, 66; de magnésie, 81; de sulfate de chaux, 89; de phosphate de chaux, 97; VI, 42. — Effets physiologiques des alcalis, VI, 50 à 52. — Absorption de la potasse dans l'acte de la végétation, I, 100 à 102; VI, 52, 372. — Rôle de la soude dans la végétation, I, 105, VI, 52 — Effets de la chaux et de la magnésie, VI, 54. — Rôle du fer dans la végétation, VI, 55. — Rôle du manganèse et de l'alumine dans la végétation, VI, 56. — Présence de l'iode dans les végétaux, VI, 45. — Rôle de l'oxygène, de l'hydrogène et de l'eau dans l'alimentation des plantes, I, 118 à 121; VI, 54. — Rôle de l'azote, de l'ammoniaque et des nitrates dans la végétation, I, 121 à 130; VI, 54, 37, 395. — Aliments des végétaux considérés comme contenant du carbone, I, 606 à 609. — Aliments considérés comme contenant des alcalis minéraux, I, 609 à 624. — Aliments considérés comme contenant des sulfates, I, 624 à 634. — Aliments contenant de la chaux, I, 634 à 642. — Moyen de mettre les alcalis et les silicates à la disposition des plantes, I, 622 à 624. — Mécanisme de la végétation, I, 478. — Respiration des plantes, VI, 30, 59 à 61. — Formation des acides végétaux, VI, 33. — Evaporation des plantes, VI, 77. — Théorie de physiologie végétale de Liebig, VI, 47. — Oxygénation de la séve, VI, 47. — Aliments nécessaires à la végétation, I, 479 à 482; VI, 21. — Aliments spéciaux des plantes, I, 482 à 496; VI, 21, 198 à 209. — Aliments tirés de l'atmosphère, VI, 64 à 69. — Absorption de l'humus par les racines des plantes, VI, 89. — Méthode à suivre dans le choix des aliments des plantes, I, 496 à 499. — Les différentes espèces de plantes ont-elles une nourriture différente? I, 487 à 490. — Considérations générales sur les matières alimentaires des plantes, I, 499 à 502; VI, 109 à 120. — Nature des principes nutritifs nécessaires aux plantes. I, 489; VI, 29. — Détermination de l'effet des engrais sur les plantes, I, 492 à 496. — Résultats d'analyses de différentes plantes, I, 493; VI 26. — État dans lequel les aliments doivent être fournis aux plantes, I, 502 à 506. — Substances végétales employées comme engrais, I, 553. — Végétaux transportés pour être enfouis : Pousses de pins, buis, roseaux, sarments, goëmon, fourrages, I, 553 à 558. — Végétaux cultivés sur place comme engrais verts : prairies, lupin, fèves, vesces, seigle, spergule, sarrasin, madia, navette, chanvre, débris divers, I, 558 à 567. — Influence de la température ambiante sur les végétaux,

II, 50; VI, 442 à 452; de la température moyenne, VI, 248 à 254. — Influence de la température maximum sur la croissance des végétaux, II, 52; VI, 237 à 242. — Influence des minima de température sur les végétaux, II, 53; VI, 242 à 248. — Caractères auxquels on reconnaît que les végétaux ont ressenti les atteintes du froid, II, 54. — Effets des dégels sur les végétaux, II, 58 à 59. — Influence de l'état des cultures sur les effets du froid, II, 60. — Influence de l'époque des gelées, II, 69. — Effets de la rosée des gelées blanches, II, 70 à 72, 127. — Effets de la lune rousse sur les végétaux, II, 72. — Lois de l'échauffement des surfaces et des végétaux, II, 77 à 83. — Effets de la température des saisons sur les végétaux, II, 91 à 96. — Rapport entre la marche des saisons et celle de la végétation, II, 96 à 101. — Epoques météorologiques de la foliation, de la floraison et de la maturation, II, 100; VI, 446 à 450. — Distance à mettre entre les plantes dans les semis et plantations, III, 467 à 474. — Effet du tallement des plantes, III, 469. — Transplantation, III, 509 à 514, 523 à 541. — Greffe, III, 542 à 547. — Pincement, effeuillaison, écimage, taille et ébourgeonnement, III, 547 à 558. — Avantages et inconvénients de la culture des plantes oléagineuses, IV, 137 à 141. — Plantes annuelles à fruits charnus, IV, 179 à 182. — Plantes à bulbes comestibles, IV, 198. — Plantes cultivées pour leurs organes floraux, IV, 206. — Plantes tinctoriales, IV, 250 à 253. — Plantes textiles, IV, 318 à 320. — Avantages de la culture des plantes fourragères, IV, 354 à 359. — Avantages et inconvénients de la culture des végétaux à tige ligneuse, IV, 512 à 518. — Antipathies supposées des plantes, V, 26 à 38. — Hypothèse de l'antipathie des plantes d'espèces différentes les unes pour les autres, V, 39 à 41. — Théorie des assolements basée sur la variété des aliments des plantes, V, 42 à 46. — Hypothèse de MM. Macaire et de Candolle sur les déjections excrémentitielles des plantes, V, 46 à 50. — Hypothèse de Rozier fondant la théorie des assolements sur la forme des racines des plantes, V, 51. — Théorie des assolements fondée sur l'action des racines des plantes sur le sol, V, 52 à 56. — Tableau de la composition des plantes par 100 de la plante sèche, V, 71. — Tableau de la consommation et de la restitution d'engrais par les plantes, V, 83, 84. — Influence du climat sur le choix des plantes cultivées, V, 122 à 126.

Véhicule. Voyez *Charrettes*.

Vendanges. Influence des époques lunaires sur les vendanges, II, 449 à 450. — Retards successifs dans l'époque des vendanges, IV, 650. — Prix de revient des vendanges, IV, 680.

Vent. Influence du vent sur l'évaporation, II, 115 à 117. — Des vents de pluie, II, 150, 305. — Explication des mouvements de l'atmosphère, II, 181. — Courant tropical et courant polaire, II, 182 à 184. — Vents topiques, II, 184. — Observations des courants par la marche des nuages, II, 184. — Vitesse des courants, II, 185. — Observation de la direction des vents par la girouette, II, 186. — Mesure de la vitesse des vents par l'anémomètre, II, 186. — Moyen de déterminer les rapports de la vitesse à la force, II, 186; III, 10. — Marche des vents à la surface d'une mer et sur les côtes, II, 187. — Mouvement ondulatoire des vents, II, 188. — Moment de la plus grande force de l'onde, II, 189. — Action des obstacles placés dans le passage d'un courant, II, 189 à 191. — Rose des vents, II, 191. — Le caractère de chaque vent n'est pas le même sur la surface du même hémisphère, II, 192. — Température des vents à Paris, II, 192 — Le caractère des vents change avec les saisons, II, 192. — Observations comparées de la température et des vents pendant les saisons, II, 193. — Influence des vents sur la température des saisons, II, 193; sur la température du sol et l'évaporation, II, 194. — Ordre des vents relativement à leur température, II, 194. — Influence des vents sur le baromètre, II, 194. — Formule pour déterminer la direction moyenne des vents, II, 195, 196. — Détermination de la vitesse moyenne des vents, II, 196. — Particularités que présente la direction moyenne des vents par mois, II, 197. — Changement régulier que subit la direction moyenne des vents, II, 198. — Effet des vents modérés sur la végétation, II, 199. — Vitesses du vent frais, du grand frais, du très-grand frais, des tempêtes et des ouragans, II, 200. — Effets des grands vents sur les végétaux, II, 201. — Effets des vents constants, II, 201. — Dissémination par les vents des semences ailées des plantes, II, 201. — Action des vents sur le sol, II, 202. — Effets des vents secs et chauds sur l'évaporation, II, 203. — Influence des vents sur les climats, II, 236. — Direc-

tion générale des vents dans notre hémisphère, II, 237 à 240. — Tableau de la direction moyenne des vents du nord et du sud, II, 241, 242. — Division de l'Europe en deux zones de vents, II, 242. — Direction des vents sur les côtes de la Méditerranée, II, 243; pendant les différentes saisons, 243; selon les heures de la journée, 244. — Influence des différences diurnes de direction sur la végétation, II, 245. — Analyse des directions moyennes, II, 246. — Nombre de jours pendant lesquels soufflent les différents vents, par année moyenne, à Paris et à Orange, II, 246 à 248. — Répartition dans les régions des vents du nord et les régions des vents du sud, II, 249, 250. — Force des vents, II, 250. — Vitesse moyenne, II, 251. — La plus grande force moyenne est dans le sens du vent dominant, II, 251. — Influence des vents sur la quantité de pluie, II, 263. — Influence des vents sur le nombre de jours de pluie, II, 283. — Tableau des vents de pluie, II, 307. — Pronostics météorologiques déduits de l'observation des vents, II, 384. — Rapport entre l'élévation du baromètre et la probabilité des vents, II, 389. — Tableau de la hauteur moyenne barométrique pendant le règne des différents vents, II, 391. — Tableau des probabilités du vent pour chaque hauteur du baromètre, II, 393. — Influence du vent sur la détermination de la probabilité de la pluie, II, 397. — Pronostics du caractère des saisons déduit de l'observation des vents, II, 405. — Emploi du vent comme force motrice, III, 7. — Inconvénients qui résultent de son irrégularité, III, 7. — Mesure de sa force, III, 8. — Principaux emplois de la force du vent, III, 11. — Travail des moulins à vent, III, 12. — Travail du vent à utiliser et prix du travail, III, 14. — Ventilateur et tarare, III, 233 à 235. — Application du vent à l'élévation des eaux, I, 455; III, 300; VI, 331. — Moteur à vent de M. Amélée-Durand, III, 301 à 304.

Ventes. Circonstances qui doivent guider dans les ventes, V, 569 à 577. — Etablissement de la valeur en numéraire des objets destinés à la vente, V, 582 à 586.

Ventilateur. Emploi du van, III, 233. — Principe de la construction des tarares, III, 234.

Vers a soie. Dimensions et distribution des magnaneries, II, 496. — Capacité nécessaire à l'éducation des vers à soie, II, 497. — Proportion des feuilles consommées pour un kilogramme de cocons, IV, 705. — Proportion de soie produite par 100 kilogrammes de cocons et 100 kilogrammes de feuilles, IV, 706. — Composition des cocons, IV, 711. — Valeur de la litière des vers à soie comme engrais, I, 552; VI, 155.

Versoir. Moyen de représenter le renversement qu'il produit, III, 129. — Préférence que mérite la courbe hélicoïde, III, 130. — Forme indiquée par Jefferson, III, 131. — Dimensions du versoir, III, 132. — Tracé du versoir hélicoïde, III, 132 à 135. — Tracé du versoir paraboloïde, III, 135 à 137. — Résistance occasionnée par le poids de la bande de terre, III, 137; par les frottements, 138; pas le changement de figure du prisme de terre, 139. — Forme et proportion du versoir relativement aux autres pièces de la charrue, III, 146.

Vesces. Sols propres à leur culture. III, 793. — Variétés, III, 794; IV, 476. — Rapport du grain à la paille, III, 794. — Composition, III, 794; IV, 476. — Mode de culture, III, 794. — Prix de vente et prix de revient, III, 795. — Avantages de la culture comme fourrages, IV, 476. — Consommation en vert et en sec, IV, 476. — Semailles et culture comme plante fourragère, IV, 477 à 479. — Récolte, IV, 479. — Prix de revient, IV, 479. — Gesces, IV, 477 à 479. — Emploi des vesces comme engrais, I, 562.

Viande. Prix du kilogramme de viande acquis par les fourrages, IV, 365 à 369.

Vignes. Influence de la position des plantations sur la culture des vignes, II, 329. — Position de la région des vignes en Europe, II, 337. — Circonscription de la région, II, 349 à 351. — Caractères météorologiques de la région, II, 351. — Quantité de chaleur nécessaire à la culture de la vigne, II, 352 à 354. — Quantité de pluie, II, 354. — Agriculture de la région des vignes, II, 356 à 359. — Influence des époques lunaires sur les vendanges, II 449 à 451. — Marcottage des vignes, III, 541. — Effet du pincement des tiges, III, 550. — Variétés de vignes, IV, 602 à 616. — Enumération des qualités propres à comparer les plants de vigne, IV, 604. — Division de la période végétative des vignes en cinq époques, IV, 606. — Enumération des caractères des cépages, divisés suivant l'époque de leur maturité : première époque, IV, 607; deuxième époque, 607 à 609; troisième époque, 609; quatrième époque, 610 à

613; cinquième époque, 613 à 615; sixième et septième époque, 615. — Choix des cépages, IV, 616 à 622. — Mode de végétation de la vigne, IV, 622. — Influence des gelées sur la vigne, IV, 623. — Evaporation des surfaces foliacées, IV, 625. — Influence de la sécheresse sur la vigne, IV, 627. — Epoques de la maturité des vignes depuis 1611, IV, 629. — Retards successifs apportés dans les vendanges, IV, 650. — Influence des saisons sur les produits de la vigne, IV, 652; — Terrains propres à la culture de la vigne, IV, 638 à 641. — Mode d'alimentation de la vigne, IV, 641 à 645. — Choix de l'exposition, IV, 645 à 647. — Influence de l'altitude, IV, 648. — Influence de la situation, IV, 649. — Mode de plantation, IV, 650. — Préparation du terrain, IV, 652 à 655. — Distance entre les ceps, IV, 655 à 659. — Frais de plantation, IV, 659. — Formation du cep; travaux des premières années, IV, 661. — Cultures annuelles, IV, 662 à 666; travail à la charrue, IV, 665. — Taille de la vigne, IV, 666 à 670. — Échalassement; manières diverses de soutenir la vigne, IV, 671 à 674. — Travaux de renouvellement et de conservation des vignes, IV, 674 à 678. — Mobilier nécessaire pour l'exploitation des vignes, IV, 678 à 680. — Frais et produits totaux de la culture de la vigne, IV, 681 à 689. — Système à adopter pour la culture des vignes, V, 517. — Valeur du fumier employé à la culture des vignes, I, 672. — Emploi des sarments comme engrais, I, 556.

Vin. Composition des marcs, IV, 598. — Détermination de la quantité d'alcool contenu dans le vin, IV, 600. — Analyse des vins, IV, 600 à 602. — Influence des saisons sur le vin, IV, 632 à 638. — Prix de revient du vin, IV, 681 à 689. — Causes d'altération du vin, V, 568.

Vis d'Archimède. Emploi pour élever l'eau, III, 294. — Travail produit, III, 295. — Prix de revient de l'eau élevée par cette machine, III, 295.

Vitesse des moteurs. Voyez le nom des moteurs.

Voies de communication. Influence des voies de communication sur la valeur de la propriété rurale, I, 427. — Leur importance dans la construction des bâtiments d'exploitation, II, 463. — Importance des bons chemins d'exploitation, II, 568. — Causes de l'abandon des chemins ruraux, II, 560 à 562. — Conditions pour qu'un chemin soit bon, II, 562. — Profils des chemins en long et en travers, II, 563. — Rectification des chemins vicinaux, II, 564 à 566. — Constructions accessoires, murs de soutènement, aqueducs et ponceaux, II, 566 à 568. — Importance des chemins comme élément de l'entreprise agricole, V, 458.

Voitures. Voyez *Charrettes*.

Volcans. Aspect des terrains volcaniques, I, 224. — Cendres volcaniques, I, 225. — Fertilité des terrains volcaniques, I, 225.

FIN DE LA TABLE ANALYTIQUE GÉNÉRALE DES MATIÈRES.

TABLE GÉNÉRALE DES GRAVURES

DU COURS D'AGRICULTURE

TOME PREMIER

Fig.		Pages
1.	Appareil pour le dosage de l'azote	47
2.	Disposition du sol et du sous-sol dans les diluviums	235
3.	Disposition du sol et du sous-sol dans les terrains d'alluvion	235
4.	Constitution des terrains d'alluvion	237
5.	Méthode d'irrigation par immersion	439
6.	Planche de terrain arrosée par immersion	440
7.	Irrigation par immersion des terrains en pente	441
8.	Fossés dits en éperons pour dessécher les terrains	462
9.	Assainissement des terrains où l'humidité provient des filtrations qui ont lieu sur la ligne où se rencontre une couche imperméable supérieure au sol	463

TOME SECOND.

1.	Courbe des températures horaires du mois de janvier à Padoue	62
2.	Répartition des fluides sur un conducteur métallique isolé électrisé par influence	167
3.	Action d'un obstacle opposé perpendiculairement à la direction du vent	189
4.	Action d'un obstacle opposé obliquement à la direction du vent	190
5.	Direction que suit le vent après avoir franchi un obstacle vertical	190
6.	Rose des vents	191
7.	Position des lignes isothères par rapport aux méridiennes et aux lignes isothermes	218
8.	Explication de la direction générale des vents à la surface de la Terre	237
9.	Direction générale des vents à la surface de l'Europe	240
10.	Situations relatives des différentes directions suivies par le vent à la surface de la Terre	242
11.	Détermination de la direction moyenne des vents	247
12.	Direction moyenne des vents à Orange	248
13.	Direction moyenne des vents pour les régions des vents du nord	249
14.	Direction moyenne des vents pour les régions des vents du sud	250
15.	Courbes représentant les quantités de pluies des bandes à pluies d'automne et à pluies d'été	270
15 *bis*.	Position des cinq régions agricoles en Europe	358
16.	Courbes des hauteurs barométriques observées pendant l'intervalle d'une lunaison, pour Paris et Carlsruhe	422
17.	Courbes des hauteurs barométriques moyennes et des hauteurs barométriques à l'apogée et au périgée	426
18.	Courbes représentant la fréquence relative des pluies pour chaque jour lunaire, à Paris, à Carlsruhe et à Orange	432

Fig. Pages
19. Courbe représentant le degré de pluviosité pendant la révolution anomalique de la Lune à Orange.. 434
20. Disposition des bâtiments d'exploitation dont le développement ne dépasse pas 32 mètres. 469
21. Disposition des bâtiments dont le développement est compris entre 32 et 50 mètres. 470
22. Disposition des bâtiments dont le développement est compris entre 50 et 75 mètres. 470
23. Disposition des bâtiments de 75 mètres de développement et au delà.. . . . 471
24. Distribution des bâtiments d'exploitation. 4.5
25. Distribution du logement du propriétaire. 477
26. Distribution du logement du fermier. 478
27. Plan d'une écurie double à huit chevaux.. 481
28. Élévation d'une stalle d'écurie. 481
29. Plan d'une étable pour seize bœufs, la nourriture étant jetée de l'étage supérieur.. 484
30. Plan d'une étable avec couloir pour le service des crèches.. 484
31. Dispositions du râtelier et de la mangeoire dans les étables à bœufs. 485
32. Disposition d'une loge à porcs.. 487
33. Plan d'une grange à blé pour un domaine de 500 hectares.. 492
34. Encaissement dans lequel on doit battre le pisé. 537
35. Outil servant à piser ou massiver la terre. 538
36. Bloc régulier en bois employé pour fabriquer l'outil à piser. 538
37. Assemblage des poutres de planchers de petites dimensions. 545
38. Assemblage simple des poutres de toitures. 547
39. Déformation produite par le poids de la toiture dans les poutres mal assemblées. 548
40. Assemblage mixte des poutres de toitures. 549
41. Détermination des résistances supportées par les différentes pièces qui constituent la toiture. 549
42. Tenon simple, droit, pour réunir les pièces de charpente. 552
43. Forme de la pièce supportée par le tenon simple. 552
44. Assemblage du tenon et de la pièce supérieure.. 552
45. Tenon double incliné. 552
46. Assemblage à queue d'hironde de deux pièces perpendiculaires.. 553
47. Assemblage à mi-bois de deux pièces bout à bout.. 553
48. Assemblage à trait de Jupiter des pièces qui supportent des efforts considérables. 554
49. Assemblage des charpentes par pièces moisantes. 555

TOME TROISIÈME

1. Plantoir des jardiniers. 105
2. Plantoir à deux branches. 105
3. Plantoir pour le blé. 105
4. Pyramide du Rouleau-plantoir de M. A. de Gasparin. 106
5. Rouleau-plantoir de M. de Gasparin. 106
6. Sonde servant à l'examen agricole des couches inférieures du terrain. 106
7. Coutre à forte courbure.. 107
8. Coutre à courbure moyenne.. 107
9. Coutre droit.. 107
10. Coutre monté sur une pièce de bois supportée par quatre roues. 108
11. Herse triangulaire. 112
12. Herse quadrangulaire.. 112
13. Herse parallélogrammique de Valcourt.. 112
14. Herses parallélogrammiques assemblées au même palonnier. 115
15. Herse concave pour la culture en billons.. 115

Fig. Pages.
16. Herse à compartiments mobiles de M. Malingié. 114
17. Peigne Machon. 115
18. Scarificateur simple à trois dents. 117
19. Scarificateur de Biddell. 117
20. Scarificateur de lord Ducie. 118
21. Soc placé horizontalement. 120
22. Soc vertical à la marche de l'instrument. 120
23. Soc oblique à la marche de l'instrument. 120
24. Soc triangulaire des ratissoires à cheval. 120
25. Soc quadrangulaire des ratissoires à cheval. 120
26. Ratissoire à cheval à socs droits. 121
27. Extirpateur de Roville. 124
28. Extirpateur de Grignon. 125
29. Extirpateur de Hayvard. 125
30. Extirpateur de Wilkie. 125
31. Position des socs dans les houes à cheval. 125
32. Détermination de la forme à donner au versoir. 129
33. Versoir adopté par Jefferson. 131
34. Détermination de la longueur du versoir hélicoïde. 132
35. Tracé du versoir hélicoïde sur le cylindre. 133
36. Section du cylindre par une surface passant par les deux extrémités de la spirale tracée sur sa surface. 133
37. Vue de la section du cylindre qui donne, en creux, la surface du versoir hélicoïde. 133
38. Position occupée par une bande de terre dans les diverses phases de son renversement par le versoir. 134
39. Explication de la condition nécessaire pour le renversement de la bande. . . . 135
40. Losange à charnière pour la génération du paraboloïde hyperbolique. 136
41. Pièce de bois dite *gendarme*, employée par M. de Valcourt pour la construction du versoir paraboloïde. 136
42. Construction du versoir paraboloïde. 136
43. Buttoir de Mathieu de Dombasle. 141
44. Buttoir de M. Rozé. 141
45. Moyen d'attache du coutre à l'age de la charrue. 144
46. Coutre coudé. 145
47. Aile du soc. 145
48. Soc attaché au sep. 145
49. Vue d'un soc détaché du sep. 145
50. Coupe des bandes de terre dans un labour. 146
51. Vue de l'age des étançons et du sep d'une charrue. 148
52. Vue des étançons et du sep muni du soc. 147
53. Arc-boutant servant à attacher le versoir. 147
54. Composition des résistances appliquées à la charrue. 148
55. Régulateur simple à cheville 150
56. Sellette mobile servant à modifier l'inclinaison de l'age de la charrue. 150
57. Régulateur à manivelle. 150
58. Chaînes de longueur variable reliant l'age à la sellette et servant de régulateur. 150
59. Régulateur à crémaillère. 151
60. Charrue munie d'un anneau régulateur. 151
61. Régulateur à sabot et à crémaillère. 152
62. Moyens d'attache des mancherons à l'age. 154
63. Charrue à treuil. 155
64. Travail de la charrue à treuil. 155
65. Charrue à treuil mue par un manége. 155
66. Détermination de la force à appliquer à la charrue. 157
67, 68, 69. Influence du tirage sur la direction du soc de la charrue. 158
70. Perte de force occasionnée par le tirage angulaire. 160
71. Supports présentant une ouverture carrée au moyen de laquelle l'age est relié à l'avant-train. 161

Fig. Pages.
72. Leviers latéraux de Grangé pour le règlement de la charrue. 161
73. Plan du trisoc de Bedfort 162
74. Vue latérale du trisoc de Bedfort. 162
75. Plan du polysoc de M. Godefroy. 164
76. Élévation latérale du polysoc de M. Godefroy 165
77, 78. Vue du polysoc de M. Godefroy par devant et par derrière. 166
79. Vue d'une charrue à avant-train trop massif. 168
80. Influence de la dimension des roues de l'avant-train sur le tirage. 169
81. Charrue Guillaume. 170
82, 83. Décomposition des forces appliquées à la charrue Dombasle sans avant-train. 174, 175
84. Marche à suivre dans les labours en planches ordinaires 176
85. Marche à suivre dans les labours des terrains en pente. 176
86, 87. Forme du versoir des charrues tourne-oreilles. 176
88. Charrue-navette de Valcourt. 177
89, 90. Charrue tourne-soc de Rozé vue des deux côtés. 177
91. Charrue sous-sol altenbourgeoise. 182
92. Ligo employé chez les anciens pour défoncer le sol. 186
93, 94, 95. Mode d'attache de la pelle et de la bêche à son manche. 187
96. Fourche à trois dents pour les terrains pierreux. 187
97. Bavale employée pour les travaux de nivellement. 191
98. Résistance à vaincre dans le travail à la bêche. 193
99. Positions des mottes de terre dans le travail à la bêche. 200
100. Pic employé dans les terres caillouteuses. 203
101. Pioche. 203
102. Pioche à dent. 203
103. Outil dit tournée pour défoncer les terres alternativement pierreuses et dures. 203
104. Ecobue. 204
105, 106. Houe des jardiniers. 204
107. Serfouette. 204
108. Rouleau à pointes. 208
109. Rouleau squelette. 209
110. Semoir à cuillers vu par derrière. 212
111. Vue latérale du semoir à cuillers. 212
112. Semoir à entailles vu par derrière. 213
113. Vue latérale du semoir à entailles. 213
114. Semoir à barillet. 215
115, 116. Faucille. 218
117, 118. Faux. 218
119. Sape flamande. 221
120, 121. Cylindres alimentaires des machines à battre. 229
122. Machine à battre de Ransomes. 250
123. Van pour le nettoyage du grain. 253
124, 125. Tarare ordinaire. 254
126. Rapport du diamètre à la base des rouleaux à dépiquer les grains. 239
127. Rouleaux de bois de chêne pour le dépiquage des grains. 240
128, 129. Marche à suivre pour dépiquer le grain avec les rouleaux sur une aire carrée. 241
130. Dépiquage des grains sur une aire rectangulaire. 242
131. Effets du tirage dans les voitures à quatre roues. 251
132. Mode d'attelage des chevaux usité en Allemagne. 268
133. Cadre employé pour atteler les chevaux deux à deux. 270
134. Machine hydraulique de Vera. 284
135. Jeu des soupapes dans la canne hydraulique. 285
136. Bélier hydraulique. 288
137. Levier à contre-poids pour l'élévation de l'eau. 287
138. Roue à godets. 289
139. Noria. 290
140. Machine à chapelet. 295

Fig. Pages.
141. Ecope à manche creux pour l'élévation de l'eau. 294
142. Pompe foulante. 296
143. Pompe aspirante. 296
144. Pompe aspirante et foulante à réservoir d'air. 298
145. Surface exposée à l'air par les labours. 367
146, 147. Surface exposée à l'air quand la profondeur du labour est égale ou supérieure à la largeur de la bande. 367
148. Rapport de la largeur à la profondeur de la raie dans les meilleurs labours. 368
149, 150. Marche à suivre dans les labours à plat. 386
151. Labours des charrues tourne-oreilles. 387
152 Labours des charrues versant à droite dans des terrains peu inclinés. . . . 387
153. Labours de nivellement. 388
154. Labours d'un champ en deux planches. 389
154 (*bis*). Coupe d'un champ dans le système de culture de Tull. 398
155. Semis d'un champ à la volée d'après la méthode de M. Pichat. 499
156. Greffe par scion. 545
157. Greffe en écusson. 546
158. Greffe en flûte. 547
159. Rafleur employé pour ramasser le foin. 582
160, 161. Mode de construction des moyettes. 583
162. Tige et racines de froment de grandeur naturelle après quarante jours de végétation. 609
163. Carte indiquant les probabilités de la grêle pour chaque partie de la France. 625
164. Vue d'une Rizière. 732

TOME QUATRIÈME

1. Serpe pour couper les tiges de gardère. 226
2. Système d'échalas de M. Denis pour la culture du houblon. 214
3. Broie pour briser les chènevottes de chanvre. 552
4. Espadon pour le teillage du lin. 317
5. Détermination de la distance à observer entre les plantations d'arbres, d'après la hauteur de ces arbres. 556
6. Courbes représentant les récoltes des vignobles dans différentes circonstances météorologiques. 634
7, 8. Charrue pour la culture de la vigne. 664
9, 10, 11. Détermination de la distance à mettre entre les arbres plantés en verger. 770, 771

TOME CINQUIÈME

1. Courbes représentant la marche de la température moyenne pour Paris et Orange. 127
2. Courbes représentant la marche de la température totale à Paris et à Orange. 127

FIN DE LA TABLE GÉNÉRALE DES GRAVURES.

TABLE DES MATIERES DU SIXIÈME VOLUME

DÉDICACE. V
AVIS. VII

PRINCIPES DE L'AGRONOMIE

INTRODUCTION. 1

PREMIÈRE PARTIE

NUTRITION DES PLANTES

CHAPITRE PREMIER. — Définition et limite de l'Agronomie. 17
CHAPITRE II. — De l'alimentation des végétaux. 21
CHAPITRE III. — Deux sources des aliments des végétaux. 59
CHAPITRE IV. — Aliments végétaux puisés dans l'atmosphère. 62
CHAPITRE V. — La terre comme source d'aliment pour les plantes. . . . 70
CHAPITRE VI. — Consommation alimentaire des végétaux. 109
CHAPITRE VII. — Des engrais. 121
CHAPITRE VIII. — Continuation des engrais complémentaires. L'eau. . . 135
CHAPITRE IX. — Des matières servant d'engrais. 146
CHAPITRE X. — Tableau des engrais. 150
Première classe. — Déjections humaines. 150
2e *classe*. — Déjections des animaux. 151
1. Cheval. 151
2. Espèce bovine. 152
3. Espèce ovine. 153
4. Porcs. 154
5. Poules. 154
6. Pigeons. 155
7. Litière de vers à soie. 155
8. Guano. 155
9. Poudrette. 156

10. Engrais flamand. 156
11. Lizier suisse, purin. 157
3e *classe*. — Matières organiques autres que les déjections. . . . 158
4e *classe*. — Plantes fraîches. 160
5e *classe*. — Matières végétales mortes. 163
6e *classe*. — Produits chimiques. 166
7e *classe*. — Matières minérales naturelles. 166
1. Principe calcaire dominant. 166
2. Matières fournissant du soufre. 168
3. Matières contenant des phosphores. 168
4. Matières contenant de la silice soluble. 169
8e *classe*. — Mélanges des matières des différents règnes. 169
Chapitre XI. — Préparation à faire subir aux engrais d'étable. 172
Chapitre XII. — Des engrais relativement à la nature du sol. 186
Chapitre XIII. — Engrais spéciaux des plantes. 198
Chapitre XIV. — Durée d'action des engrais. 210
Chapitre XV. — Mode d'application des engrais. 218
Chapitre XVI. — Du prix des engrais. 223

DEUXIÈME PARTIE

HABITATION DES PLANTES

Chapitre premier. — Introduction. 235
Chapitre II. — Du calorique. 238
§ 1. — Effets des maxima de température. 238
§ 2. — Effets des basses températures sur la végétation. 242
§ 3. — Effets des températures moyennes. 248
§ 4. — Effets de la radiation solaire. 254
Chapitre III. — De l'humidité. 259
§ 1. — Effets de l'humidité sur les plantes. 259
§ 2. — De l'eau atmosphérique. 261
§ 3. — Eau du sol. 264
§ 4. — Faculté de retenir l'eau. Hygroscopicité des terres. 265
§ 5. — Perméabilité du sol. 267
§ 6. — Capillarité du sol. 270
Chapitre IV. — Des saisons végétales. 275
§ 1. — Saison végétale de température. 275
§ 2. — Saison végétale d'humidité. 279
Chapitre V. — Moyens de modifier la température. 288
§ 1. — Moyens d'augmenter la chaleur. 288
§ 2. — Moyens de diminuer la chaleur 293

CHAPITRE VI. — Modifications de l'humidité du sol. 295
§ 1. — Addition de l'humidité. 295
§ 2. — Diminution de l'humidité du sol. 296
CHAPITRE VII. — Ténacité du sol. 310
CHAPITRE VIII. — Moyens de modifier la cohésion du sol. 316
§ 1. — Moyens permanents 316
§ 2. — Moyens passagers périodiques pour vaincre la cohésion. 321
§ 3. — Des forces mécaniques. 330
CHAPITRE IX. — Conclusions de la deuxième partie. 340
§ 1. — Terres convenant aux céréales et aux plantes portant graines. 345
§ 2. — Terres convenant aux légumineuses et aux plantes à racines pivotantes. 348
§ 3. — Terres propres aux prairies permanentes. 353
§ 4. — Sols particulièrement convenables pour les arbres et les arbustes. 355
§ 5. — Remarques sur la destination à donner aux terres d'une exploitation. 357

TROISIÈME PARTIE

APPENDICE

N° 1. — Analyse qualitative des terrains. 361
N° 2. — Des matières contenues dans les terres végétales. 363
I. Des substances solubles. 363
II. Procédés à suivre dans l'analyse d'un extrait de terre obtenu par l'eau. 369
III. Sur les propriétés de l'extrait de la terre végétale. 371
N° 3. — Analyse des cendres de végétaux. 372
N° 4. — Note sur le lupin. 380
N° 5. — Note sur l'invention d'un nouveau moyen de transport d'engrais imaginé en Angleterre. 381
N° 6. — Frais d'une irrigation avec de l'engrais liquide. 386
N° 7. — Prix du kilogramme d'azote du fumier. 387
N° 8. — Produit d'une étable composée de vaches bretonnes. 388
N° 9. — Compte d'un engraissement de moutons. 391
N° 10. — Compte de l'entretien des chevaux. 392
N° 11. — Valeur du fumier de ferme. 394
N° 12. — Sur la nitrification et sur la source de l'azote absorbé par les plantes. 395
N° 13. — Modification du sol par les agents mécaniques. 396

N° 14. — Sur les moyens d'améliorer le sol. 406
N° 15. — Nécessité des engrais spéciaux démontrée par quelques faits observés dans la culture de la garance. 417
N° 16. — De la radiation solaire et de ses effets sur la végétation. . . 422
N° 17. — Influence de la chaleur sur les progrès de la végétation. . . 442

Considérations sur les Machines, par Auguste de Gasparin. 455
Du plan incliné comme grande machine agricole. 489
De l'eau à Nimes. 541
Une Course au clap de Luc. 547

Table analytique générale des matières des six volumes du *Cours d'Agriculture*. 553
Table générale des gravures du *Cours d'Agriculture*. 605
Table des matières du sixième volume. 611

MUSÉUM D'HISTOIRE NATURELLE MONTPELLIER

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES DU SIXIÈME ET DERNIER VOLUME.

Paris. — Typ. G.-A. Pinard, 9, cour des Miracles.

EXTRAIT DU CATALOGUE DE LA LIBRAIRIE AGRICOLE

AGRICULTURE (Cours d'), par DE GASPARIN, 6 vol. in-8 et 255 gravures. 39 50
BON FERMIER (Le), par BARRAL. 1861 et 1862. 1 vol. in-12 de 1,164 pages et 180 grav. . 7 »
BON JARDINIER (Le), almanach horticole, par MM. POITEAU, VILMORIN, BAILLY, NAUDIN, NEUMANN, PÉPIN. 1 vol. in-12 de 1,646 pages et 15 gravures. . . . . 7 »
CHEVAUX (Manuel de l'éleveur de), par F. VILLEROY, 2 vol. in-8 et 121 gravures. . . 12 »
CHIMIE AGRICOLE, par le Dr SACC, 2e édition, 1 vol. in-12 de 454 pages. 3 50
CHIMIE USUELLE, appliquée à l'agriculture et à l'industrie. par STOCKHARDT, traduite par BRUSTLEIN sur la 4e édition. 1 vol. in-18 de 524 pages et 225 gravures. 4 50
CULTURE AMÉLIORANTE (Principe de la), par LECOUTEUX. 1 vol. de 580 pages. . . 3 50
DRAINAGE, par BARRAL, 4 vol. in-12 et 600 gravures. . . . . 25 »
FLORE DES JARDINS ET DES CHAMPS, par LEMAOUT et DECAISNE, 2 vol. in-8. . . 9 »
IRRIGATEUR (Manuel de l'), et *Code*, par VILLEROY, 584 pages in-8 et 121 gravures. . 5 »
JOURNAL D'AGRICULTURE PRATIQUE, sous la direction de M. BARRAL, par MM. BOUSSINGAULT, GASPARIN, LAVERGNE, MOLL, PAYEN, VILLEROY, etc. — Une livraison de 64 pages in-4, paraissant les 5 et 20 du mois, avec de nombreuses gravures, — Un an. . . . . 19 »
MAISON RUSTIQUE DU 19e SIÈCLE, cinq vol. in-4e et 2,500 gravures. 39 50
MAISON RUSTIQUE DES DAMES, 2 vol. in-12, ensemble 1400 pages et 231 gravures. . 7 75
MANUEL GÉNÉRAL DES PLANTES, ARBRES ET ARBUSTES. Description, culture de 25,000 plantes indigènes ou de serre, 4 vol. à 2 colonnes. . . . . 36 »
POULAILLER (Le), par CH. JACQUE. 1 vol. in-12 et 120 gravures. 3 50
REVUE HORTICOLE, publiée sous la direction de M. BARRAL, par MM. LECOQ, BONCENNE, CARRIÈRE, DU BREUIL, HARDY, MARTINS, PEPIN, VILMORIN. — Un ne de 24 pages in-4, les 1er et 16 du mois, et 24 gravures coloriées. — Un an. . . . . 18 »
VERS A SOIE (L'Éducateur de), par ROBINET. 1 vol. in-8 et 51 gravures. 3 50
VIGNE et VINIFICATION, par GUYOT. 2e édit. 432 pages in-12 et 50 gravures. . . . 3 50

BIBLIOTHÈQUE DU CULTIVATEUR, publiée avec le concours du Ministre de l'Agriculture.

EN VENTE : 23 VOLUMES IN-12, A 1 FR. 25 LE VOLUME, SAVOIR :

Agriculteur commençant, par SCHWERZ, traduit par VILLEROY. 1 vol. de 332 pages. . . 1 25
Travaux des Champs, par BOBIE, 230 pages et 130 gravures. 1 25
Culture générale et Instruments aratoires, par LEFOUR. 1 vol. in-18 de 160 pages. . . . 1 25
Fermage (estimation, plans d'améliorations, baux), par GASPARIN, 3e édit., 384 pages. . . 1 25
Sol et Engrais, par LEFOUR, 170 pages et 3.2 gravures. 1 25
Métayage (contrats, effets, améliorations), par GASPARIN, 2e édition, 166 pages. 1 25
Engrais et Amendements, par FOUQUET, 2e édition, 274 pages. 1 25
Fumiers de ferme et composts, par FOUQUET, 2e édition, 270 pages et 19 gravures. . 1 25
Noir animal, par BOBIERRE, 156 pages et 7 gravures. 1 25
Plantes-racines, par LEDOCTE. 1 vol. de 250 pages et 24 gravures. 1 25
Prairies, par DE MOOR, 212 pages et 77 gravures 1 25
Houblon, par ERATH, traduit de l'allemand par NICKLÈS, 128 pages et 22 gravures. . . . 1 25
Animaux domestiques, par LEFOUR. 1 vol. in-18 de 162 pages et 57 gravures. 1 25
Cheval, Ane et Mulet, par LEFOUR. 1 vol. de 162 pages et 300 gravures. 1 25
Cheval (Achat du), par GAYOT. 1 vol. de 216 pages et 25 gravures. 1 25
Races bovines par le marquis DE DAMPIERRE, 2e édition, 196 pages et 28 gravures. . . . 1 25
Bêtes à cornes, par VILLEROY, 4e édition, 300 pages et 60 gravures. 1 25
Vaches laitières (Choix des) par MAGNE, 3e édition, 144 pages et 30 gravures. 1 25
Basse-cour. — Pigeons. — Lapins, par Mme MILLET-ROBINET, 4e édit., 180 pages et 31 grav. 1 25
Économie domestique, par Mme MILLET-ROBINET, 2e édition, 324 pages et 106 grav. . . . 1 25
Biens-Fonds (Manuel de l'Estimateur de), par NOIROT, 300 pages. 1 25
Constructions et Mécanique agricoles, par LEFOUR, 160 pages et 141 grav. . . . .
Comptabilité et Géométrie agricoles, par LEFOUR, 204 pages et 104 gravures. . . . .

CHACUN DE CES VOLUMES EST VENDU SÉPARÉMENT

BIBLIOTHÈQUE DU JARDINIER, publiée avec le concours du Ministre de l'Agriculture.

EN VENTE : 12 VOLUMES IN-12, A 1 FR. 25 LE VOLUME, SAVOIR :

Jardins (Tracé et ornementation des), par BONA. 172 pages et 104 gravures. . . . . .
Pépinières, par CARRIÈRE, 144 pages et 16 gravures. . . . . .
Arbres fruitiers (taille et mise à fruit), par PUVIS. 2e édition, 220 pages. . . . . .
Potager (Le), par CHARLES NAUDIN, 188 pages et 54 gravures. . . . . .
Légumes et Fruits, par JOIGNEAUX. 100 pages et 12 grands tableaux. . . . . .
Asperge (culture naturelle et artificielle), par LOISEL, 2e édition, 108 pages et 6 gravures.
Melon (culture sous cloche, sur butte et sur couche), par LOISEL, 3e éd., 112 pages. 1
Dahlia, par PIROLLE. 156 pages. 1
Pelargonium, par THIBAULT, 108 pages et 10 gravures. 1 25
Plantes de serre froide, par DE PUYDT, 158 pages et 15 gravures. 1 25
Rosier. — Violette. — Pensée, — Primevère. — Auricule. — Balsamine. — Pétunia. — Pivoines, par MARX LEPELLETIER. 108 pages. 1 25
Chimie et Physique horticoles, par DEHERAIN, 120 pages et 11 gravures. 1 25

CHACUN DE CES VOLUMES EST VENDU SÉPARÉMENT

PARIS — IMP. SIMON RAÇON ET COMP., RUE D'ERFURTH, 1.